

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE KAMÇI  
ETKİSİ'NİN SİSTEM DİNAMİĞİ  
YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İbrahim SOMAR**

**Enstitü Anabilim Dalı :İşletme**

**Enstitü Bilim Dalı :Üretim Yönetimi ve Pazarlama**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Murat AYANOĞLU**

**HAZİRAN – 2007**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

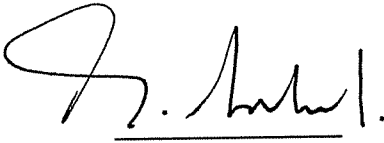
TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE  
KAMÇI ETKİSİ'NİN  
SİSTEM DİNAMİĞİ YAKLAŞIMI İLE  
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İbrahim SOMAR

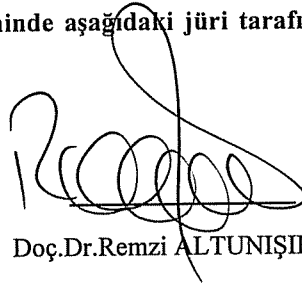
Enstitü Anabilim Dalı : İşletme  
Enstitü Bilim Dalı : Üretim Yönetimi ve Pazarlama

Bu tez 01/06/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



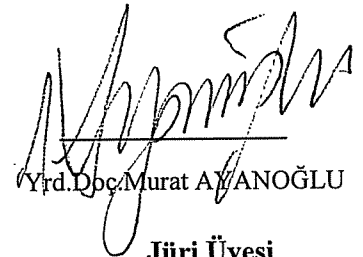
Prof. Dr. Orhan TORKUL

Jüri Başkanı



Doç. Dr. Remzi ALTUNIŞIK

Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Murat AYANOĞLU

Jüri Üyesi

## **BEYAN**

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**İbrahim SOMAR**

**01.06.2007**

## ÖNSÖZ

Çağdaş dünyada rekabet, rakip şirketler arasında değil, rakip şirketlerin içinde bulunduğu tedarik zincirleri arasında yaşanacaktır. En hızlı, en iyi talep tahmini yapan, en iyi çözüm üreten, en uygun fiyat'ta en kaliteli hizmet verebilen belli sayıda şirketler zinciri ayakta kalacak ve başarılı olup buldukları pazarda paylarını büyütecektir.

Tedarik Zinciri Yönetimi'nin son dönemlerde özellikle üretim yönetimi ve pazarlama literatüründe ilgi odağı haline geldiği gözlenmektedir. Ancak bu çalışmalar tedarik zincirinin ağırlıklı olarak operasyonel boyutunu ele almaktadır. Literatürde tedarik zincirlerinin işletme (business) stratejileri açısından önemine sınırlı ve genel düzeyde değinilmekle birlikte genel stratejilerle tedarik zinciri tasarımı ilişkisi boyutunun yeterince incelenmediği gözlenmektedir. Bu çalışmada, tedarik zincirlerinde operasyonel düzeyle stratejik düzey arasındaki ilişkide odaklanarak, tedarik zinciri tasarımının *kamçı etkisi / artan talep değişkenliği* üzerindeki etkisi incelenip, stratejik avantaj yaratıp yaratmadığı değerlendirilmektedir.

Araştırma, tedarik zinciri tasarımlarının hangi durumlarda nasıl değişeceği ve endüstriler bazında farklı dizaynların neler olabileceği yönündeki çalışmalardan yola çıkmıştır. Bu, ilişkili literatürde bir yandan farklı tedarik zinciri dizaynlarında daha çok odaklanılmasının, diğer yandan rekabet avantajı açısından hangi dizaynların hangi sektörlerde daha anlamlı olacağı noktalarına doğru yönelinmesinin gerekliliğine işaret etmektedir. Uygulama bölümünde, yenilikçi ürün üretimi yapan bir tedarik zincirinin, itme sistemi ve çekme sistemi uygulamasının *kamçı etkisi / artan talep değişkenliği* üzerindeki etkisi simüle edilmekte ve ayrıca çekme sistemi uygulaması ile tedarik zincirindeki stok ve gecikme maliyetlerinin düşürülmesi ayrıntılarıyla gösterilmektedir.

Bu çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr Murat Ayanoğlu'na, yetişmemde ve bu günlere ulaşmamda üzerimde emeği geçen aileme ve tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

**İbrahim SOMAR**

**1 Haziran 2007**



## İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR.....	ii
TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÖZET.....	vi
SUMMARY.....	vii
<b>GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>BÖLÜM 1: TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE KAMÇI ETKİSİ.....</b>	<b>5</b>
1.1. Tedarik Zinciri Yönetimi ve Kavramlar.....	5
1.1.1. Literatür Taraması.....	5
1.1.2. Tedarik Zinciri Yönetiminin Fonksiyonları.....	8
1.1.3. Tedarik Zincirinin Yapısı.....	11
1.1.4. Tedarik Zinciri Çeşitleri.....	12
1.1.5. Etkin Bir Tedarik Zinciri Yönetimi İşletmelere Neler Kazandırır...13	
1.1.6. Tedarik Zinciri Yönetiminde Performans Değerlendirmesi.....14	
1.1.7. Performans Ölçümü.....16	
1.1.8. Rekabet Avantajı Kavramının Değişimi ve Tedarik Zinciri Tasarımının Avantajı Açısından Değerlendirilmesi.....17	
1.2. Kamçı Etkisi/Artan Talep Değişkenliği (Bull Whip Effect).....19	
1.2.1. Tedarik Zincirinde Kamçı Etkisini Arttıran Etkenler.....22	
1.2.2. Kamçı Etkisini Azaltmanın Yöntemleri.....23	
<b>BÖLÜM 2: TEDARİK ZİNCİRİ TASARIMI VE ÜRETİM VE KONTROL SİSTEMLERİNİN (İTME VE ÇEKME SİSTEMLER) İNCELENMESİ.....</b>	<b>24</b>
2.1. Tedarik Zinciri Tasarımı.....24	
2.2. Üretim ve Kontrol Sistemlerinin İtme ve Çekme Sistemleri Olarak İncelenmesi.....28	
2.3. Ürüne Uygun Tedarik Zincirinin Belirlenmesi.....36	
<b>BÖLÜM 3: TEDARİK ZİNCİRİ MODELLEME YAKLAŞIMLARI VE ÇEKME SİSTEMLİ MODELİNİN OLUŞTURULMASI.....</b>	<b>40</b>
3.1. Tedarik Zinciri Yönetiminin Aşamalarına Göre Amaçları..... 40	
3.1.1. Operasyonel Aşama.....41	
3.1.2. Taktiksel Aşama.....41	

3.1.3. Stratejik Aşama.....	42
3.2. Tedarik Zinciri Kısıtları.....	43
3.3. Tedarik Zinciri Karar Değişkenleri.....	43
3.3.1. Tedarik Zinciri Kararları.....	45
3.4. Tedarik Zinciri Modelleme Yaklaşımları.....	47
3.4.1. Şebeke Tasarım Metotları.....	48
3.4.2. Kaba Tahmin Metotları.....	48
3.4.3. Simülasyon Metodu.....	48
<b>BÖLÜM 4: TEDARİK ZİNCİRİ SİSTEMİ VE SİSTEM DİNAMİĞİ</b>	
<b>MODELİNİN KURULMASI.....</b>	<b>51</b>
4.1. Sistem Dinamiği.....	51
4.2. Dinamik Bir Tedarik Zinciri Modelinin Oluşturulması.....	51
4.2.1. Temel Yapı.....	52
4.2.2. Bir Tedarik Zincirini Oluşturan Ağlar.....	53
4.2.3. Düzeyler, Akış Oranları ve Karar Fonksiyonları.....	54
4.2.4. Eşitlik Sistemi.....	55
4.2.5. Sistem Eşitlikleri ve Akış Diyagramları.....	56
4.2.6. Tedarik Zinciri Seviyelerinde Başlangıç Değerler.....	63
<b>BÖLÜM 5: SİMÜLASYON DENEYLERİ VE YORUM.....</b>	<b>67</b>
5.1. Deney Planı.....	67
5.2. Vensim Simülasyon Programı Tanıtımı.....	68
5.3. Deneyler.....	68
5.4. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	81
<b>SONUÇ.....</b>	<b>84</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>85</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>88</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>101</b>

## KISALTMALAR

<b>TZY</b>	: Tedarik Zinciri Yönetimi
<b>MRP</b>	: Malzeme İhtiyaç Planlaması
<b>ERP</b>	: Kurumsal Kaynak Planlama
<b>JIT</b>	: Tam Zamanında Üretim
<b>SD</b>	: Sistem Dinamiği
<b>ÜPK</b>	: Üretim Planlama ve Kontrol
<b>TZY1</b>	: İtme sistemli tasarlanan tedarik zinciri yönetimi
<b>TZY2</b>	: Çekme sistemli tasarlanan tedarik zinciri yönetimi
<b>TSP</b>	: Perakendeci tamamlanmamış sipariş düzeyi
<b>DT</b>	: Çözüm aralığı
<b>TPSA</b>	: Tüketiciden perakendeciye giden satınalma siparişi
<b>PTGM</b>	: Perakendeciden tüketiciye giden mal miktarı
<b>PGMO</b>	: Perakendeciden tüketiciye giden mal oranı
<b>STP</b>	: Perakendeci sipariş tamamlama gecikmesi
<b>PGML</b>	: Perakendeciden tüketiciye gidebilecek mal limiti
<b>EDP</b>	: Perakendeci envanter düzeyi
<b>UMEN</b>	: Toptancıdan perakendeciye gelen mal miktarı
<b>PUSS</b>	: Perakendeciden toptancıya giden satınalma siparişi
<b>DSP</b>	: Düzenleştirilmiş tüketici siparişleri
<b>ISP</b>	: İstenen stok düzeyi
<b>TSH</b>	: Toptancı sektörü tamamlanmamış sipariş düzeyi
<b>PHSA</b>	: Perakendeciden toptancıya giden satınalma siparişi
<b>HPGM</b>	: Toptancıdan perakendeciye giden mal miktarı
<b>HGMO</b>	: Toptancıdan Perakendeciye giden mal oranı
<b>TSH</b>	: Tamamlanmamış sipariş düzeyi
<b>STH</b>	: Sipariş tamamlama gecikmesi
<b>HGML</b>	: Toptancı sektöründen perakendeye gidebilecek mal limiti
<b>EDH</b>	: Toptancı envanter düzeyi
<b>UMEN1</b>	: Distribütörden toptancıya gelen mal miktarı
<b>HUSS</b>	: Toptancıdan distribütöre giden satınalma siparişi
<b>DSH</b>	: Düzenleştirilmiş perakendeci siparişleri
<b>EDH</b>	: Toptancı envanter düzeyi

<b>ISH</b>	: Toptancı istenen stok düzeyi
<b>EAGH</b>	: Stok ayarlama gecikmesi
<b>SDGH</b>	: Siparişlerin düzgünleştirilme gecikmesi
<b>MTGH</b>	: Mal nakliyatı gecikmesi:
<b>TSD</b>	: Distribütör sektörü tamamlanmamış sipariş düzeyi
<b>HDSA</b>	:Toptancıdan distribütöre giden satınalma siparişi
<b>DHGM</b>	:Distribütörden toptancıya giden mal miktarı
<b>DGMO</b>	:Distribütörden toptancıya giden mal oranı
<b>TSD</b>	:Tamamlanmamış sipariş düzeyi
<b>STD</b>	:Sipariş tamamlama gecikmesi
<b>DHGM</b>	:Distribütörden toptancı sektörüne giden mal miktarı oranı
<b>DGMO</b>	:Distribütörden toptancı sektörüne giden mal oranı
<b>DGML</b>	:Distribütörden toptancı sektörüne gidebilecek mal limiti
<b>EDD</b>	:Distribütör envanter düzeyi
<b>UMEN2</b>	:Fabrikadan distribütöre gelen mal miktarı
<b>DHGM</b>	:Distribütörden toptancıya giden mal miktarı
<b>DUSS</b>	:Distribütörden toptancıya giden satınalma siparişi
<b>DSD</b>	:Düzenleştirilmiş toptancı siparişleri
<b>EDD</b>	:Distribütör envanter düzeyi
<b>ISD</b>	:Distribütör istenen stok düzeyi
<b>TSF</b>	:Fabrika sektörü tamamlanmamış sipariş düzeyi
<b>DFSA</b>	:Distribütörden fabrikaya giden satınalma siparişi
<b>FDGM</b>	:Fabrikadan distribütöre giden mal miktarı
<b>FGMO</b>	:Fabrikadan distribütöre giden mal oranı
<b>TSF</b>	:Tamamlanmamış sipariş düzeyi
<b>STF</b>	:Sipariş tamamlama gecikmesi
<b>FGML</b>	:Fabrikadan distribütöre gidebilecek mal limiti
<b>EDF</b>	:Fabrika envanter düzeyi
<b>UMEN3</b>	:Tedarikçiden fabrikaya gelen mal miktarı
<b>FUSS</b>	:Fabrikadan distribütöre giden satınalma siparişi
<b>DSF</b>	:Düzenleştirilmiş distribütör siparişleri
<b>EDF</b>	:Fabrika envanter düzeyi
<b>ISF</b>	:Fabrika istenen stok düzeyi

## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo 1:</b> Bilgi Paylaşım Yapısındaki Unsurlar.....	26
<b>Tablo 2:</b> Stok Tutmaya Yol Açan Nedenler.....	35
<b>Tablo 3:</b> Tedarik Zincirinde İstenen Amaçlar.....	41
<b>Tablo 4:</b> Her Aşama İçin Modelleme Metodu.....	42
<b>Tablo 5:</b> Tedarik Zinciri Yönetiminde Yapılan Çalışmalar.....	43
<b>Tablo 6:</b> Deneyleerde sektörlerin sipariş miktarlarının karşılaştırılması.....	81
<b>Tablo 7:</b> Deneyleerde sektörlerin stok miktarlarının karşılaştırılması.....	81
<b>Tablo 8:</b> Deneyleerde sektörlerin karşılanamayan siparişlerin karşılaştırılması.....	82
<b>Tablo 9:</b> Deneyleerde sistemlerin envanter, karşılanamayan sipariş ve toplam maliyetlerinin karşılaştırılması.....	83

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Tedarik Zinciri Yönetiminde İlk Tedarikçiden Son Müşteriye Kadar Olan Operasyonların Şematik Gösterimi.....	7
Şekil 2: Tedarik Zinciri Yönetimi Fonksiyonları.....	10
Şekil 3: Tedarik Zincirinde Malzeme Akışı.....	11
Şekil 4: Temel Tek Safhalı Tedarik Zinciri.....	12
Şekil 5: Çok safhalı Tedarik Zinciri.....	13
Şekil 6: Tedarik Zincirinde Değişkenlik.....	19
Şekil 7: Tedarik Zinciri Dinamikleri.....	20
Şekil 8: Yönetimin İsteği.....	21
Şekil 9: Bir İtme Sisteminde Çizelge Yapısı Ve Malzeme Akışı.....	30
Şekil 10: Bir Çekme Sisteminde Çizelge Yapısı ve Malzeme Akışı.....	32
Şekil 11: Dell'in Tedarik Zinciri.....	33
Şekil 12: Fonksiyonel ve Yenilikçi Ürünler Göre Talep Belirsizliği.....	37
Şekil 13: Tedarik Zincirinde Esneklik-Maliyet İlişkisi.....	38
Şekil 14: Esneklik-Verimlilik eksenine göre ürünler.....	39
Şekil 15: Stratejik Uyuma Ulaşmak.....	39
Şekil 16: SD Temel Model Yapısı.....	52
Şekil 17: Üretim Dağıtım Sistemi Organizasyonu.....	54
Şekil 18: K Anında Hesaplamalar.....	56
Şekil 19: TZY Sistemi Organizasyon Yapısı.....	57
Şekil 20: Vensim Simülasyon programı görüntüsü.....	68
Şekil 21: Deney 1'e ait siparişlerin simülasyon programı grafiği.....	69
Şekil 22: Deney 1'e ait toplam sistem maliyeti grafiği.....	70
Şekil 23: Deney 2'e ait siparişlerin simülasyon programı grafiği.....	71
Şekil 24: Deney 2'e ait toplam sistem maliyeti grafiği .....	72
Şekil 25: Deney 3'e ait siparişlerin simülasyon programı grafiği .....	73
Şekil 26: Deney 3'e ait toplam sistem maliyeti grafiği .....	74
Şekil 27: Deney 4'e ait siparişlerin simülasyon programı grafiği .....	75
Şekil 28: Deney 4'e ait toplam sistem maliyeti grafiği .....	76
Şekil 29: Deney 5'e ait siparişlerin simülasyon programı grafiği .....	77
Şekil 30: Deney 5'e ait toplam sistem maliyeti grafiği .....	78
Şekil 31: Deney 6'e ait siparişlerin simülasyon programı grafiği.....	79
Şekil 32: Deney 6'e ait toplam sistem maliyeti grafiği .....	80

<b>Tezin Başlığı:</b> Tedarik Zinciri Yönetiminde Kamçı Etkisi'nin Sistem Dinamiği Yöntemi İle İncelenmesi	
<b>Tezin Yazarı:</b> İbrahim SOMAR	<b>Danışman:</b> Yrd. Doç. Dr. Murat AYANOĞLU
<b>Kabul Tarihi:</b> 01.06 2007	<b>Sayfa Sayısı:</b> VII (ön kısım) + 88 (tez) + 13 (ekler)
<b>Anabilimdalı:</b> İşletme	<b>Bilimdalı:</b> Üretim Yönetimi ve Pazarlama
<p>Çağdaş dünyada rekabet, rakip şirketler arasında değil, rakip şirketlerin içinde bulunduğu tedarik zincirleri arasında yaşanacaktır. Böylece zincirin düşük maliyette, yüksek kalitede ve yüksek yanıt hızında olması büyük önem kazanmaktadır. En iyi talep tahmini yapan, en hızlı, en iyi çözüm üreten, en uygun fiyat'ta en kaliteli hizmet verebilen belli sayıda şirketler zinciri ayakta kalacak ve başarılı olup buldukları pazardaki paylarını büyütecektir.</p> <p>Bu çalışmada, tedarik zincirlerinde operasyonel düzeyle stratejik düzey arasındaki ilişkide odaklanarak, tedarik zinciri tasarımının <i>kamçı etkisi / artan talep değişkenliği</i> üzerindeki etkisi incelenip, stratejik avantaj yaratıp yaratmadığı değerlendirilmektedir.</p> <p>Uygulama bölümünde, yenilikçi ürün üretimi yapan bir tedarik zincirinin, itme sistemi ve çekme sistemi uygulamasının <i>kamçı etkisi / artan talep değişkenliği</i> üzerindeki etkisi simüle edilmekte ve ayrıca çekme sistemi uygulaması ile tedarik zincirindeki stok ve gecikme maliyetlerinin düşürülmesi ayrıntılarıyla gösterilmektedir.</p>	
<b>Anahtar kelimeler:</b> Tedarik Zinciri Yönetimi, Kamçı Etkisi, Sistem Dinamikleri, İtme ve Çekme Sistemleri, Simülasyon	

<b>Title of the Thesis:</b> Researching Bull Whip Effect In Supply Chain Management With System Dynamics Method	
<b>Author:</b> İbrahim SOMAR	<b>Supervisor:</b> Asist. Prof. Dr.Murat AYANOĞLU
<b>Date:</b> 01.06.2007	<b>Nu. of pages:</b> VII (pre text) + 88(main body) +13 (appendices)
<b>Department:</b> Business	<b>Subfield:</b> Production Management and Marketing
<p>Competition in today's modern world is not only happen among the rival companies, but also it happens among their supply chains. Therefore, it is very important for supply chains to be cost-effective, high quality and be able to response quickly. The companies which are the best at forecasting the demand, produce the best solution and give the best price will survive in the chain and increase their shares in the market.</p> <p>In this thesis, we focused on the relationship between operational level and strategic level in supply chains. We also focus the supply chain design related with the bullwhip effect, study and find if there are any advantages for the supply chains.</p> <p>In implementation part, supply chain which makes innovative product production is simulated on bullwhip effect of push and pull system, and also the cost reduction of delay and inventory is showed in detail.</p>	
<b>Keywords:</b> Supply Chain Management, Bullwhip Effect, System Dynamics, Push and Pull Systems, Simulation	



## GİRİŞ

Son yıllarda görülen rekabet koşullarının güçleşmesi, teknolojinin hızlı gelişimi, küreselleşme, tedarik zincirindeki ağların karmaşıklığının artması ve ürün yaşam sürecinin kısalması vb. gelişmeler işletmelerin, tedarik zinciri yönetimlerini yeniden gözden geçirmelerini zorunlu hale getirmektedir. Bu koşullarda rekabet edebilmeleri için, işletmelerin tedarik zincirlerini etkin olarak yönetebilmelidirler. Tedarik zincirinin etkin yönetilebilmesi, tedarik zinciri üyeleri arasında bilgi paylaşımı ve koordinasyon ile mümkün olmaktadır.

Tedarik zincirinde maksimum etkinlik, tedarik zincirindeki belirsizliğin ortadan kaldırılması ile başarılabilecek ve böylece tedarik zincirinde stok düzeyinin azaltılması mümkün olacaktır. Tedarik zincirinde belirsizlik azaltıldığında işletmelerin stok bulundurma gereklilikleri azalacak ve bağlı olarak stok taşıma maliyetleri de düşecektir. Tedarik zincirinde ürünlerin doğru zamanda, doğru yerde olmasının sağlanmasında ve stokların etkin olarak yönetilmesinde çekme sistemleri geliştirilmiş olmalıdır. Tedarik zincirinin etkin olarak yönetilebilmesinde satışların doğru olarak tahmin edilmesi işletmelerin öncelikleri arasında yer almalıdır. Talep tahminlerinin doğru olarak belirleyebilen ve hızlı bilgi paylaşımını gerçekleştirebilen işletmeler, tedarik zincirlerini daha etkin olarak yönetebilmektedirler.

Marka sahibi firmanın gelişen trendlere göre tasarımcısının masasından çıkan bir tasarımı en erken altı ay sonra raflarında olabilmektedir. Bu durum tekstil ürünlerinde olduğu gibi yenilikçi ürün gurubunda olan bilgisayarlar için de geçerlidir. Bir bilgisayar markasının sipariş ettiği bir bilgisayar bileşeninin gecikmesi, piyasaya süreceği modelin daha baştan eski olması anlamına gelmektedir.

Durmadan büyüyen stoklar ise işin diğer boyutunu oluşturmaktadır. Üretici de marka sahibi de, bir işletme ve verimlilik prensibi olarak, mümkün olduğu kadar az stok ile çalışmak istemektedir. Gecikme ve trendin kaçırılması nedeniyle satılamayan mallar marka sahibinin envanterinde birikirken, olası bir talebe karşı hazırlık yapmak isteyen üreticinin deposu ise hiç bir zaman sipariş edilmeyecek mallar ile dolmaktadır.

Tedarik zincirinde sistem yapısının davranışının en önemli belirleyicisi kamçı/artan talep değişkenliği (bullwhip effect) etkisidir. Bir tedarik zincirinde talebin son

müşteriden, perakendeciye, dağıtıcıya oradan da fabrikaya doğru akışında dalgalanmasının giderek artması olarak özetlenebilecek “kamçı etkisi” birçok endüstride görülmektedir.

Kamçı etkisinde insan psikolojisi de büyük önem taşır. Talepte dalgalanmalar arttıkça, bazen çok yüksek siparişlerle karşılaşan ve bunları zamanında karşılayamayan yöneticiler ileride bu duruma düşmemek için gereğinden fazla stok tutma kararı verebilmekte ve bu şekilde kendi tedarikçilerine de daha da fazla sipariş geçmektedir.

Kamçı etkisinden kurtulmak için, tedarik zinciri içinde son müşteriden, üreticiye ve onun tedarikçilerine kadar sipariş, talep, kapasite ve diğer bilgilerin paylaşılması, müşteri stokunun tedarikçi tarafından yönetilmesi ve tedarik zinciri stok yönetiminin merkezileştirilmesi, tedarik ve sipariş sürelerinin kısaltılması da tedarik zincirinde stok maliyetlerinin hızla düşürülmesinde büyük rol oynayacaktır (Tan, 2005).

### **Çalışmanın Amacı;**

Son yıllarda yapılan akademik çalışmalarda tedarik zincirinin ağırlıklı olarak operasyonel boyutu ele alınmaktadır. Literatürde tedarik zincirlerinin işletme (business) stratejileri açısından önemine sınırlı ve genel düzeyde değinilmekle birlikte genel stratejilerle tedarik zinciri tasarımı ilişkisi boyutunun yeterince incelenmediği gözlenmektedir.

Araştırma, tedarik zinciri tasarımlarının hangi durumlarda nasıl değişeceği ve endüstriler bazında farklı dizaynların neler olabileceği yönündeki çalışmalardan yola çıkmıştır. Bu, ilişkili literatürde bir yandan farklı tedarik zinciri dizaynlarında daha çok odaklanılmasının, diğer yandan rekabet avantajı açısından hangi dizaynların hangi sektörlerde daha anlamlı olacağı noktalarına doğru yönelmesinin gerekliliğine işaret etmektedir.

Bu çalışmada, tedarik zincirlerinde operasyonel düzeyle stratejik düzey arasındaki ilişkide odaklanarak, tedarik zinciri tasarımının stratejik avantaj yaratıp yaratmadığının ve eğer yaratıyorsa nasıl bir avantaj yarattığı değerlendirilmektedir. Böylece tedarik zincirinin tasarımının “kamçı etkisi” üzerindeki değişiklikler gözlemlenebilecek, kamçı etkisinin azaltılması için öneriler sunulacaktır.

### **Çalışmanın Önemi;**

Tedarik Zinciri Yönetiminin (TZY) başarısı için belirsizliğin azaltılması gerekir. Geleneksel üretim firmaları uç talepleri karşılamak için emniyet stoku bulundururlar. Tedarik Zinciri Yönetiminin, Tam Zamanında Üretim (JIT) uygulaması ve müşterilerle sürekli diyalogda bulunması halinde belirsizlik ve stok maliyeti azalacaktır. Belirsizliğin giderilmesi açısından, gerek hammaddenin kalitesi ve gerekse zamanında teslim alınması yönlerinden, girdi temin edenlerle ilişkiler son derece önemlidir.

Tedarik zincirinde kamçı etkisinin oluşturduğu talep dalgalanması ve dolayısı ile ortaya çıkan stok büyüklüğünün etkisinin azaltılması ile tedarik zincirinin sektör içindeki rekabet avantajını arttıracaktır. Bunu başarabilmesi için TZY' deki birimler arası haberleşmenin (bilgi akışı) artırılması, stok seviyelerinin düşürülmesi için çekme sistemli bir tedarik zinciri ve üretim sisteminin oluşturulması gerekir.

Kamçı etkisi nedeniyle ortaya çıkan dalgalanmalar tedarik zinciri maliyetlerinin yükselmesinin ana sebeplerinden birisini oluşturmaktadır. Dalgalanmalardan korunmak için daha fazla stok tutmanın, dalgalanmalara cevap vermek için daha çok kapasite bulundurmanın, fazla mesai veya taşeron bulundurmanın, bunlara rağmen müşteri taleplerine zamanında cevap verememenin maliyetleri göz önüne alındığında kamçı etkisinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Tipik bir perakende tedarik zincirinde ortalama 100 günlük stokun olduğu düşünüldüğünde, ABD'de bu tedarik zincirindeki stok iyileştirmelerinin sektöre kazandıracığı katma değer 30 Milyar USD olduğu tahmin ediliyor (Tan, 2005).

### **Çalışmanın Yöntemi;**

Çalışmada Tedarik Zinciri Yönetimi öncelikli olarak kavramsal yönleri ile ele alınmıştır. Çok seviyeli yaklaşımla tedarik zinciri incelenmeye devam edilmiş, üretim sistemlerinin itme ve çekme sistemine göre sınıflandırılması yapılarak, bu çalışmada tedarik zincirine göre uyarlanmıştır. Geleneksel üretim modeli olan itme sistemindeki aksaklıklardan yola çıkılarak hazırlanan çalışmada, alternatifi olarak çekme sistemi uygulaması ile karşılaştırılmış ve modeli tasarlanmıştır. Tasarlanan itme ve çekme sistemli modeller, sistem dinamiği simülasyon programında yapılan deneyler ile sergiledikleri performanslar karşılaştırılmıştır.

Uygulama bölümünde itme sistemli yenilikçi ürün üretimi yapan bir tedarik zincirinin çekme sistemi uygulaması ile kamçı etkisinin nasıl azaldığı ortaya konmaktadır. Daha sonra performans değerleri ile karşılaştırılması yapılarak, çekme sistemi ile tedarik zincirindeki stok tutma maliyeti ve gecikme maliyetlerinin düşürülmesi gösterilmiştir.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, Tedarik Zinciri Yönetiminin literatür taraması yapılarak, fonksiyonlarına değinilmiş, kamçı etkisi ve kamçı etkisine neden olan davranışlar incelenmiş, tedarik zincirinde kalitatif ve kantitatif performans ölçütleri gözden geçirilip rekabet avantajı açısından değerlendirilmesi incelenmiş, ve Tedarik Zinciri Yönetiminin tasarım aşamaları gösterilmiştir.

İkinci bölümde, üretim sistemleri itme ve çekme sistemi olarak incelenmiş, ürüne uygun tedarik zinciri oluşturulabilmesi için, tedarik zincirinin esnekliği ve verimliliği ürettiği ürüne göre değerlendirilmiş, yenilikçi ve fonksiyonel ürünlere uygun tedarik zinciri tasarlanmış, itme sistemi ile fonksiyonel ürünler, çekme sistemi ile de yenilikçi ürünler ilişkilendirilmiştir.

Üçüncü bölümde, tedarik zincirinin aşamaları ve aşamalarına göre amaçları açıklanmıştır. Daha sonra tedarik zincirinin kısıtları ve karar değişkenlerine değinilerek modelleme yaklaşımları incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, öncelikle sistem dinamiği açıklanmış ve dinamik bir tedarik zinciri modeli, J. W. Forrester'in Sistem Dinamiği Modeli kullanılarak, modelin üretici, dağıtıcı, toptancı ve perakende sektörleri için sistem eşitlikleri açıklanmış, başlangıç değerleri verilmiştir.

Beşinci bölümde, tasarlanan tedarik ürün üreten, itme sistemli tedarik zinciri ile çekme sistemli tedarik zinciri modeli için yapılan sistem dinamiği simülasyon çalışmasının detayları ve elde edilen bulgular ortaya konulmuştur. Beş sektörlü ve yenilikçi modelleri için performans kriterleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulguların, çalışmanın amacına uygun olarak, sistem performansının iyileştirilmesinde faydalı olabilecek nitelikte olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışma ile, çekme sistemli tedarik zinciri yenilikçi ürünler için kamçı etkisini azaltan, sistem performansı ve verimliliği arttırmak için de kullanılacak bir sistem tasarımı olduğu gösterilmiştir.

# BÖLÜM 1. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE KAMÇI ETKİSİ

## 1.1. Tedarik Zinciri Yönetimi ve Kavramlar

### 1.1.1. Literatür Taraması

Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY); müşteriye doğru ürünün doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyata tüm tedarik zinciri için mümkün olan en düşük maliyetle ulaşılmasını sağlayan malzeme, bilgi ve para akışının entegre yönetimidir. Bir başka deyişle zincir içinde yer alan temel iş süreçlerinin entegrasyonunu sağlayarak müşteri memnuniyetini artıracak stratejilerin ve iş modellerinin oluşturulmasıdır (Şen, 2006;9).

Jayashankar ve diğerlerine göre (1998) tedarik zinciri, bir veya daha fazla ürün grubuyla ilgili elde etme, üretim ve dağıtım faaliyetlerinden kolektif bir biçimde sorumlu olan otonom veya yarı otonom iş faaliyetlerinden oluşan bir şebekedir.

Lee ve Billington'a (1992) göre ise tedarik zinciri, Bir tedarik zincir hammaddeleri temin eden, bu hammaddeleri ara ürün ya da nihai ürüne dönüştüren ve bu nihai ürünleri de bir dağıtım sistemi vasıtası ile son müşterilere dağıtan fabrikalar şebekesidir ([http://www.bilgisite.com/lojistik/log\\_I.htm](http://www.bilgisite.com/lojistik/log_I.htm)).

Tedarik Zinciri: Mal ve hizmetlerin tedarik aşamasından, üretimine ve nihai tüketiciye ulaşmasına kadar birbirini izleyen tüm halkaları kapsar. İş süreçleri açısından bakıldığında, tedarik zinciri, satış süreci, üretim, envanter yönetimi, malzeme temini dağıtım, tedarik, satış tahmini ve müşteri hizmetleri gibi pek çok alanı içine almaktadır.

Tedarik Zinciri Konseyi'ne göre, Tedarik Zinciri kavramı son ürünün üretilmesi ve dağıtımını (tedarikçinin tedarikçisinden müşterinin müşterisine kadar) ile ilgili bütün çabaları kapsar. Bu çabalar plan, (tedarik ve talebin yönetimi), kaynak (hammadde ve yarı mamullerin temini), üretim (imalat ve montaj), teslim (depolama ve stok takibi, sipariş alımı ve yönetimi, bütün kanal boyunca dağıtım ve müşteriye teslim) olmak üzere dört temel süreçten oluşur (Lummus ve Vokurka, 1999; 11). Quinn (1997) ise konseyin tanımına benzer bir tanımlama yaparak değinilen aktivitelerin yanında bütün bu aktivitelerin denetimini sağlayan bilgi sistemlerini de tedarik zinciri aktivitesi olarak tanımlamıştır.

Lojistik Yönetimi Konseyi'ne göre Tedarik Zinciri Yönetimi; müşteri gereksinmelerini karşılamak amacıyla hammaddelerin, süreçteki stokların, nihai ürünlerin ve başlangıçtan tüketime kadar ilişkili bilgilerin maliyet etkin akışının ve depolanmasının planlanması, uygulanması ve kontrolü sürecidir.

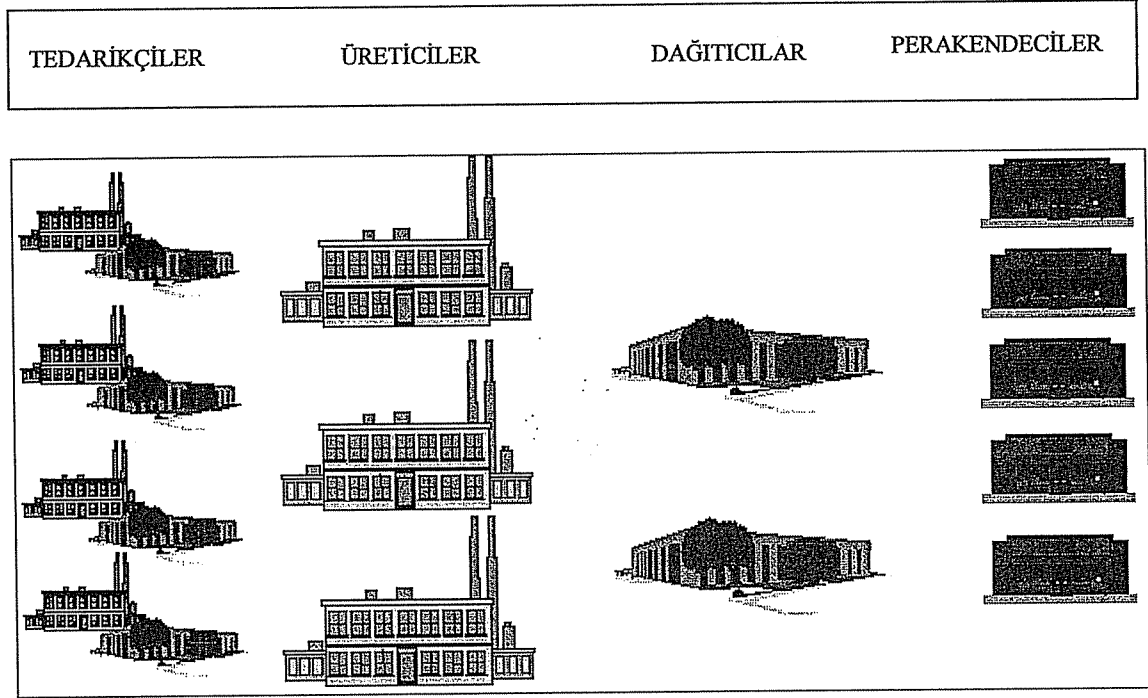
Ellram ve Cooper (1993) ise Tedarik Zinciri Yönetimi'ni bir bütünleştirme felsefesi olarak tanımlamaktadırlar. Bütünleşik tedarik zinciri yönetimi, öncelikle müşteriye merkeze koyarak yatay bir yolla müşteriye değer sağlayacak gerekli tüm süreçlerin yönetimi olarak tanımlanmaktadır

Başka bir tanımla Tedarik Zinciri Yönetimi, malzemelerin ve tamamlanmış malların, satıcıdan müşteriye kadar olan akışının potansiyel ara duraklar olarak üretim vasıtaları ve depolar kullanılarak etkili yönetimidir. Buna karşın bu faaliyet, yeni bir kavram değildir. İşletmeler son yıllarda tedarik zincirine uygun yapının verilmesi sonucunda müşteri hizmet seviyelerini iyileştirebileceği, sistemdeki fazla envanterin azaltılabileceğini ve işletme ağındaki gereksiz maliyetlerin kısılabileceğine dikkat etmiştir (Sengupta ve Turnbull, 1996).

Genel bir tanım olarak tedarik zinciri, hammaddelerin siparişi ve elde edilmesinden, mamullerin üretilmesine ve müşteriye dağıtım ve ulaştırılmasına kadar olan kurumsal fonksiyonlarından oluşan faaliyetler dizisidir.

Tedarik zinciri yönetimi (TZY)'nin yaklaşık on yıllık bir geçmişi vardır. Tarihsel perspektif içerisinde sırasıyla MRP, MRP II, ERP ve TZY'ye kadar gelen süreçte, 1960'lı yıllarda MRP; üretici işletmeler için ürün ağaçları açan, ürünlerin hangi parçalardan oluştuğu, hangi parçaya ne miktarda ve ne zaman ihtiyaç olduğu bilgisini veren sistemler olarak ortaya çıkmış ve üretim sektöründe bilgisayar ve bilgi sistemlerinin kullanılmaya başlamasına önyak olmuştur. Daha sonra, 1970'li yıllarda MRP II ile bu özelliklerin üzerine satış, satın alma, insan kaynakları, kalite gibi fonksiyonlarda eklenmiştir. ERP ise birden fazla noktada üretimle dağıtım yapan ama tek bir şirketin üretim gibi iç operasyonlarını koordine eden bir sistemdir. Tedarik zinciri ise modelde rolü olan işletmeleri birbiri ile konuşturan, bunların birbirine bilgi sağlamasını amaçlayan güvenli bir ortamda zamanında hatasız, ihtiyaç duyulan kadar ve doğru kişiye bilginin ulaşmasını sağlayan bir iş modeli sunmaktadır (Paksoy, 2006).

**Şekil 1. Tedarik zinciri yönetiminde ilk tedarikçiden son müşteriye kadar olan lojistik operasyonlarının şematik gösterimi.**



**Kaynak:** College of Engineering at Virginia Tech (2003).

Şekil 1’de tedarik zincirinin ilk müşteriden son müşteriye kadar operasyonları gösterilmektedir.

Tedarik zinciri yönetimi (TZY) sistem genelinde servis düzeyi gereksinimlerini karşılarken maliyetleri minimize etmek amacıyla, aynı zamanda ürünlerin uygun miktar, zaman ve yerde üretim ve dağıtımını sağlamak için tedarikçiler, üreticiler, depolar ve mağazaların etkin bir biçimde entegrasyonunda kullanılan yaklaşımlar bütünüdür. TZY ürünlerin müşteri beklentilerine uygun olmasında bir rol oynayan ve maliyetler üzerinde bir etkisi olan her tesisi dikkate alır. Bu anlamda TZY kapsamına sadece üretici ve tedarikçiler değil, nakliyeciler, depolar, perakendeciler ve müşteriler de girmektedir. TZY, firmanın stratejik, taktik ve operasyonel faaliyetlerinin tümünü içerir. Bu faaliyetler arasında yeni ürün geliştirme, pazarlama, üretim operasyonları, dağıtım, finans ve müşteri servis seviyesi örnek olarak sayılabilir. TZY’nin amacı tüm sistem genelinde verimlilik ve maliyet etkinliğini elde etmektir (Dönmez, 2003).

## 1.1.2. Tedarik Zinciri Yönetiminin Fonksiyonları

### Çok Seviyeli Yaklaşım

Bu yaklaşımda, işle ilgili problemleri çözen, yüksek seviyede bakıma gereksinimi olmayan, etkili bir tedarik zinciri yönetimi sisteminin kurulması için bir işletmenin çok seviyeli bir planlama yaklaşımını geliştirmesi gerektiği sonucu çıkarılabilir.

Çok seviyeli yaklaşıma örnek olarak üç seviyeli bir planlayıcı gösterilebilir. Her bir seviyede, kapsamına ve ilgili süresine dayanan bir dizi karar verilir. Bu bilgiler, bir sonraki seviyelere iletilir. Söz konusu seviyeler veri seviyesinde veya algoritma seviyesinde birbirine bağlanabilir, ya da bu melez veya her ikisi birden de olabilir.

Karar alanları göz önüne alındığında Şekil 2'de de ayrıntılı olarak gösterilen üretim ve işlemler yönetiminin karar alanlarını üç grupta incelemek olanaklıdır (Demir, Gümüšoğlu, 2003; 80):

- i. Stratejik karar alanı,
- ii. Taktik karar alanı,
- iii. İşlemsel (operasyonel) karar alanı,

Her bir seviye, kararların alındığı sürenin periyodu ve bu periyot süresince alınan kararların sıklığı ile birbirinden ayrılmaktadır. Stratejik seviyede şu tür konular ele alınmaktadır: Üretimin nerede tahsis edileceği ve en iyi kaynak bulma stratejinin ne olacağı. Taktik seviyede şu tür konular ele alınmaktadır: Tahmin yürütme, planlama, temin süresi kısa olan malzemelerin siparişi ve üretim ihtiyaçlarının karşılanması için fazla mesailerin çizelgelenip çizelgelenmeyeceği. Operasyonel seviyede ise şu tür konular ele alınmaktadır: Envanter dağıtımı, detaylı çizelgeleme ve bir makine bozulduğu zaman bir siparişin ne yapılacağı (Çizmeci, 2006; 16-37).

### **Birinci seviye kararları (Stratejik aşamadaki kararlar):**

Bu kararlar iş planlaması alanındadır ve tedarik zinciri üzerinde uzun vadede etkisi bulunur. Detaylı bilgiler sıklıkla mevcut veya güvenilir değildir. Üst yönetim genellikle karar verici ve bu bilgilerin kullanıcısıdır. Bu kararlar her gün verilmediği veya gözden geçirilmediği için çabuk karşılık verilmesi gerekli değildir. Birinci seviye



kararlarına örnek olarak dinamik kaynak yaratma, kapasite planlaması ve yeniden yapılandırılmış planlamadır.

### **İkinci seviye kararları (Taktik aşamasındaki kararlar):**

Bu kararlar taktik planlama alanındadır ve birinci seviye kararlarından daha kısa sürelidir. Detaylı bilgi elde edilebilir ve verinin olasılığı oldukça güvenilirdir. Bu kararlar, verilerdeki anı sapmaları göz önünde bulundurmaya üzere fırsat verilerek birinci seviye kararları tarafından kısıtlanır. Bu seviyede hızlı cevap verilmesi yararlıdır. İkinci seviye kararlarına örnek olarak öncelikli siparişlerin verilmesi ve birinci seviyenin taahhütlerine uyulması gösterilebilir.

### **Üçüncü seviye kararları (Operasyonel kararlar):**

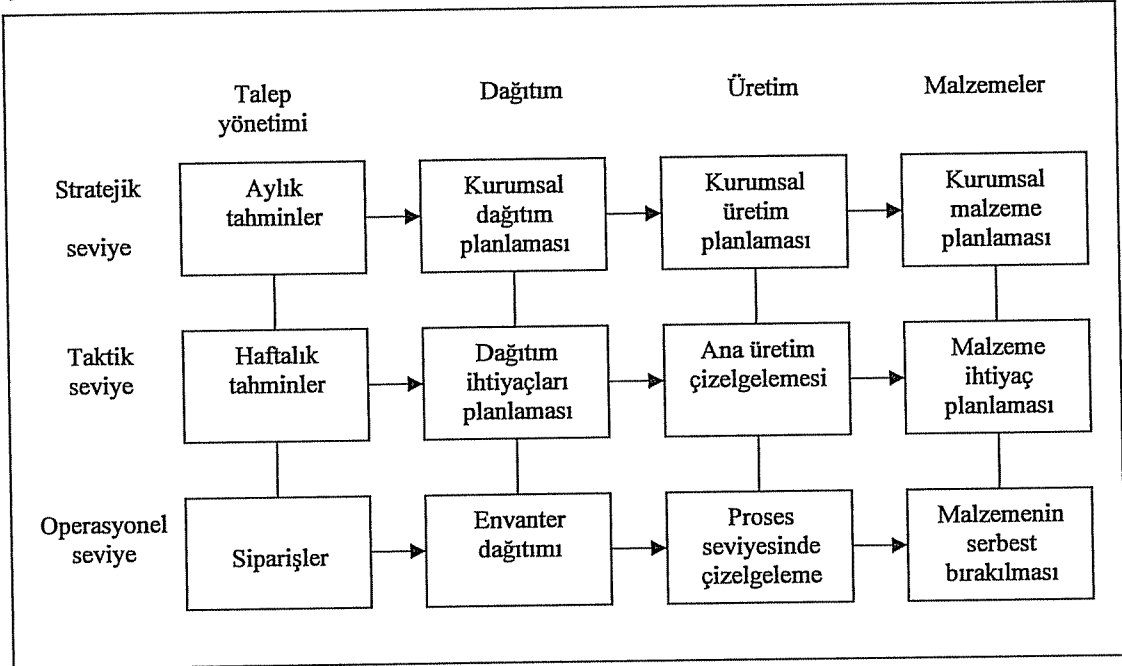
Bu kararlar operasyonel planlama ve çizelgeleme alanındadır. Bu kararların etkileri bir sonraki birkaç gün veya vardiyaya yansır ve birinci ile ikinci seviye kararları tarafından kısıtlanırlar. Hızlı cevap verme mutlak bir şekilde gereklidir. Üçüncü seviye kararları, hat çizelgelenmesi alanında, malzeme ve envanter tahsisinde ve nakliye planlamasında geçerlidir.

Bu üç seviyeli yaklaşım, tedarik zinciri yönetiminin farklı iş modelleri tarafından tanımlanan, yerleşim topolojisi, ürün miktarı ve geçirilen çevrim süresi tarafından önemli biçimde etkilenen bir dizi iş kararı olduğunu vurgulamaktadır.

Seviyelere ayrılmış bir sistemin kurulmasındaki zorluk, üst seviyede verilen bir kararın daha alt bir seviyede yeniden tam olarak verilmesi ve verilerin güncellenmemesi problemidir. Veriler güncellenmediğinde, üst veya alt kademeye doğru uzlaşma hatalarına neden olur. Sonuç olarak yavaşlama etkisi gözlenir ve seviyeler arasında ilerlemek için etkin geri besleme mekanizmalarının sağlanması gerekir. Güçlü bir geri besleme mekanizması ayrıca, tedarik zinciri araçları grubunun tümünün uygulanması sırasında kontrol edilmesi gereken arayüzlerin sayısını azaltan grubun tamamının bütünleşmesine olanak verir. Arayüzlerin sayısı ne kadar az olursa, sistemin uzun vadede muhafaza edilmesi o kadar kolay olur. Bu, ayrıca başarısız yığın veya interaktif koşumların olasılığını da azaltacaktır.

Sonuç olarak, tedarik zinciri yönetimi aslında planlama ufuklarında çakışan çeşitli seviyelere sahip olan bir zamanlama sürecidir. Tüm bu seviyeler eşzamanlı bir şekilde bulundurulmalı ve yukarı veya aşağı yöndeki bilgiler arasında hareket ederek problemlerin tümü çözülmelidir (Sengupta ve Turnbull, 1996).

**Şekil 2. Tedarik Zinciri Yönetimi Fonksiyonları**



**Kaynak:** Fox (1993).

“Tedarik zinciri yönetimi, ayrıca, müşteri ve tedarikçilerle de koordinasyonu gerektirir. Pazar dinamikleri bunu güçleştirmektedir. Müşteriler sık sık değişiklikler yapmakta veya siparişleri iptal etmektedir. Tedarikçiler yanlış malzemeleri sağlayabilmekte veya geç teslimat yapabilmektedir. Temin sürelerini ve envanteri minimize ederken pazarın dinamiklerine hızlı bir biçimde karşılık verecek sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır” (Yamak, 1999).

Pazarda olduğu gibi, üretimin tabanı da dinamik bir yapıdadır. Planlanmamış olayların gerçekleşmesi çizelgelenmiş faaliyetlerden sapmalara yol açabilir. Üretim kontrol sisteminin, planlı bir üretim için, üretim hedeflerini optimize edecek yöntemlerle bu olaylara cevap vermesi gereklidir. Olaylar bazı durumlarda, söz konusu kısımda kontrol altında olmayan problemlere yol açabilir. Üretim kontrol sistemi, faaliyetlerini planlama, satış ve pazarlama gibi daha üst seviyelerdeki fonksiyonlarla koordine etmelidir (Fox, 1993).

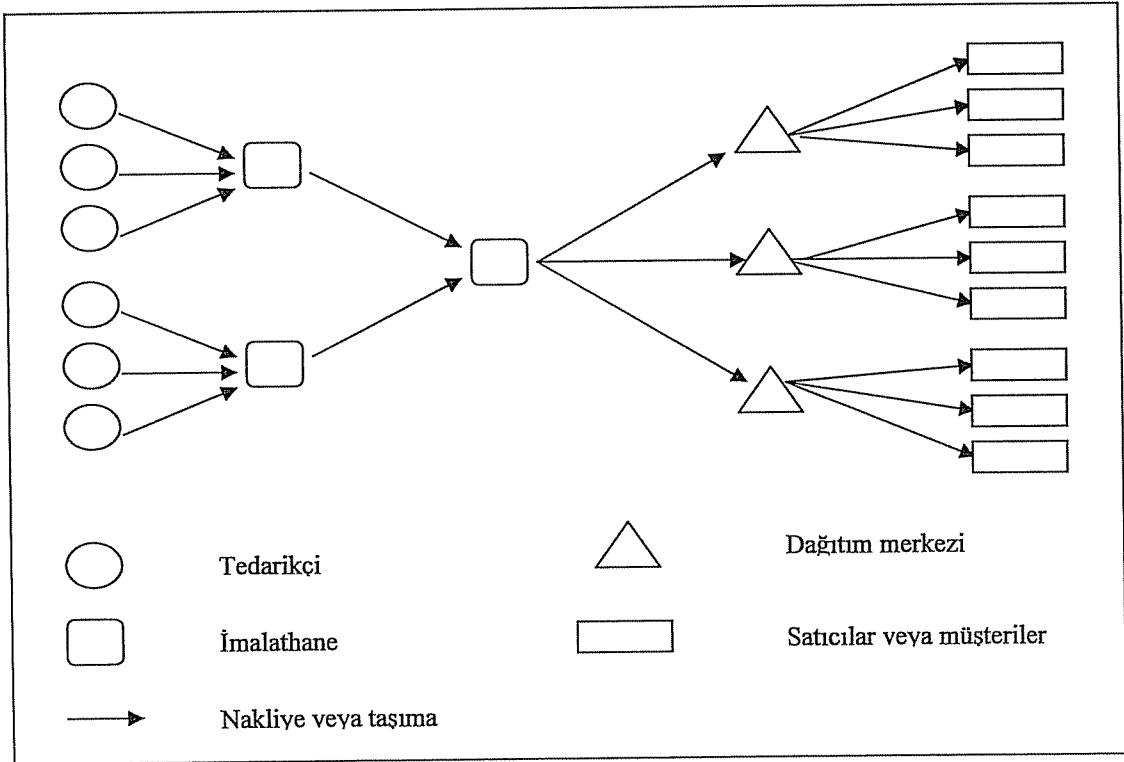
### 1.1.3. Tedarik Zinciri Yönetiminin Yapısı

Tedarik zincirinde malzemeler hammadde kaynaklarından, bu hammaddeleri yarı mamullere dönüştüren bir üretim seviyesine geçer. Bu yarı mamuller daha sonra tamamlanmış ürünleri meydana getirmek üzere bir sonraki seviyede birleştirilecektir. Elde edilen ürünler dağıtım merkezlerine ve buralardan da satıcılar ve müşterilere aktarılır.

Kısaca tedarik zinciri satılacak mal için gerekli satın alma ve elde etme ile başlar. Ardından, satışların desteklenmesi amacıyla envanter yönetimi ve depo yönetimine yönelir. Ürünlerin müşterilere teslimatıyla son bulur. Tedarik zincirindeki malzeme akışı Şekil 3'de görülmektedir.

Tedarik zinciri tek bir süreç olarak görülmeli, yönetim tarafından kontrol edilen ayrık bileşenler olarak değerlendirilmemelidir. İşletmeler, kendilerini sadece çeşitli fonksiyonların toplandığı bir organizasyon olarak görmeye kalmamalı aynı zamanda bütünleştirilmiş süreçler olarak da değerlendirmelidirler (Yüksel, 2002; 3).

Şekil 3. Tedarik Zincirinde malzeme akışı

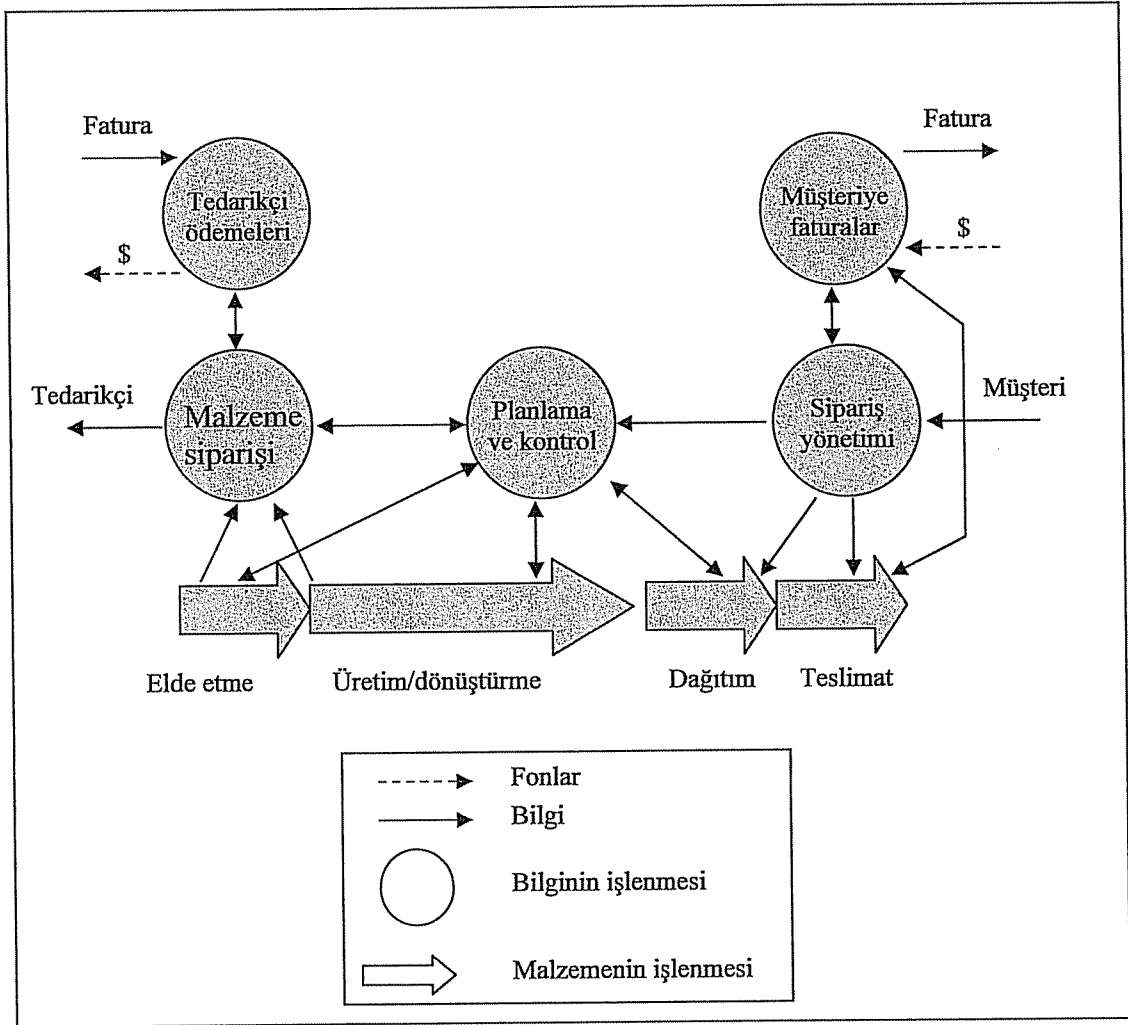


Kaynak: Teigen (1997).

#### 1.1.4. Tedarik Zinciri Çeşitleri

Tedarik zincirleri, artan kompleksliğine göre çeşitlilik gösterir. Tek safhalı tedarik zinciri hammaddelerin elde edilmesi, üretim ve dağıtımın malzeme akış fonksiyonlarını birleştirir. Bu çeşit tedarik zincirinde birçok bilgi işleme ve karar verme fonksiyonu bulunmaktadır. Fonların yönetimi de kapsamaktadır, çünkü borçlar ve alacaklar formundaki işletme sermayesi, envanter ve ekipman formundaki çalışma sermayesi kadar önemlidir.

Şekil 4. Temel Tek Safhalı Tedarik Zinciri

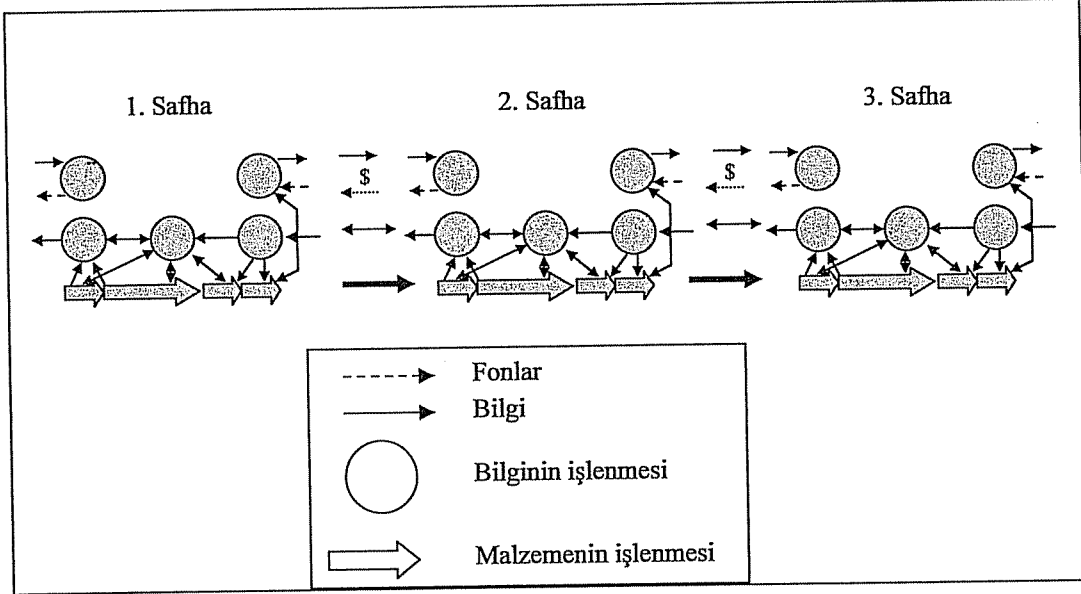


Kaynak: Metz (1998).

Çok Safhalı Tedarik Zinciri, tipik olarak çok şirketli tedarik zincirleridir, ancak özellikle de tek safhalı tedarik zincirlerinin çoklu kopyalarıdır. Volkswagen çok safhalı tedarik zincirine bir örnek sunmaktadır. Üretici, ilerideki sipariş bilgilerini ve gerçek

siparişleri elektronik olarak almak üzere satıcılarıyla birlikte çalışmakta ve günlük otomobil üretim planlaması için verileri girmektedir (Metz, 1998).

### Şekil 5. Çok Safhalı Tedarik Zinciri



Kaynak: Metz (1998)

#### 1.1.5. Etkin Bir Tedarik Zinciri Yönetimi İşletmelere Neler Kazandırır

Etkin bir TZY, işletmenin üretim ve pazarlamaya ilişkin faaliyetlerini olumlu yönde etkileyecek; daha fazla müşteri memnuniyeti, daha etkin ve verimli bir işletme olunmasını sağlayacak, daha düşük maliyetler ve daha yüksek kar ile birlikte istikrarlı büyümenin yolunu açacaktır.

Tedarik Zinciri Yönetiminin etkin olması işletme açısından;

1. Girdilerin teminin garantileyerek, üretimin devamlılığını sağlar.
2. Tedarik süresini azaltarak, pazardaki değişikliklere kısa sürede cevap verilmesini sağlar.
3. Tüketici siparişlerini en iyi şekilde karşılayarak kaliteyi artırır.
4. Teknolojiyi kullanarak yeniliği teşvik eder.
5. Toplam maliyetleri azaltır.

6. İşletmenin tüm bilgi, materyal ve para akışı yönetilebilir duruma gelir (Şen, 2006; 9).

### **1.1.6. Tedarik Zinciri Yönetiminde Performans Değerlendirmesi**

#### **1.1.6.1. Tedarik Zincirinin Performans Ölçümünde Toplam Kazanç Fiyatı Hesaplaması**

**Kalite maliyeti:** hata ve arızanın da bir maliyeti vardır. Düşük kalite kontrol, yeniden elden geçirme, ek idari yükler, yüksek arıza riski ve müşteri memnuniyetsizliğine neden olur. Ancak toplam kalite anlayışının yerine oturması da zaman, para ve samimi çaba ile gerçekleşebilir.

**Dağıtım maliyeti:** Güvenilir olmayan bir dağıtım sistemi, üretimde tıkanma ve eksiklik, yüksek düzeyde acil üretim zorunluluğu ve taşıma maliyetlerinin artması demektir. Tutarlı bir dağıtım performansının tutturulması yine yönetimin göstereceği çaba ve alacağı kararlara bağlıdır. Taşımada kullanılacak aracın cinsinin belirlenmesi, taşıyıcı ve rota planlamasının kritik faktörleridir.

**Teslim süresi maliyeti:** Uzun teslim süresi yüksek maliyet demektir. Satın alınıp, parası ödenmiş ama halen yolda olan bir hammaddenin taşıma maliyetinin yanı sıra yüksek finansman maliyeti de vardır. Satılmamış stok ve karşılanamamış talep de teslim süresi risklerinin arasındadır. Bu unsurlar da toplam kazanç fiyatının içinde hesaplandığında daha kısa sürede teslimat yapabilen tedarikçinin birim ürün fiyatında yüksek olmasına rağmen toplam kazanç fiyatının daha ucuz olduğu görülecektir. Nakliye: taşıma, toplama ve gönderme maliyetlerini de içerir.

**Depolama, paketleme ve katma değer hizmetlerinin maliyeti:** Paketleme tedarik zincirinin son halkasına kadar kalıcı olan unsurdur ve depolama alanı, elleçleme, raf ömrü ve benzeri birçok sorunla doğrudan bağlantılıdır. Paketleme maliyetlerinde azalma sağlanabilir. Hasar, kayıp, gecikme maliyeti (risk), gümrükleme işlemlerinin maliyetidir.

**Stok/envanter maliyeti:** Diğer alanlarda alınan kararlar ve yapılan uygulamalar stok seviyelerini doğrudan etkiler. Ortaya çıkan stok maliyeti dağıtım maliyetinin üzerinde olabilir. Yüksek stok ve envanter seviyesi, bağlanan sermayede faiz kaybına, kötüye

gidiş, kayıp ve hasar risklerinin de artmasına neden olur. Elde tutulması gereken stok doğru belirlenmelidir.

**İş idaresi maliyeti:** Bu sipariş verme, tüm evrak işlerini organize etme, maaşlar, finans, muhasebe, bilgi-işlem ekipmanları, ısıtma, aydınlatma ve data transfer kalemlerini içine alır. Her kalemin bir maliyeti olduğu unutulmamalıdır. Sipariş, iletişim ve genel giderler başlıkları altında toplanır.

**Fiyat:** Tedarikçi satış fiyatı genellikle en büyük kalemi oluşturur. Daha önce söz edilen faktörler eşit seviyede ise fiyat en belirgin faktör haline gelir. Ancak yukarıdaki faktörlerin eşit olması çok nadir karşılaşılan bir durumdur.

Bu unsurlar hizmetin kalitesi, tedarikçiye yaptığımız ödemenin vadesi, aldığımız iskontolar, ekipman kalitesi gibi unsurlarla daha derinleştirilebilir.

#### **1.1.6.2. Tedarik Zinciri Yönetiminde Kalitatif Performans Ölçütleri:**

1. Esneklik (tedarik zinciri elemanlarının ani talep değişikliklerine uyum sağlayabilmesi): Talepteki dalgalanmalara karşı tedarik zincirinin verebileceği yanıtın derecesidir.
2. Bilgi ve materyal akışı (tedarik zincirinde bütün fonksiyonların birbiri ile iletişim halinde olması): Tedarik zinciri içerisinde yer alan tüm aşamalar arasındaki bilginin akışı ve malzemelerin taşınmasının derecesidir.
3. Etkif risk yönetim (tedarik zincirinde bütün ilişkiler risk doğurur ve bunların minimize edilmesi gerekir): Tedarik zincirindeki ilişkilerin hepsi doğal risk içerir. Etkili risk yönetimi risklerin etkisini minimize etmenin derecesi olarak tanımlanır.
4. Tedarikçi Performansı (tutarlı biçimde hammaddeleri doğru zamanda ve iyi kondisyonda yerine ulaştırılabilmesi): Hammaddelerin üretim firmalarına zamanında ve iyi koşullar altında dağıtılmasının derecesidir.

#### **1.1.6.3. Tedarik Zinciri Yönetiminde Kantitatif Performans Ölçütleri:**

##### **1.1.6.3.1. Maliyet-kar amaçlı ölçümler:**

- a) **Maliyetin minimize edilmesi:** En çok kullanılan araçtır. Maliyet genel olarak tüm tedarik zinciri için yada özel iş birimleri için azaltılmaya çalışılır.

**b) Satış maksimizasyonu:** Satış karını ya da birim satışların sayısını arttırmaktadır.

**c) Kar maksimizasyonu (Gelir - maliyet):** Karı arttırmayı amaçlar.

**d) Stok yatırımı minimize edilmesi:** Envanter maliyetlerini minimize eder. Bu maliyet ürün maliyetlerini ve elde tutma maliyetlerini kapsamaktadır.

#### **1.1.6.3.2. Müşteri tepkiselliğine ilişkin ölçümler:**

**a) Müşteriye cevap verme minimizasyonu:** Sipariş verildiği zamandan siparişin müşteri tarafından alınmasına kadar geçen sürenin en aza indirgenmesini amaçlar.

**b) Sipariş hızı maksimizasyonu.**

**c) Ürün gecikmelerinin minimizasyonu:** Planlanan ürün dağıtım tarihi ile gerçekleşen ürün dağıtım tarihi arasındaki sürenin azaltılması amaçlanır (Akçay, 2003; 50).

#### **1.1.7. Performans Ölçümü**

Tedarik zincirinin performans ölçümü bugüne kadar çoğunlukla ihmal edilmiştir. Tedarik zinciri gibi işletmeler arası sistemlerde tüm sistemin ve tek işletmenin performansının zamanlı ve doğru değerlendirilmesi çok büyük önem taşır. Etkili bir performans değerlendirme sistemi;

- Sistemi anlamak için bir zemin hazırlar,
- Sistem boyunca davranışları etkiler,
- Tedarik zinciri üyelerinin çabalarının sonuçları hakkında bilgi verir.

Bir başka deyişle performans ölçümü; sistemi bir arada tutan, stratejik çözümleri yönlendiren ve bu stratejinin nasıl uygulandığını izleme imkanı veren bir araçtır. Araştırmalara göre tedarik zincirinin performansının ölçülmesi; çevrim zamanının azaltılması, planlama, maliyetlerin düşmesi, kalitenin yükselmesi, dağıtım performansının yükselmesi gibi pek çok olumlu sonuç doğurmaktadır. Diğer bir deyişle tüm zincirinin performansı olumlu yönde etkilenmektedir.

Tedarik zinciri yönetimi yaklaşımı zincirdeki tek bir üyenin performansının ölçülmesini değil tüm zincirin performansının değerlendirilmesini öngörür. Her ne



kadar zincirdeki her bir bireyin performansları farklı cinslerden olsa da tek bir odak nokta vardır: Nihai müşteriye verilen hizmetin sürekli geliştirilmesi. Uzun dönemde başarılı olunabilmesi için tedarik zincirinin nihai müşterisinin tatmininin sağlanması gerekir. Nihai müşteri, talebine ulaşması için geçen süre ve gereken maliyetle ilgilendir. O halde tedarik zinciri tüketicilerinin amacı toplam çevrim zamanını azaltırken maliyetleri de mümkün olduğunca düşük tutmak olmalıdır, iyi bir performans değerlendirmesi sorunları tespit etmenin yanı sıra çözüm önerileri de getirmelidir.

Bir performans ölçümünde;

- Tutulan stok miktarındaki değişimler,
- Tedarik zincirinin bütün olarak müşteri ihtiyaçlarını karşılama yeteneği,
- İç tedarik zinciri ilişkilerinin dayandığı güven düzeyi ölçülmelidir.

#### **1.1.8. Tedarik Zinciri Tasarımının Rekabet Avantajı Açısından Değerlendirilmesi**

Son dönemlerde popülerleşen Kaynak Bazlı Firma Teorisine (Resource-Based Theory of the Firm) göre; nerede rekabet edileceğini seçmek önemlidir fakat bunun için evrensel bir yasa yoktur, hiç bir pazar diğer bir pazardan kalıtsal olarak daha kârlı değildir, firmanın gücü önemlidir ancak güçlü kaynaklara sahip firmalar her zaman kazanmaz (Baden-Fuller, 2004). Yeni gelişen bu paradigmada “bir birey için beceri neyse bir organizasyon için yetenek odur”, “firmalar birbirlerinden farklıdır ve bu farklılıklar temelinde rekabet ederler” anlayışı hakimdir (Amit ve Shoemaker, 1993).

“Kısaca özetlemek gerekirse Dinamik Kaynak Bazlı Firma Teorisi firmayı, kuralları kesin belli olmayan ve değişen çalkantılı bir çevrede yavaş hareket eden aktörler olarak ele alır (Baden-Fuller, 2004). Eğer pazarlar ve firmalar statik olsalardı, rekabet her bir organizasyonun operasyonel amaçlarda odaklanmasına yol açardı. Firmalar dinamik hareketler sergileyen bir çevrede yaşadıklarından ve dışsal etkilere maruz kaldıklarından geleceğe odaklanmak zorundadırlar. Asıl olan yaratıcılık ve yeniliktir: gerçek anlamda taklit edilemeyen, kalıcı rekabet avantajı yaratmanın sırrı; endüstride rekabetin kurallarını değiştiren, değiştirme potansiyeli olan yeni rutinler, yeni beceriler ve yeni örgütsel yetenekler geliştirmektir” (Baden-Fuller, 2004).

Tedarik zinciri literatürüne bakıldığında da tedarik zincirinin rekabet avantajı yarattığına ilişkin ip uçlarını görmek olanaklıdır: Lee'ye göre iyi entegre edilmiş (bilgi akışı ve koordinasyonu) tedarik zincirleri maliyetleri azaltıp kâr ve pazar payının artmaktan çok daha fazlasını sağlayarak tedarik zinciri ortakları ve hisse senedi sahipleri için değer yaratırlar (Lee, 2002). Benzer bir şekilde tedarik zinciri kapasitesinin genel ürün stratejilerinde olduğu kadar genel firma stratejilerinde de önemli olduğunu ileri süren Lummus ve Vokurka da tedarik zincirinin entegrasyonunu başaran firmalarda stoklara daha az yatırım yapıldığını, nakit akışı döngüsündeki zamanın kısaldığını, materyal alma maliyetinin düştüğünü, işgören verimliliğinin arttığını, daha düşük lojistik maliyetlerine katlandıklarını ve kısa dönemli talep artışlarında dahi müşterinin talep ettiği zamana uyabilme yeteneğinin daha gelişkin olduğunu rapor etmişlerdir (Lummus ve Vokurka, 1999).

Tedarik Zinciri Yönetiminde müşterilere yüksek değer sunabilmede israf, ana düşman olarak kabul edilmekte, bütün düzeydeki tedarikçiler ile yakın ve uzun dönemli iş ilişkileri hatta ortaklıklar tavsiye edilmektedir. Bu nedenle firmalar daha etkin ve cevap verici tedarik zincirleri oluşturmaya yönlendirilmektedir. Bunun altında yatan temel neden bundan sonra bir firma diğer bir firma ile değil tedarik zinciri tedarik zincirleriyle rekabet edeceği kabulüdür. Böyle bir kabulün oluşmasının temelde iki nedeninin olduğu ileri sürülmektedir (Cox, 1999; 168): Birincisi, Japon otomotiv firmalarının daha yalın, montaj bazlı, tam zamanında üretim ve talep çekmeye dayalı paradigmasının, tarihsel olarak dikey olarak bütünleşmiş, tedarikte itmeye dayalı Batılı Otomotiv Endüstrisini alt üst etmesidir. İkincisi, bilgi işleme ve internet ile ilgili teknolojide büyük değişimlerin firelerin elimine edilmesini sağlayacak avantajları sunmasıdır.

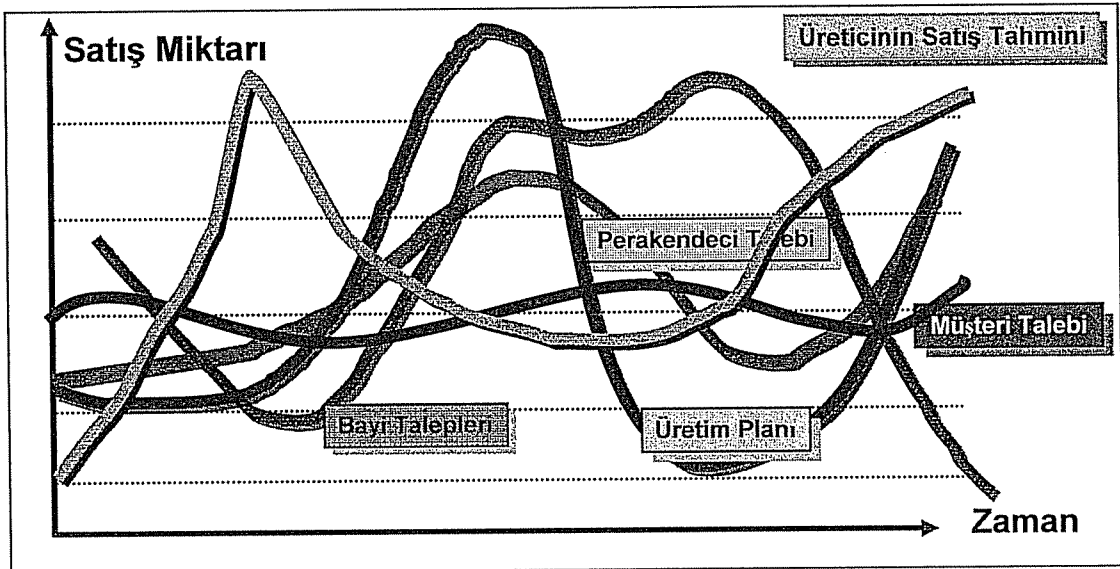
Özetle ifade etmek gerekirse, tedarik zinciri tasarımında rekabet avantajına yol açan "en doğru yolun" entegrasyon ve yalınlık olduğu dikkati çekmektedir. Ancak gelişiminin ilk aşamalarında olduğu ileri sürülebilecek bu modelin uygulanması ve yaygınlaşması, Cox'un da belirttiği gibi tedarik zincirinde güç yapısının değişimine dayalı olduğundan zor gibi görünmektedir (Cox, 1999).

## 1.2. Kamçı Etkisi/Artan Talep Değişkenliği (Bull Whip Effect)

Kamçı etkisi/artan talep değişkenliği, bir tedarik zincirinin herhangi bir noktasındaki talep değişiminin zincirinde yarattığı her türlü dalgalanma ve tedirginlik etkisi olarak tanımlanabilir (Fransoo ve Wouters, 2000). Genel bir açıklama ile, son müşteri talebindeki küçük bir dalgalanmanın, zincirin son müşterisi ile ilgili şirketlerin talebinde olağanüstü bir değişime neden olmasıdır. Bu değişime ek olarak dalgalanmayı, şirketlerin değişen taleplere cevap vermesi için gereken zaman farkları arttırmaktadır.

Kamçı etkisi, tek bir perakendeci, tek bir toptancı, tek bir üretici ve tek bir tedarikçiden oluşan dört seviyeli örnek bir tedarik zincirinde şu şekilde tanımlanabilir: Belirli ürünler için müşteri talebi çok fazla değişmese bile stok ve art sipariş (backorder) seviyeleri tedarik zinciri boyunca gözle görülür biçimde değişir. Müşterinin perakendeciye verdiği siparişler gitgide artan oranda dalgalanır. Tedarik zincirinin üst kademelerine çıktıkça talep miktarında görülen değişkenlikteki bu artış kamçı etkisi olarak adlandırılır. Kamçı etkisi ile, zaman içerisinde son müşteriden gelen sipariş miktarındaki dalgalanma perakendeciden dağıtım kanalına, dağıtım kanalından üreticiye çıkıldıkça artmaktadır.

Şekil 6. Tedarik zincirinde değişkenlik



Kaynak: Mc Guffry (1998), Tanyaş, (2005)

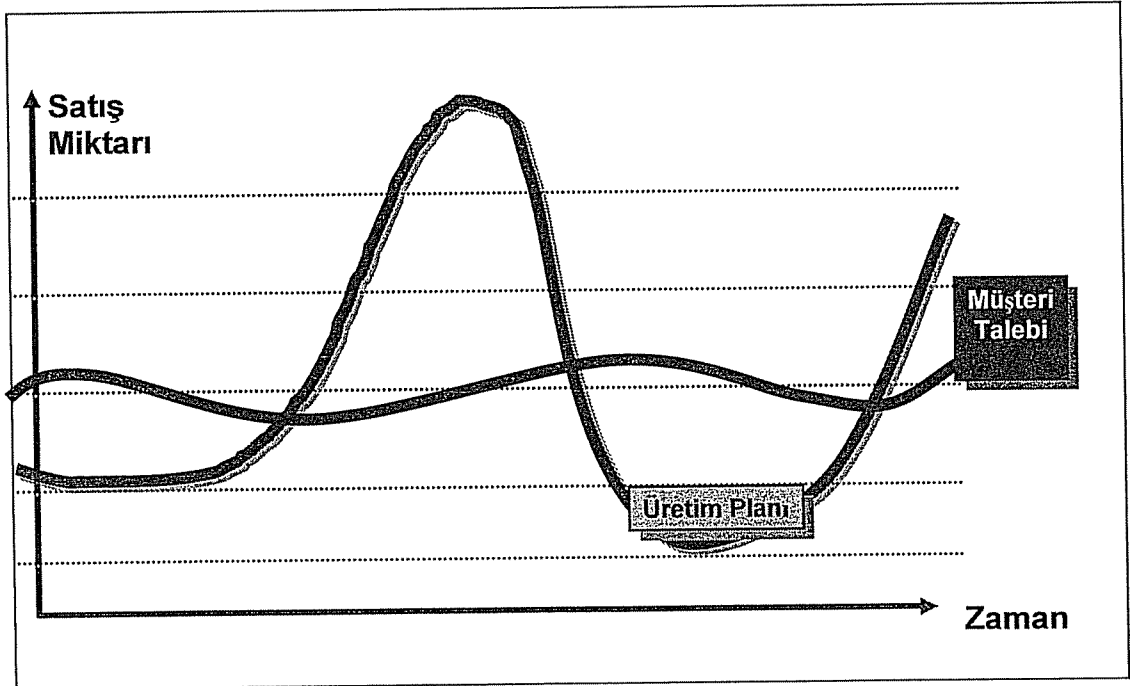
Tedarik zincirinin üst kısmına gidildikçe değişkenlik artar. Kamçı etkisinin neden olduğu bu değişkenlik Şekil 6'da görülmektedir. Müşterinin talebi çok değişkenlik göstermemesine rağmen perakendenin talebinde dalgalanma artmaktadır. Bayideki dalgalanma daha da artmakta, üretim oranı ve dolayısı ile üreticinin de tedarikçiden talebi daha da dalgalı bir şekilde artmaktadır.

Bu durumun iki uç boyutunu Şekil 7'de görebiliriz. Müşteri talebinin fabrikadaki üretim miktarı üzerindeki etkisi her zaman doğrusal boyutta olmamaktadır. Bir dönem üretim talebin üzerinde iken, diğer dönem altında kalabilmektedir.

Talep ile üretim arasındaki değişkenliğin nedenleri;

- i- Satış kampanyaları,
- ii- Hacim ve taşıma indirimleri,
- iii- Özel günlerden önce şişirilmiş talepler,
- iv- Talep tahmin yöntemleri,
- v- Uzun teslim süreleridir.

Şekil 7. Tedarik zinciri dinamikleri

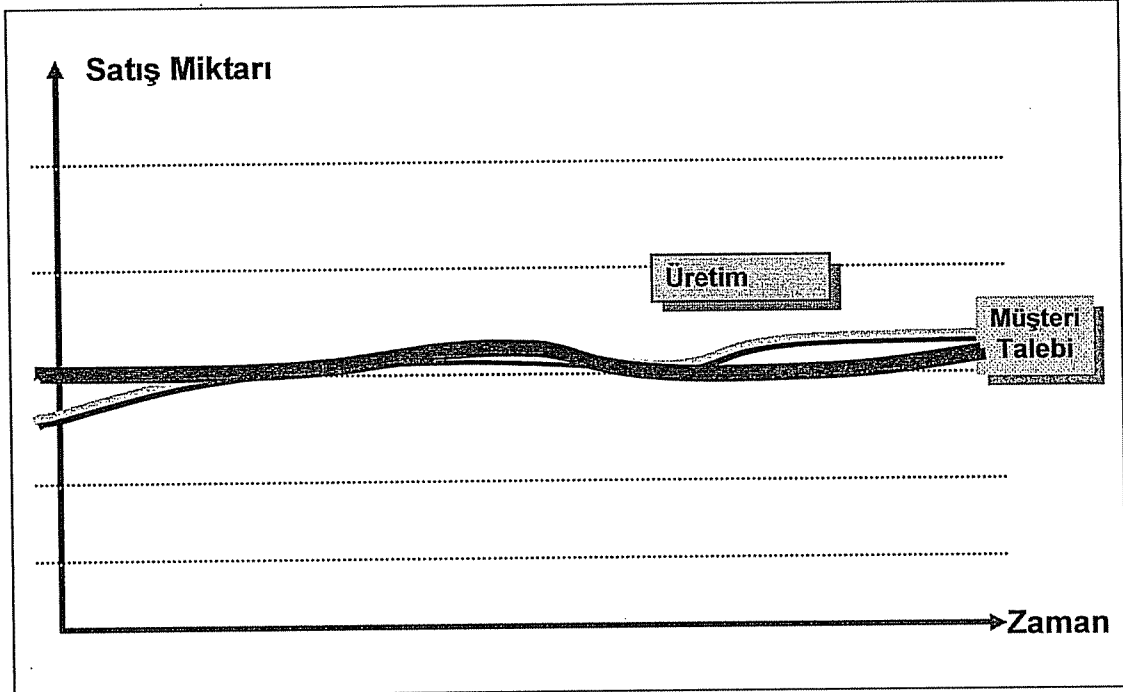


Kaynak: Mc Guffry (1998). Tanyaş, (2005)

Ani talep dalgalanmalarına karşı önlem almak ve stoklarını sabit tutmak için perakendecinin toptancıya müşteriden aldığı talebin biraz fazlasını, dağıtıcının da üreticiye daha fazla sipariş vermesiyle geriye doğru gittikçe büyüyen taleple karşı karşıya kalınır. Gereğinden fazla gösterilen talepten en çok üretici ve tedarikçiler etkilenir.

Şekil 7’de üretim ile talep arasındaki farklılık gösterilmiştir. Fakat yönetimin isteği ise çok farklıdır. Yönetim ise Şekil 7’deki gibi müşteri talebi ile örtüşen bir tedarik zinciri arzulamaktadır.

### Şekil 8. Yönetimin istediği



Kaynak: Mc Guffry (1998), Tanyaş, (2005)

Önlenmesi için birlikte karar verme ve bilgi paylaşımı gereklidir. Marks&Spencer bu soruna günlük satışlarını tedarikçilerine duyurarak çözüm bulmuştur. Diğer taraftan Toyota tam zamanlı üretim sistemini tedarikçilere de yayarak kamçı etkisini önlemiştir (Render, 2002; 444-445).

Kamçı etkisi bir çok üretici, dağıtıcı ve perakendeci için önemli problem kaynağıdır çünkü kamçı etkisi;

i. zincirdeki her üyenin belli bir servis seviyesini korumak adına kendi emniyet stoğunun artmasına,

- ii. sistem bütününde aşırı stok tutma nedeniyle artan maliyetlere,
- iii. kaynakları planlarken ortalama siparişin mi yoksa maksimum siparişin mi temel alınması gerektiği tam belli olmadığından işgücü ve taşıma gibi kaynakların verimsiz kullanılmasına yol açar.

### 1.2.1. Tedarik Zincirinde Kamçı Etkisini Arttıran Etkenler

Tedarik zincirinde kamçı etkisini arttıran etkenler şunlardır;

- i. **Talep öngörüsü:** Stok kontrol parametreleri son kullanıcı talebinin ortalamasına ve standart sapmasına çok güçlü bir biçimde bağlıdır. Hemen hemen tüm talep tahmin yöntemlerinin ortak yanı, müşteriden gelen taleple ilgili daha çok bilgi edinildikçe, talep öngörüsündeki ortalama ve varyans değerleri değiştirilir. Buna bağlı olarak emniyet stoğunda ve sipariş üst seviyesinde (order-up-to-level) de dalgalanmalar yaşanır.
- ii. **Tedarik süresi:** Sipariş yenileme noktası ve emniyet stoğu seviyesi gibi stok kontrol parametrelerini hesaplamak için müşteri talebinin ortalaması ve standart sapması tedarik süresi ile çarpılır. Böylece tedarik süresi uzadıkça talep değişkenliğindeki ufak değişiklikler sipariş yenileme noktası, emniyet stoğu seviyesi gibi stok kontrol parametrelerinde ve buna bağlı olarak sipariş seviyesinde önemli değişimlere yol açar. Bu da varyansı artırır.
- iii. **Toplu sipariş:** Eğer perakendeci toplu sipariş (batch ordering) yöntemini kullanıyorsa toptancı hiç sipariş almadığı uzun bir süreden sonra yüklü bir sipariş alabilecek ve döngü bu şekilde devam edebilecektir. Özellikle perakendecinin sabit sipariş periyodu yöntemini kullandığında bu durum gözlemlenebilecektir. Böylece talepteki yüksek varyans kamçı etkisini arttıracaktır.
- iv. **Fiyat dalgalanmaları:** Eğer sektörde büyük fiyat dalgalanmaları yaşanıyorsa perakendeciler genelde fiyatlar düşüken büyük miktarlarda sipariş vereceklerdir. Bu durumda sipariş seviyesindeki düzensizlik kamçı etkisini arttıracaktır.
- v. **Şişirilmiş sipariş:** Piyasada ilgili ürün için kıtlık yaşandığında perakendeciler tarafından verilen şişirilmiş siparişler kamçı etkisini arttırıcı yönde

çalışacaktır. Kıtık dönemi bittiğinde perakendeci tekrar standart siparişlerini vermeye başlayacaktır fakat bu durum sağlayıcılar açısından talep öngörülerinin gerçekleşen talepten büyük miktarlarda farklılık göstermesine neden olacaktır.

### 1.2.2. Kamçı Etkisini Azaltmanın Yöntemleri

Kamçı etkisini azaltmanın bazı yöntemleri şu şekilde sıralanabilir:

- i. **Belirsizliği azaltmak:** Tedarik zincirinin her kademesi müşteri talebi hakkında tam bilgiyle donatılırsa kamçı etkisi azaltılabilir.
- ii. **Değişkenliği azaltmak:** Son müşteri talebindeki dalgalanmanın azaltılması, tedarik zinciri boyunca görülen kamçı etkisini azaltacaktır. Örneğin eğer perakendeci dönemsel promosyonlar yerine “her zaman ucuz fiyat” politikası izliyorsa müşteri talebindeki değişkenlik azalacaktır.
- iii. **Tedarik sürecini azaltmak:** gecikme zamanı talep tahminine bağlı olarak ortaya çıkan değişkenlikteki artışı körükler. O halde gecikme zamanını azaltmak tedarik zincirindeki kamçı etkisini azaltacaktır.
- iv. **Stratejik ortaklık:** Stratejik ortaklık tedarik zinciri boyunca bilginin paylaşılma ve stokların yönetilme biçimlerini değiştirir bu da kamçı etkisini azaltacaktır (Dönmez, 2003).

## **BÖLÜM 2. TEDARİK ZİNCİRİ TASARIMI VE ÜRETİM VE KONTROL SİSTEMLERİNİN ( İTME / ÇEKME SİSTEMLER) İNCELENMESİ**

### **2.1. Tedarik Zinciri Tasarımı**

Tedarik zinciri yönetimi literatürüne yönelik olarak yapılan araştırmada tedarik zinciri tasarımı kavramının kullanıldığı ancak bu kavramın çok değişik biçimlerde, sınırlı olarak ele alındığı tespit edilmiştir. Yaptığımız incelemelerden hareketle, tedarik zinciri tasarımı kavramı üç temel alt başlıkta ele alınmıştır: Genişletilmiş organizasyon yapısı, bilgi paylaşım yapısı ve üretim yönelimi.

#### **Genişletilmiş Organizasyon Yapısı:**

Taylorizm, Fordizm, Weber Bürokrasisi gibi klasik yönetim doktrinleri endüstri çağı yapılarının temellerini oluşturmaktadır. Bu yapılar temelde üretim sürecinden doğan kârın maksimize olduğundan emin olacak şekilde, hammaddeden ürüne kadar dikey entegre olmuş, bürokratik ve hiyerarşik yönetim kontrol sistemi kurulmasına yönelik, optimizasyon ve en az maliyeti sağlayacak “rasyonel” yapılardır (Lowendahl ve Revang, 1998; 758). Kitle tüketimi dönemi olarak tanımlanan, görece durağan bir pazar için önerilen bu yapının o dönemin gereklerini yerine getirebilecek nitelikte olduğu söylenebilir. Ancak bu yapılar bugünün modern yaklaşımındaki daha organik yapılara göre daha az etkindirler ve özellikle fiyat üzerine odaklandıkları için bu dikey bütünlük yapı içerisinde yüksek kalite ve dağıtım performansı gibi değerlendirme kriterlerini ihmal etmektedirler (Rich ve Hines, 1997).

Özellikle artan globalleşme, keskin fiyat rekabeti, kalite ve güvenilirliğe yönelik artan müşteri talebi ve aynı zamanda yeni çalışma ve ticaret biçimlerini olanaklı kılan teknolojik değişimler, organizasyonların rekabetçi gücünü koruyabilmeleri için müşteri hizmet düzeylerinin geliştirilmesini ve/veya maliyetlerin azaltılmasını hedefleyen tedarik zinciri yönetiminin uygulanmasına yol açmıştır (Franks, 2000; 152). Bu amaca yönelik olarak yeniden yapılanmada Stevens’in dörtlü aşamasının sonuna gelen firmalar; dikey hiyerarşik yapılardan daha yatay, birbirlerine stratejik işbirliği ve ortaklık ilişkisi ile bağlı ancak ana firmadan bağımsız çalışma özerkliğine sahip, daha esnek, genişletilmiş ağa (network) dayalı bir hale gelmişlerdir (Ito ve Rose, 1994;35).



Tedarik zinciri ağı (network); tedarikçi, nakliyecisi, üretici, dağıtım merkezleri, perakendeci ve tüketici ile ortaya çıkan tedarik zincirini oluşturan sistemler, alt sistemler, operasyonlar, aktiviteler ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini içeren karmaşık bir bütündür. Bu karmaşık bütünün tasarımı, modelinin oluşturulması ve hayata geçirilmesi firmanın maksimum etkinlik ve verimliliğe sahip olmasında oldukça belirleyici bir rol üstlenecektir. Hızlı bir şekilde, çok çeşitli ürünün, arzulanan fiyat ve kalitede sunumunun sağlanabilmesi için network elemanlarının mümkün olduğunca azaltılması ve yapının yalın hale getirilmesi gerekir. Bu konudaki güzel bir örnek standart dağıtım merkezlerine getirilen yeni “cross-docking” yaklaşımıdır. Standart dağıtım merkezlerinin aksine “cross-docking”lerde ürün hiçbir zaman stoklanmadan hızlı bir şekilde perakendeciye gönderilmesi sağlanır (Swaminathan, Smith ve Sadeh, 1998; 622). “Cross-docking”de perakendecinin ürünleri sisteme itmesi yerine müşteriler ürünleri istedikleri zaman ve yerde çekerler. Bunun anlamı; bütün mağazalar, dağıtım kanalları ve tedarikçiler arasında komuta ve kontrol mantığının yerine çok daha az merkezi kontrole dayalı, düzenli, informal işbirliğinin geçmesidir (Stalk, Evans ve Shulman, 1992; 59).

Özetlemek gerekirse, organizasyon yapısı, yapının sadece organizasyonun kendi iç yapısı değil tedarik zinciri elemanlarının toplamından oluşan “genişletilmiş girişimler” (extended enterprise) olduğu varsayılmıştır. Ancak günümüzde Japon sistemi benzeri bu yapıların yaygınlığını ve kolayca uygulanabilirliğini ileri sürmek pek olanaklı görülmemektedir (Cox, 1999; 170). Yalınlığı ve entegrasyonu en doğru yol olarak öneren bu modelin uygulanması ve yaygınlaşması, tedarik zincirinde güç yapısının değişimine dayalı olması nedeniyle zor gibi görünmektedir (Cox, 1999; 172).

**Bilgi Paylaşım Yapısı:** Her ne kadar bütünleşik bir yapı olarak tanımlansa da tedarik zinciri kendi içerisinde departmanlara sahip, çok sayıda işletmeden oluşacaktır. Her bir işletmenin kendi içerisinde ve zincir elemanlarıyla kuracağı iletişim düzeyi ve şekli, zincirin esnek ve değişimlere duyarlı bir yapıda olması için hayati bir önem taşıyacaktır. Jones ve Towill (1997). Tedarik zinciri bilgi paylaşım yapısının tasarımında paylaşılacak bilginin tanımlanması ve bilgiye hızlı ulaşımın sağlanması olmak üzere iki ana konunun önemine değinmişlerdir. Davis ve O’Sullivan (1999) ise üç boyutlu bir model önerisi getirmişlerdir. Bu üç boyutlu modelde bilgi paylaşım

yapısının kapsamı, vereceği hizmetler ve sistemin teknolojik alt yapısı belirlenmeye çalışılmıştır. Sistemin kapsamı, tedarik zincirini oluşturan elemanları (tedarikçi, üretici, dağıtımçı ve müşteri) belirlemeye yöneliktir. Doğal olarak bu zincir elemanlarının alt elemanları da vardır (departmanlar, fonksiyonel alt bölümler ve bireyler) (Simchi-Levi, Kaminsky, Simchi-Levi, 2000; 2). Kapsam boyutunu oluşturan bu elemanlar tedarik zinciri bilgi sisteminde birbirleriyle bağlantılı olmak zorundadır. Bu iletişim ağı, tedarik zinciri elemanlarını tek bir organizasyonmuşçasına birbirine yakınlaştıracaktır (Davis ve O’Sullivan, 1999). Sistemin vereceği hizmetler ise birebir olarak sistemde hangi bilgilerin paylaşılacağıyla ilişkilidir. Helferich 1983’te lojistik karar destek sistemi veri tabanının oluşturulmasına yönelik yaptığı çalışmasında bilgi paylaşım yapısını dört temel unsurla tanımlamıştır: Temel dosyalar, kritik faktörler, politikalar/parametreler ve çözüm dosyaları. (Bowersock, Class ve Heferch, 1986; 371). Detaylı bilgi aşağıdaki tablodadır.

**Tablo 1: Bilgi Paylaşım Yapısındaki Unsurlar**

<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <b>Temel Dosyalar;</b> Satış-ürün/pazar (tarihsel ve tahmini), Taşıma-şekil/miktar/sınıf (nakliye özellikleri, oranlar/maliyetler, yükler), Stok-parça/bölge (stok seviyesi, maliyet faktörleri, hizmet seviyeleri), Üretim-parça/fabrika/hat (üretim seviyesi, maliyetler, kapasite), Depolama-parça/bölge (miktar, kapasite, maliyetler).</li><li>➤ <b>Kritik Faktörler;</b> Planlama süresi , ürün karması, analiz kapsamı, sınırlamalar ve prensipler.</li><li>➤ <b>Politikalar/Parametreler;</b> Stok politikası, üretim politikası, nakliye planları, hizmet seviyesi, stok tutma maliyeti.</li><li>➤ <b>Çözüm Dosyaları;</b> Minimum maliyet, maksimum hizmet, iyimser satış, kötümser satış,</li></ul>
--

Kaynak: Bowersock (1986).

Hangi bilgilerin paylaşılacağı sorusunu ise nasıl paylaşılacağı sorusu takip edecektir. Geleneksel tedarik zinciri yapısında perakendeci, müşteri bilgisini direk olarak görebilen tek elemanken, diğer tüm üyeler kendisinden bir önceki üyeden aktarılan bilgilere sahiptirler. Bu yüzden de geleneksel tedarik zincirinde bilgi hem tahrip olmakta hem de bilgiye ulaşılması zaman aldığından değerini kaybetmektedir (Cox, 1999; 168). Oysa yeni yaklaşımlarda bilgi paylaşım yapısı, direk ulaşılabilir tam zamanlı bilgi ve periyodik bilgi olmak üzere iki ayaklı olarak tanımlanmaktadır. Periyodik bilgi, firmanın stratejilerindeki bir değişimi, bir fiyat düzenlemesi, yeni ürün ve hizmetlerin tanıtımı vb. bilgilerin tedarik zinciri elemanlarına iletilmesini sağlar. Periyodik bilgi, tam zamanlı bilginin aksine bütün tedarik zinciri elemanlarına mesaj

biçiminde gönderilir (Swaminathan, Smith ve Sadeh, 1998). Tam zamanlı bilgi paylaşımı, geleneksel hiyerarşik bilgi akış yapısının aksine, tüm zincir üyelerinin bağlı olduğu bir bilgi akış ağı ile gerçekleştirilir. Bu ağ üzerinden zincirin tüm elemanları birbirleriyle direk iletişim kurabilir, ihtiyaç duydukları bilgileri ilk elden, tam zamanlı olarak alabilirler (Jones ve Towill, 1997; 139). Özellikle direk ulaşılabilir tam zamanlı bilgi, tedarik zinciri üyelerinin rollerinde de değişikliklere neden olmaktadır. Tedarikçi Yönetimli Stok (Vendor Managed Inventory) yaklaşımı bu değişime gösterilebilecek en güzel örnektir. Tedarikçi Yönetimli Stok yaklaşımında perakendecilerinin satış ve stok bilgilerini tam zamanlı olarak takip eden tedarikçi firma, gerekli gördüğü zamanlarda gerekli gördüğü miktarda ürünü perakendecisine göndermektedir (Simchi-Levi, vd, 2000; 132). Bu yaklaşım tedarik zinciri üyelerinin geleneksel olarak tanımlanmış rollerinden oldukça farklıdır.

**Üretim Yönelimi (Orientation):** Üretim yönelimi, temelde üretimin stok için mi yoksa sipariş için mi yapılacağı noktasında odaklanmaktadır. Endüstri devrimi sonrasında 1980'lere kadar Batı Endüstrilerinde ağırlıklı olarak uygulanan ve günümüzde de belirli sektörlerde örneklerinin görüldüğü stok için üretim yapısında, talep tahminlerinden yola çıkılarak üretim planları yapılmakta ve bu planlara uygun olarak tedarik zinciri tanımlanmaktadır (Womack, vd., 1990; 59-64). Bu sistemde faaliyetler üretimin ilk adımından serbest bırakılmakta ve bu adım süreçteki işi bir sonraki aşamaya itmektedir. Son aşamaya gelene kadar her aşama işi bir sonraki aşamaya itecektir. İtme tipi sistemler stok kontrollerini her bir aşama için ayrı ayrı yapmak durumundadırlar (Stevenson, 1999; 672). Yanlış bir talep tahmini, ki bu oldukça sık karşılaşılan bir durum olarak nitelendirilmektedir, süreçte çok ciddi stok miktarlarının ortaya çıkmasına neden olacaktır. Buna sistemdeki belirsizliklere karşın elde tutulan güvenlik stokları da eklendiğinde stok tutma maliyeti çok ciddi boyutlara çıkmaktadır (Sarker ve Fitzsimmons, 1989; 1715).

İtme tipi sistemdeki olumsuzlukları kısmen ortadan kaldırmaya yönelik alternatif bir sistem 1950'lerde Toyota'da uygulanmaya başlanan tam zamanında üretim (TZÜ: Tam Zamanında Üretim) yaklaşımına dayalıdır.

TZÜ yaklaşımının temelini küçük partilerle üretim ve dağıtım anlayışı oluşturmaktadır. Başka bir deyişle TZÜ yaklaşımında süreçteki tüm faaliyetler ihtiyaç

duyulduğu anda, ihtiyaç duyulduğu miktarda yapılmalıdır (Duclos, Siha ve Lummus, 1995; 36-37). Bunun anlamı, üretimin müşteriiden gelen talebe yönelik olarak gerçekleştirileceğidir. Müşteriden gelen talebe göre üretim tetiklenecek, zincir boyunca üretimin yapılabilmesi için gerekli bilgi müşteriiden hammadde tedarikçisine kadar akacaktır. Bu bilgi doğrultusunda ters yönde bir materyal akışı olacaktır. “Çekme Tipi” olarak adlandırılan bu sistem içerisinde akış müşterinin çekmesi ile gerçekleşecektir (Stevenson, 1999). Çekme tipi bir sistemin hayata geçirilebilmesi içinse üretim sürecinin müşterinin kabullenebileceği süreler indirilmesi gerekmektedir. Bunun gerçekleştirilebilmesi ise, sistemin gereksiz faaliyetlerden ve israflardan tamamen arındırılmasına yani yalın olmasına bağlıdır (Wafa, Yasin ve Swinewhart, 1996; 23). Tam zamanında tedarik yaklaşımı üretim birimlerine veya üretici firmaya odaklanmak yerine, tedarik zincirine odaklanır ve tedarik zincirini bütünleşik bir yapı olarak ele alır.

Üretim yönelimi konusunda verilecek karar ürüne göre değışir. İtme-çekme stratejilerine de bu doğrultuda karar verilir.

## **2.2. Üretim ve Kontrol Sistemlerinin İtme ve Çekme Sistemler Olarak İncelenmesi**

Stok yönetiminde ve üretim kontrol sistemlerinde genel olarak iki temel yaklaşım söz konusudur; itme ve çekme sistemi (Emre, 1995).

İmalatçılarının çoğu, talep tahminlerine dayanarak üretim çizelgelerini hazırlamaktadır. Bu üretim çizelgelerine göre işler, öncelik sırasına göre iş merkezlerinde işlenir. Bu bir itme sistemidir. Yani parçalar imal edilir. Ve gerekli olduğu bir sonraki atölyeye veya stoka gönderilir. Böylece malzemeler çizelgeye göre üretim boyunca itilirler. Bu sistemde üretim kontrol kısmı, çizelge üzerinde üretimi sürekli takip ederek öncelikleri güncelleştirir, gerçekleşen ve planlanan üretim miktarlarını kontrol eder, sapmaları ortaya çıkarır. Bu sapmaları minimize etmek veya ortadan kaldırmak için araştırmalar yapar.

Çekme sisteminde ise, sonraki proses önceki prosesin deposundan, sadece kullandığı hız, miktar ve zamanda parçaları talep eder ve çeker. Bu sistemde, her safhada sınırlı miktarda stok tutulur. Malzeme hareketler; programlanmış kullanım oranına göre değıl

gerçek kullanım oranına göre ayarlanır. Çekme sisteminin bir özelliği de; envanterin dinamik yapıda olması ve depolarda veya paletlerde tutulmamasıdır.

İki sistem genel hatlarıyla şöyle karşılaştırılabilir:

1- İki sistem arasındaki temel farklılık, çekme sisteminin üretimi mevcut talebe göre yönlendiriyor olması, itme sisteminin ise üretimi gelecekteki talep tahminine göre yönlendiriyor olmasıdır.

2- Talepteki önemli değişiklikler, çekme sistemlerinde sonraki prosesten öncekine artarak geçmesine karşın, itme sistemlerinde her proses için üretim çizelgesini yenilemek çok zor veya imkansız olacağından muhtemelen bu değişiklikler aşırı stoka veya ölü stoklara neden olmaktadır.

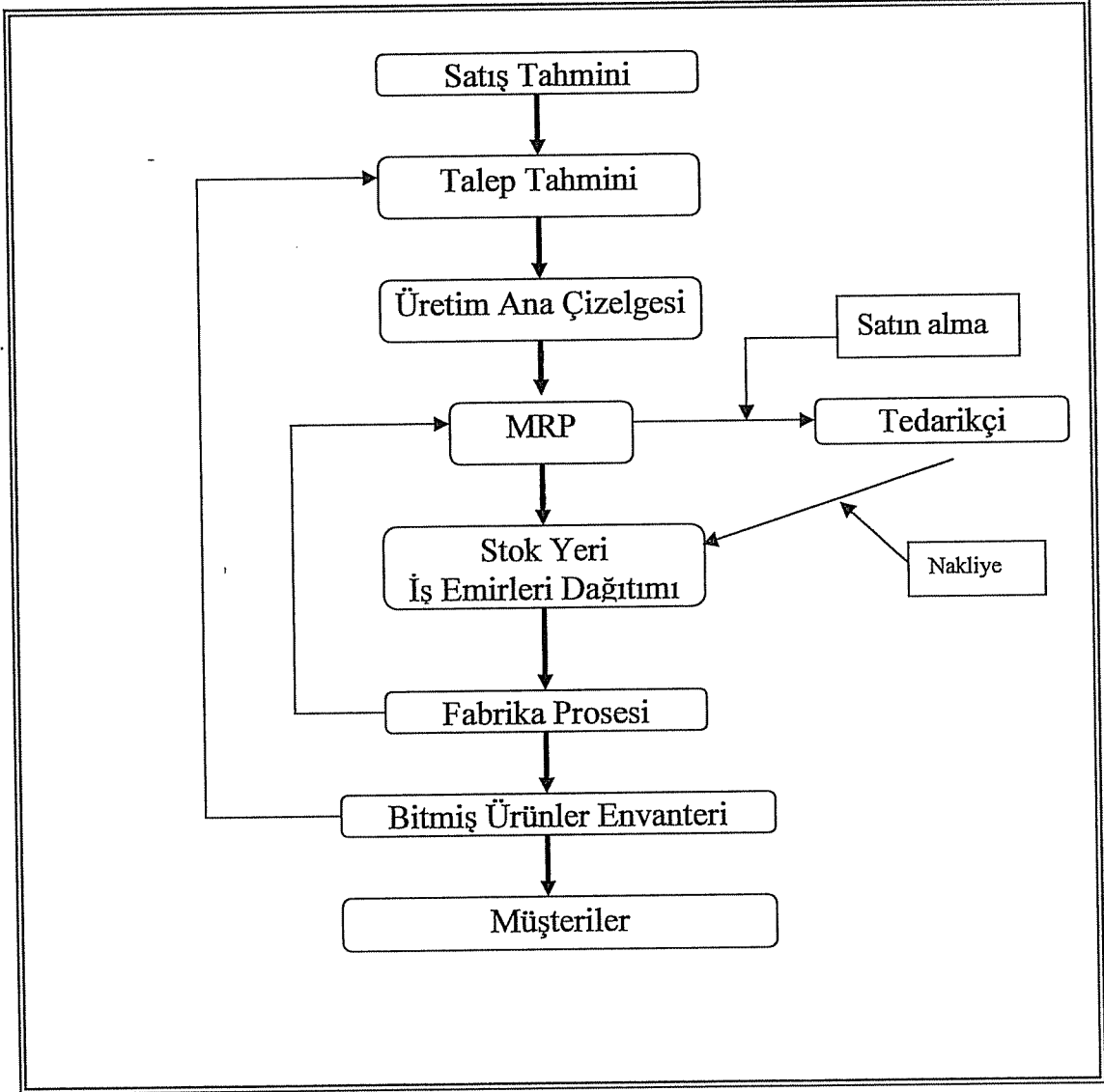
3- Çekme sistemleri, proses içi stokun istenmeyen birikimini, yani işlerin gereksiz yere başlatılmasını, problemler veya hatalar ortaya çıkmadan önce çok sayıda hatalı parçanın üretilmesini engelleyen yöntemlere sahiptir. Oysa itme sistemlerinde, üretim hızı ve stok düzeyini tüm durumlar için incelemek ve takip etmek zor olduğundan, safhalar arasında emniyet stokları tutulmakta ve üretim çizelgesi bu stokları da içerecek şekilde hazırlanmaktadır. Başka bir deyişle, meydana çıkacak hatalı veya eksik parçaları karşılamak amacıyla emniyet stoklarının tutulmasına razı olunmaktadır.

4- İtme sistemlerinde üretim kontrolü bir merkezden yönetilmekte ve her prosese üretim planlama ve kontrol (ÜPK) kısmından iş emirleri dağıtılmakta; böylece birbirinden bağımsız olarak çalışan her prosesin üretimi yine ÜPK kısmı tarafından sürekli olarak planlanan üretim ile karşılaştırılmaktadır. Başka bir deyişle, bu sistemlerde ÜPK kısmı ile her proses arasında ayrı bir bilgi akışı vardır. Buna karşılık, çekme sistemlerinde ise merkezden sadece son montaj hücresine iş emri verilmekte, önceki hücreler ya da prosesler üretimlerini bu son montaj hücresine göre ayarlamaktadırlar. Yani, üretim kontrolü desantralize edilmiştir ve prosesler arasında çok hızlı bir bilgi akışı vardır.

Her iki sistemin en belirgin uygulamaları, itme sistemleri için Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) veya daha gelişmiş İmalat Kaynak Planlaması, çekme sistemleri için Tam Zamanında Üretim sistemidir.

Şekil 9, bir itme sisteminin akışını göstermektedir. Aşağı doğru olan oklar farklı operasyonel alanları bağlar. Çizelge yapısı ve malzeme akışı; çizelgedeki değişiklikler veya üretim prosesinde çıkan sorunlar veya üretim hattına malzeme temini olasılığına karşı kendini düzeltmeye izin veren uygun bir geri besleme olmazsa aynı yönü izler Şekil 10 ise bir çekme sisteminin akışını gösterir. Sistem; ana çizelgeyi ve fabrikada üretim oran çizelgelerini kurmak ve tedarikçilerden ihtiyaç duyulan parçaları tahmin etmekte MRP çıktısı kullanmaktadır. Bitmiş ürünler envanterinden önce son prosesin gerçekleştiği iş merkezinden başlayarak, sistem tahminlerde listelenen ürünlerin yapılması için gereksinim duyulan malzemeyi çeker.

**Şekil 9. Bir itme sisteminde çizelge yapısı ve malzeme akışı**



Kaynak: Emre (1995).

İtme sistemi çizelge esaslı bir sistemdir. Ürünlerin talebi için bir plan yapılır ve talebi karşılamak için bir üretim çizelgesi hazırlanır. *Çizelge üretimi iter*. Talep ileriye yönelik olarak tahmin edilir ve kötü tahminler, fazla tutulan stoklarla karşılanmaya çalışılır (Emre, 1995).

İtme sistemlerinin MRP bünyesinde ortaya çıkardığı sorunlar şunlardır :

1. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP), üretim ortamının sabit olduğunu, başka bir deyişle temin sürelerinin sabit olduğunu varsayar.
2. Tüm değişkenlikleri kapsayan bir temin süresi dikkate alınarak yapılan bir MRP' de 'MRP geriye doğru bir çizelgeleme yaklaşımı olduğundan' işler, daha önce üretilmek üzere imalat sistemine gönderilir.
3. MRP, prosesin (hücresinin) sahibinden uzak bir kontrol sistemidir. MRP, bilgi yoğunudur ve bir yönetim bilişim sistemi veya merkezi planlama bölümünün idaresini gerektirir.
4. MRP sistemlerinin uygulamaya alınması ve geçerliliğinin sürdürülmesi, karmaşık ve pahalıdır.

İtme Bazlı Tedarik Zincirlerinde yaşanan problemler:

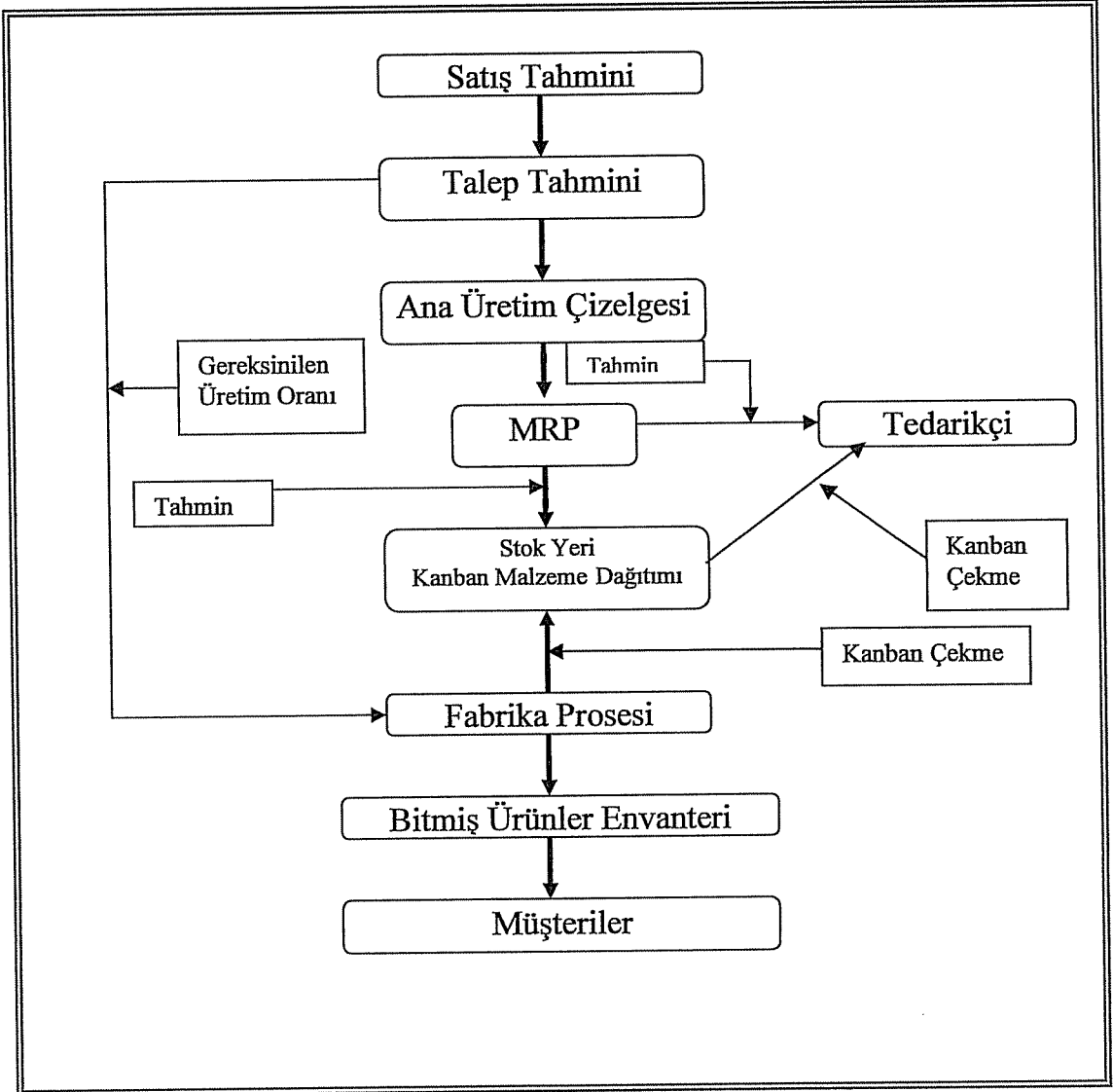
- i. Değişen taleplere uyum gösteremez,
- ii. Bazı ürünlere talep azaldıkça eskimiş envanter sorunu yaşanır,
- iii. Güvenlik stoğu nedeniyle fazla stok sorunu yaşanır.

Öte yandan bir çekme sistemi, talep ile üretimi birleştirir. Genellikle son ana montaj hattı veya darboğaz niteliğinde bir proses, talebe göre günlük olarak çizelgelenir. Başka bir deyişle sadece söz konusu montaj hattı veya hücre, merkezi kontrolden bilgi (iş emri) almakta, diğer hücreler iş emrini, Kanban Bilgi Akış Sistemi yardımıyla sağlanmaktadır.

İş emrinin gönderildiği hücreye, "pacemaker" hücre ismi verilir. Kanban yardımıyla "pacemaker" hücre, tükettiği kadar parçayı, üretildiği hücrelerden çekmektedir. Parçası çekilen hücre ise, kendisinden çekilen miktar kadar parçayı üretmek zorundadır. Bu çekme, önceki hücrelere doğru benzer şekilde gerçekleşir. Sonuç olarak

bir tedarikçi-müşteri ilişkisi, üretimin yapıldığı sahada oluşmaktadır. Merkezi otoritede bulunan yetki sahaya indirilmiş, merkezi sistem ile saha arasındaki yoğun iletişim ve koordinasyon ihtiyacı yok edilerek sistem basitleştirilmiş, etkinliği artırılmıştır.

**Şekil 10. Bir çekme sisteminde çizelge yapısı ve malzeme akışı**



**Kaynak:** Emre (1995).

**Çekme bazlı tedarik zincirlerinin artı yönleri:**

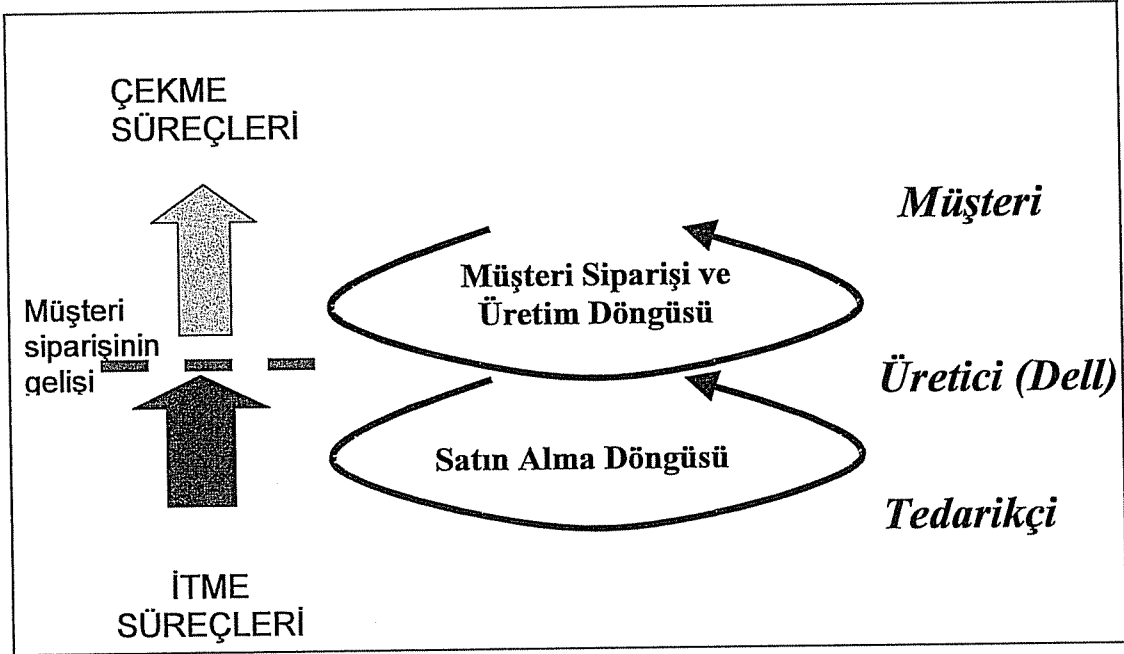
- i. Envanterde düşüş,
- ii. Sipariş tabiatı hakkında daha doğru bilgi,
- iii. Teslim süreleri uzunken uygulaması zor,



iv. Üretim ve taşımada ölçek ekonomisinin yakalanamamasıdır.

Şekil 11’de Dell’in uyguladığı çekme sistemi gösterilmektedir. Bu modelde müşteriden perakendeye, oradan dağıtımçıya, oradan da üretici olan Dell’e gelene kadar olan kısımda çekme sistemi uygulanmaktadır. Müşteriden sipariş alındığında üretici seviyesi dahil, dağıtıcı ve perakendeci sipariştten haberdardır. Üretim seviyesine kadar olan kısımda hiçbir gecikme olmamaktadır. Dolayısı ile bu seviyeye kadar olan kısımlarda, (üretim, dağıtım ve perakende) stok birikmesi de söz konusu olamamaktadır. Üretici firma Dell’in tedarikçilerden satın almaları ise itme sistemi ile çalışmaktadır.

Şekil 11. Dell’in Tedarik zinciri



Kaynak: Chopra&Meindel (2004),

<http://www.srdc.metu.edu.tr/webpage/documents/Kosgeb/kosgeb-nwp.ppt#435,11,Dell'inTedarikZinciri>

Çekme sisteminde sipariş miktarları tümüyle tedarik zincirindeki değişimlere göre belirlenir. Çekme sisteminde ihtiyaca en kısa sürede cevap verebilme yeteneği önem kazanmaktadır. Mümkün olduğunca ihtiyaç olduğunda üretim yapılır (Şen, 2006).

Tam zamanında üretim sistemleri çeken sistemlerdir. Çeken sistemler, sonraki süreçlerin önceki süreçlerden, sadece tükettikleri miktarda ve zamanda parça talep ettikleri ve çektikleri sistemlerdir. Ve bu nedenle talebin çektiği sistemler olarak

adlandırılmaktadır. Çeken sistemlerde, üretim çizelgesi sadece son üretim sürecine gönderilir. Hangi ürünün ne zaman ve ne miktarda üretileceğinin sadece son süreç tarafından bilinmesi, bu sürecin önceki süreçlerden sadece kendine gereken parçaları çekmesini sağlayacaktır. Diğer taraftan bir sonraki aşamanın parça çekimi olmadan, bir önceki aşamada üretim yapılmayacak. Sonuç olarak, her aşama kendisinden sonra gelen aşamaların taleplerini karşılamak üzere tam zamanında üretim yapacaktır (Acar, 1997).

Tam zamanında üretim Japon Kanban işaretlerini, üretimi tetikleyen başlangıç unsurunun alıcıdan gelen bir alarm olarak görmektedir. Bu teknikte amaç üretimin parti büyüklüklerini ve sipariş teslim sürelerini azaltmak ve kalite güvence programını güçlendirerek esnek bir üretim proses yöntemi uygulamaktır.

Diğer taraftan tam zamanında satın alma yöntemi ise; hammadde stoklarını azaltmak için kısa aralıklarla mal satın alınmasını amaçlamaktadır. Bu iki tam zamanında sistem ikiz kardeştir. Tam zamanında tedarik sisteminin uygulanması yoğun satın alma fonksiyonunun yerine getirilmesini içerir. Çünkü mal akımının başlaması bunu gerektirir. Tedarik zinciri sisteminde etkinlik tam zamanında tedarik yönteminin uygulanmasıyla sonuçlanır.

Sonraki aşamaların önceki aşamalardan, sadece gerektiği zaman ve gerektiği miktarda parça çekmesi, aşamalar arasında oluşan ara stokların ve ara stok düzeylerinde gözlenen dalgalanmaların minimize edilmesini sağlayacaktır.

Çeken sistem olarak tanımlanan tam zamanında üretim sistemlerinde kullanılan üretim kontrol aracı ise kanban sistemidir. Bu ortamda, son üretim aşaması dışındaki diğer üretim aşamalarına çizelge bilgileri kanban aracılığı ile iletilmektedir.

Kanbanlar daima üretim akışına ters yönde ancak fiziksel birimlerle birlikte sondan başa doğru hareket ederek üretim aşamalarını birbirine bağlarlar. Üretim aşamalarının bu şekilde birbirlerine bağlanması sonucunda ise gereken parçalar, gerekli olan miktarda ve gerektiği zaman üretilmekte ve aşamalar arasında ara stoklara ihtiyaç kalmamaktadır. Bu zincirin, işletme dışında satıcılara kadar uzatılması durumunda ise hammadde stokları da kaldırılmış olacaktır (Acar, 1997).

**Tablo 2: Stok tutmaya yol açan nedenler/belirsizlikler (Acar, 1997).**

<b>Stok Cinsi</b>	<b>Belirsizlik / Neden</b>
Hammadde Stokları	Sevkiyat (temrin, miktar) Kalite (spesifikasyonlara uyumsuzluk) Üretimde dalgalanmalar Yetersiz satınlama politikaları Makro ekonomi
Ara Stoklar	Tezgah arızaları Hatalı imalat Uzun hazırlık süreleri Farklı işçi verimliliği Devamsızlık Üretimde dalgalanmalar Yetersiz üretim planlama Yetersiz bakım
Mamul Ürün Stokları	Talepteki dalgalanmalar Hatalı ürün Üretimde dalgalanmalar Makro ekonomi

**Kaynak:** Şatır (1992)

Tablo 2’de stok tutmaya yol açan belirsizlikler listelenmiştir. Burada en önemli neden talepteki dalgalanmalardır. Talepteki dalgalanma itme sistemli bir tedarik zincirinde bütün aşamalarda gecikmelerin de eklenmesi ile büyük miktarda stok tutma ihtiyacını ortaya çıkaracaktır. Çekme sisteminde ise talepteki dalgalanmalara anında cevap verilebilecektir. Çünkü talebin ürünü çekmesi ile bütün tedarik zinciri siparişten haberi olacak ve sipariş gecikmeler ve stok ihtiyacı olmayacaktır.

### 2.3. Ürüne Uygun Tedarik Zincirinin Belirlenmesi

Tedarik zinciri yönetiminde iki başarılı uygulama;

Günümüz ekonomisinde tedarik zincirlerini başarıyla uygulayan ve sonuçları bağlamında rakipleri ile rahatlıkla karşılaştırabileceğimiz iki güzel örnek vardır.

Birinci örnek Walmart'dır. Walmart mükemmel bir tedarik ve dağıtım zinciri kurarak iki büyük ortağını dünyanın ilk on zengini arasına sokmuş bir perakende satış firmasıdır. Walmart'ın tedarik zinciri o kadar mükemmel işlemektedir ki, marketteki raflardan elma aldığımızda, Walmart'ın tedarikçilerinden olan çiftçi de bahçesindeki ağaçtan elmayı kopartmaktadır. Bu tabiki bir metafordur ama başarılı bir tedarik zinciri uygulamasının nelere kadar olabileceğini göstermek açısından da önemlidir. Walmart böyle bir yapı sayesinde en büyük rakibi K-MART'ı piyasadan silmiştir (Aras, 2007).

İkinci örneğimiz ise DELL dir. Şu anda DELL in web sitesine girdikten sonra, son teknoloji bir PC konfigürasyonu yapıp, iki gün içinde evinize gelmesini beklemek mümkündür. Bu yapının mimarı ve DELL'in kurucusu Micheal Dell'in de dünyanın en zengin on kişisi arasında bulunduğunu belirtelim. Bu arada Çok daha genç olan DELL'in PC pazarının devleri olan HP ve Compaq'ı da sollaması da bu stratejinin sonucudur (Aras, 2007).

Etkin bir tedarik zinciri sisteminin kurulması için firmaların pazara sundukları ürünlerin özelliklerini analiz etmeleri ve ürünlerine uygun tedarik zinciri sistemlerini geliştirebilmeleri gerekmektedir.

#### **Ürünün özellikleri (Şen, 2006):**

- \* Ürünün yaşam döngüsü
- \* Talebin öngörülebilirliği
- \* Ürün çeşitliliği
- \* Talebin eldeki stoklarla karşılanabilme oranı
- \* Tedarik süresi ön plana çıkan unsurlar olmaktadır.

Ürünler bu faktörler açısından farklı özelliklere sahip olmakla birlikte fonksiyonel ürünler ve yenilikçi ürünler olmak üzere iki kategoride sınıflandırmak mümkündür. Fonksiyonel ürünler, tüketicilerin zaman içinde fazla değişmeyen temel ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik ve bu sebeple de öngörülebilir ve istikrarlı bir talebi olan ve uzun yaşam döngüsü sürelerine sahip ürünlerdir.

Yenilikçi ürünler, daha çok moda ve teknolojik ürünler alanında karşımıza çıkan yenilikçi ürünler tüketicilerin kullanımına daha önce sunulmayan değerler sunan ve bu yolla tüketicinin daha fazla para ödemeye razı olacağı ürünlerdir. Yenilikçi ürünler bu nedenle daha yüksek kar marjları ile çalışma olanağını sunar. Bununla beraber, fonksiyonel ürünlerden farklılaştığı bir diğer unsur da talepteki istikrarın yerini büyük ölçüde belirsizliğe bırakması ve ürün yaşam döngüsünün bir aya kadar inmesidir.

İtme stratejisinde aracılar yönelik reklam yapılır, çekme stratejisinde ise tüketicilere yönelik reklama ağırlık verilir. Çekme stratejisi tüketim malları için daha uygundur. Tüketici odaklı bir tedarik zincirinde asıl amaç rafta ürün bulunurluğu ve rafta ürün kalitesini arttırmak, toplam envanteri düşürmek olacaktır.

### Talep Belirsizlik Derecesi

Şekil 12. Fonksiyonel ve yenilikçi ürünlere göre talep belirsizliği

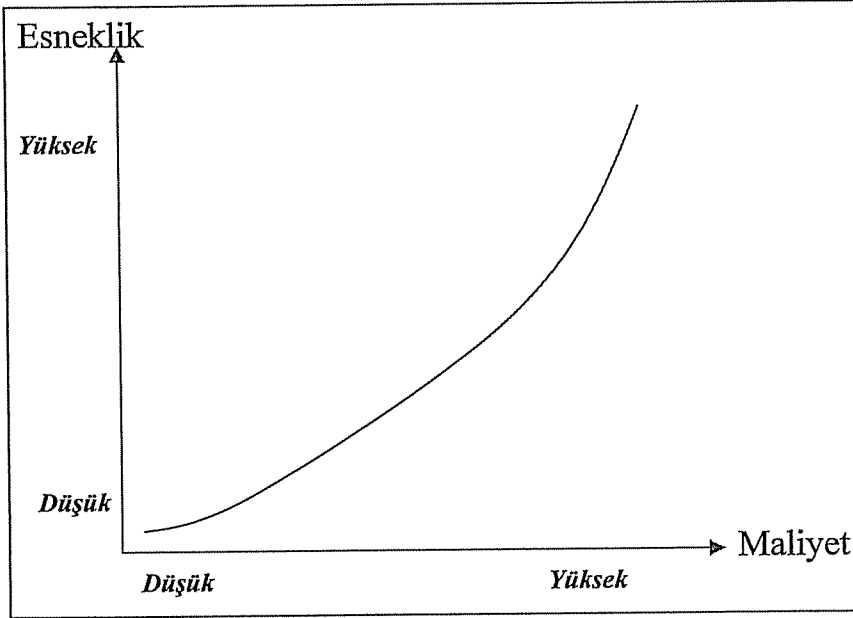


Kaynak: Chopra&Meindel (2004).

Talep edilen kafiye büyüklüğü fonksiyonel ürünlerde fazladır. Yenilikçi ürünlerde ise azdır. Kabul edilen bekleme süresi fonksiyonel ürünlerde düşük yenilikçi ürünlerde yüksektir. İstenen hizmet (bulunabilirlik) seviyesi fonksiyonel ürünlerde yüksek, yenilikçi ürünlerde düşüktür. İstenen ürün çeşitliliği fonksiyonel ürünlerde düşük, yenilikçi ürünlerde yüksektir. Fiyat, fonksiyonel ürünlerde, yenilikçi ürünlere kıyasla daha önemlidir. Yenilik (ürün yeniliği), fonksiyonel ürünlerde düşük, yenilikçi ürünlerde yüksektir.

Tedarik zincirinde esneklik-maliyet ilişkisi şekil 13'de gösterilmiştir. Şekilde de görüleceği gibi tedarik zincirinin esnekliği düşük ürünlerde maliyet yüksek iken, esnekliği yüksek ürünlerde maliyet düşük olmaktadır.

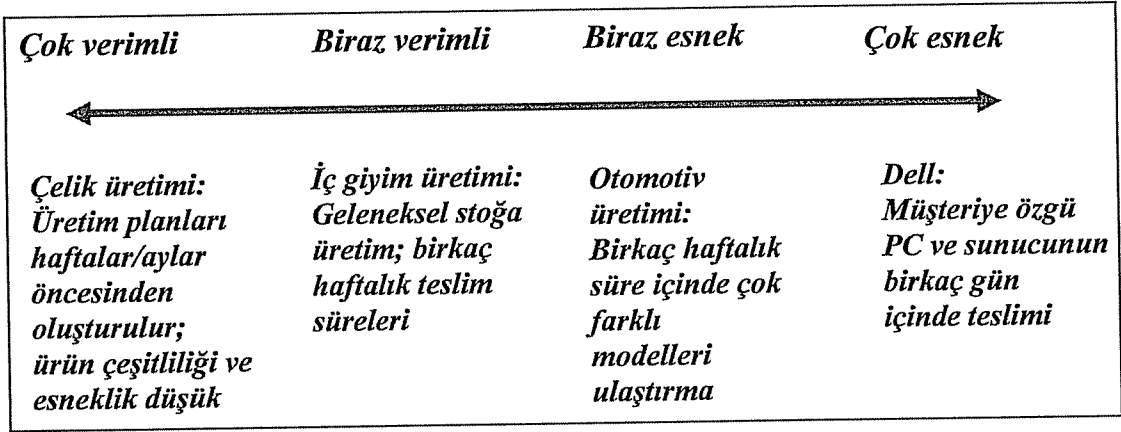
**Şekil 13. Tedarik zincirinde esneklik-maliyet ilişkisi**



**Kaynak:** Chopra&Meindel (2004).

Şekil 13'de fonksiyonel ve yenilikçi bazda tedarik zincirlerinin esneklik ve verimlilik derecelerine ürünlerin sınıflandırılması yapılmıştır. Çelik gibi fonksiyonel ürün üretimi yapan tedarik zincirinde verimlilik çok yüksek iken esneklik çok düşüktür. Buna karşılık, yenilikçi ürün üreten Dell'in tedarik zinciri çok esnek olmasına karşın verimliliği düşüktür.

Şekil 14. Esneklik-verimlilik eksenine göre ürünler

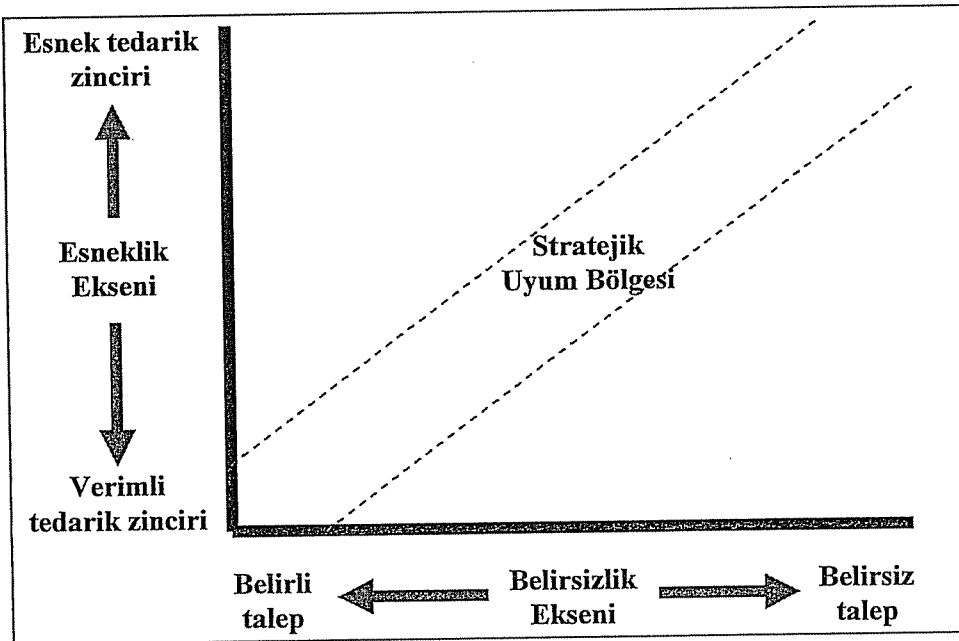


Kaynak: Chopra&Meindel (2004).

### Stratejik Uyuma Ulaşmak

Şekil 15’de tedarik zincirinin stratejik karar alma düzeyinde karar vermesi gereken bölge gösterilmiştir. Tedarik zincirinin ürününün şekildeki stratejik uyum bölgesinin dışında bulunuyor olması, o ürünün performansının iyi olmadığını göstermektedir. Normal şartlarda ürün talebi belirsiz ise esneklik yüksek ve verimlilik düşük olacak, ürün talebi belirli ise esneklik düşük verimlilik yüksek olacaktır. Her iki durumda da tedarik zincirinin performansı iyi değildir.

Şekil 15. Stratejik uyuma ulaşmak



Kaynak: Chopra&Meindel, 2004

## **BÖLÜM 3. TEDARİK ZİNCİRİ MODELLEME YAKLAŞIMLARI VE ÇEKME SİSTEMİ MODELİNİN OLUŞTURULMASI**

### **3.1. Tedarik Zinciri Yönetiminin Aşamalarına Göre Amaçları**

TZY sistemi; şirketin dışındaki tedarik işlerini sağlayanların yönetilmesi ve bunlarla etkin çalışması için şirketin iç kaynaklarını bir bütün halinde ele alan bir temele dayalı işletme sistemi olarak tanımlanmaktadır.

Burada amaç, işletmenin imalat kapasitesinin artırılması, piyasaya karşı duyarlılığın geliştirilebilmesi ve tüketici ile tedarik işlerini üstlenenler arasındaki ilişkilerin iyileştirilmesi yoluyla şirket performansının ileriye götürülmesidir. Tedarik zincirinde tedarik seviyesinin tespit edilmesi için yapılan çalışmalar; işletmenin mevcut durumunun belirlenmesi ve işletmenin belirlenen durumuna bağlı olarak TZY sisteminin uygulanması üzerine odaklanmaktadır.

TZY’de fonksiyonel amaçlar ve bunların stok, müşteri hizmetleri ve toplam maliyet olmak üzere üç farklı tedarik zinciri parametresi üzerinde yarattıkları etkiler aşağıdaki Tablo 3’te gösterilmiştir. Koyu renkli oklar, fonksiyonel amaçların istenen sonuçlarla örtüştüğünü göstermektedir. Tedarik zinciri parametreleri için istenen sonuçlar tablonun altında gösterildiği üzere; stok seviyeleri için düşüş (aşağı yönlü ok), müşteri hizmetleri için artış (yukarı yönlü ok), toplam maliyet için düşüş (aşağı yönlü ok) şeklindedir.

Tedarik zincirinde yüksek müşteri hizmetleri hedeflendiğinde; stok seviyeleri, müşteri hizmetleri ve toplam maliyet artmaktadır. Müşteri hizmetlerinde istenen sonuç artış olduğu için yukarı yönlü koyu bir okla belirtilmiştir. Ancak, stok ve toplam maliyet üzerinde bu amacın etkisi istenen sonuçlar doğrultusunda gerçekleşmemektedir. Bu nedenle açık renkli oklarla gösterilmiştir.

Benzer şekilde düşük ulaştırma maliyeti hedefi toplam maliyet ile; düşük depolama maliyeti hedefi stok ve toplam maliyet ile; stokların azaltılması hedefi stok ve toplam maliyet ile; yüksek dağıtım hızı hedefi müşteri hizmetleri ile; düşük işgücü maliyeti hedefi toplam maliyet ile aynı doğrultuda gerçekleştiği için bu parametreler koyu renkli oklar ile temsil edilmişlerdir.



**Tablo 3. Tedarik zincirinde istenen amaçlar**

Fonksiyonel Amaçlar	Amaçların ... Üzerindeki Etkisi		
	Stok	Müşteri Hizmetleri	Toplam Maliyet
Yüksek Müşteri Hizmeti	↑	↑	↑
Düşük Ulaştırma Maliyeti	↑	↓	↓
Düşük Depolama Maliyeti	↓	↓	↓
Stokların Azaltılması	↓	↓	↓
Yüksek Dağıtım Hızı	↑	↑	↑
Düşük İşgücü Maliyeti	↑	↓	↓
İstenen Sonuçlar	↓	↑	↓

Kaynak: Carmichael (1998).

Tedarik zincirinin kurumsallaşması için gerekli faaliyetler üç aşamada sınıflandırılabilir; operasyonel aşama, taktiksel aşama ve stratejik aşama (Paksoy, 2006):

### 3.1.1. Operasyonel Aşama:

Bu aşamada, muhtemelen fabrika içi veya departmanlar arası, sınırlı bir kapsamda kısa zamanlı periyot olarak nitelenebilecek bir süreç sözkonusudur. Kaynaklar ve talepler sabittir ya da biliniyordur. Kritik olduğu düşünülen çeşitlilik genellikle bir istisnadır. Genellikle bu aşamada Doğrusal Programlama, Tamsayılı Programlama ya da Karma Tamsayılı Programlama gibi bir matematiksel optimizasyon metodu kullanılır.

### 3.1.2. Taktiksel Aşama

Bu aşamada ise zaman periyotları uzundur, muhtemelen birkaç ay sürebilir. Kaynakların sıralanması makineden bütün fabrikaya doğru genişletilebilir. Dosyalanmış olarak, hangi ürünün üretileceği ve hangi ürünün hangi fabrikada imal

edileceği yada hangi tedarikçinin seçileceği gibi bilgiler ve ilişkiler yer almaktadır. Bu aşamada talep tahmini basitçe kestirilebilir. Eğer talep tahmini stokastik karakteristiklere dayanan bir kestirme ise; simülasyon burada en iyi çözümdür.

### 3.1.3. Stratejik Aşama

Bu aşamada talep tahmin periyotları oldukça uzundur ve yıllarca sürebilir. Stratejik plan, bütünleşik olarak tüm sistemi kapsayacak şekilde geliştirilebilir veya alternatif olarak üretim bölümlerine yada ürün ailelerine indirgenerek geliştirilebilir. Genel olarak, stratejik planlar hazırlanırken sistemin tüm unsurlarının değiştirilebilir nitelikte olduğu varsayımı altında hareket edilir. Yeni üretim bölümleri açılabilir ya da mevcut bölümler kapatılabilir, sermaye artırılabilir, stratejik ürün yerleştirmeler yapılabilir. Bu sebepten dolayı, bir strateji planı oluşturmak için genellikle stokastik modelleme veya simülasyon yöntemi kullanılır.

Bu bağlamda her aşama için modelleme metodunun farklılık göstermekte olduğu söylenebilir. Genellikle, operasyon aşamasında matematiksel model; taktiksel aşamada ayrık-olay simülasyonu; stratejik aşamada ise birleşik modellenli simülasyon yöntemi kullanılmaktadır.

**Tablo 4. Her aşama için modelleme metodu**

Aşama	Modelleme Metodu	Model Detayı	Model Ölçeği
Operasyon Aşaması	Matematiksel Model	Çok Detaylı	Küçük
Taktiksel Aşama	Optimizasyon, ayrık-olay simülasyonu	Normal	Normal
Stratejik Aşama	Birleşik Modellenli Simülasyon	Basit	Çok Büyük

**Kaynak:** Lee ve Kim (2002).

Benzer şekilde, TZY alanındaki çalışmalar da bu aşamalara bağlı olarak; stratejik, taktik ve operasyon el olmak üzere üç grupta toplanabilir. Stratejik çalışmalar; aylık ve yıllık gibi uzun dönemli çalışmaları; taktik sınıfta yer alan çalışmalar daha çok haftalık ve aylık çalışmaları; operasyon el çalışmalar ise günlük ve saatlik çalışmaları kapsamaktadır.

**Tablo 5. Tedarik zinciri yönetiminde yapılan çalışmalar**

TZY Sınıflandırması	Zaman Dilimi	Etki Alanı	Alt Kategori
Stratejik Aşama	Aylık, Yıllık, Çok Yıllık planlama	Kurumsal veya Tedarik Zinciri Kapsamında	Amaçlar, Tasarım, Rekabetçi Avantaj, Tarihsel Perspektif
Taktik Aşama	Yaklaşan günler, Haftalar, Aylar	Yerel	İlişki Geliştirme, Bütünleşik Faaliyetler, Ulaştırma ve Dağıtım Sistemleri
Operasyonel Aşama	Günden güne	Tesis	Stok Kontrolü, Üretim Planlama ve çizelgeleme, Bilgi İşlem, Operasyonel Araçlar

**Kaynak:** Wang (2003).

TZY bir sistem olarak ele alındığında, bu sistemin bütünleşmesi yönetim alanındaki guruların da katkıları ile gelişim göstermektedir.

### 3.2. Tedarik zinciri kısıtları

Tedarik zinciri kısıtları, işletmenin seçebileceği bir dizi alternatif karar seçeneği üzerinde konumlanmış etmenlerdir. Böylece, bu etmenler bazı karar alternatiflerinin yapılabilirliklerinin/fizibilitesini belirlerler. Bu kısıtların içerikleri:

**Kapasite:** tedarik zinciri üyelerinin finans, üretim, tedarik ve teknik yeterliliklerini; istenilen gelir düzeyinde stok seviyeleri, üretim, işgücü, öz sermaye yatırımı, dış kaynak kullanımı (outsourcing) ve bilişim teknolojileri (BT) adaptasyonu ile ilgili durumları belirler. Kapasite ayrıca üretim ve stoklama için kullanılabilir alanları da içerir.

**Talep Kapsamı/Miktarı:** Tedarik zincirinin dikey bütünleşimi, bir önceki kademedeki tedarik kapasitesini dengelemek amacı ile aşağı yöndeki tedarik zinciri üyelerinin kendi kademelerinde başarıya ulaşması için gereken talep miktarını, artırılmış tüketim doğrultusunda dengelemektedir.

### 3.3. Tedarik zinciri karar değişkenleri

Karar değişkenleri genel olarak, karar çıktısı aralıklarının sınırlarını belirlemelerinden dolayı, tedarik zinciri ile ilişkili fonksiyonel performansın artmasına katkıda

bulunmaktadırlar. Dolayısı ile bir tedarik zincirinin performans ölçümleri genel olarak karar değişkenlerinin bazıları aşağıdaki gibi açıklanabilir (Paksoy, 2006; 454).

**Yer:** Bu tür değişkenler; fabrikaların, depoların (veya dağıtım merkezlerinin) konsolidasyon noktalarının ve tedarik kaynaklarının nerede konumlandırılacağına ilişkin karar verme sürecinde etkilidir.

**Yerleşim:** Hangi toptancıdan, fabrikadan ve konsolidasyon noktasından hangi müşteriye, Pazar dilimine ve tedarikçiye hizmet verileceğini gösteren değişkenlerdir.

**Şebeke/Ağ Yapısı:** Bu tip değişkenler, bir dağıtım şebekesinin merkezileştirilmesi ya da merkezden uzaklaştırılması ve tedarikçiler, depolar ve konsolidasyon/birleşim noktalarının hangi kombinasyonundan yararlanılacağını belirtir. Ayrıca bu değişkenler üretim ve dağıtım kaynaklarının tam zamanında kullanılması ya da elimine edilmesi esasına dayanır.

**Tesis ve Teçhizat Sayısı:** Müşteri ihtiyaçlarını ve Pazar isteklerini karşılayabilmek için kaç adet fabrika, depo ve birleşim noktası gerektiğini belirleyen değişkenlerdir.

**Aşama-Katman Sayısı:** Bu değişken ise, bir tedarik zincirinin içerdiği aşamaların sayısını belirler. Ayrıca, yatay tedarik zinciri bütünleşiminde kademeleri birleştirerek ya da kademeleri bölerek kademe sayısını arttırabilir veya azaltabilir.

**Hizmet Sıklığı:** Müşterilere veya tedarikçilere hizmet veren araçların dağıtım-getiri zaman çizelgesini ya da izlediği rotayı belirleyen değişkendir.

**Miktar:** Bu değişken, tedarik zincirinin her noktasında (tedarikçi, üretici, dağıtıcı v.s.) optimal satın alma miktarı, üretim ve nakil miktarını belirler.

**Stok Seviyesi:** Tedarik zincirinin her safhasındaki hammadde, bölüm, iş süreci, nihai ürün ve stok tutma birimini belirleyen değişkendir.

**İşgücü Miktarı:** Bu değişken, sistemde kaç adet tır şoförü ve ürün yükleyici bulunması gerektiğine karar verilmesini sağlar.

**Dış Kaynak (Outsourcing) Kapsamı:** Hangi tedarikçinin, hangi bilişim hizmeti ve üçüncü taraf destek sağlayıcısının kullanılacağı, uzun dönemli temaslarda dış kaynak

(tekil veya çoklu kaynak) bakımından kaç tanesinden faydalanılabileceğini belirleyen değişkendir.

### **3.3.1. Tedarik Zinciri Kararları**

Tedarik zinciri için verilen kararlar iki geniş kategoride sınıflandırılmaktadır: Stratejik ve operasyonel. Stratejik kararlar uzun bir zaman ufkunda verilmektedir. Bunlar, işletmenin stratejisiyle sıkı sıkıya bağlıdır (bazen bu kararlar, işletmenin stratejisinin kendisidir) ve bir tasarım perspektifinden tedarik zinciri politikalarını yönlendirir. Diğer taraftan operasyonel kararlar kısa vadeli ve günlük faaliyetlerde yoğunlaşmaktadır. Bu çeşit kararlardaki çaba, “stratejik” tedarik zincirindeki mamul akışının etkin ve verimli bir biçimde yönetilmesidir.

Tedarik zinciri yönetiminde temel dört karar alanı bulunur (Çizmeci, 2006):

1. Yerleşim
2. Üretim
3. Envanter ile
4. Nakliye (dağıtım)

Her bir karar alanı hem stratejik hem de operasyonel öğeler içerir.

#### **3.3.1.1. Yerleşim Kararları**

Üretim merkezlerinin, stok noktalarının ve kaynak noktalarının coğrafi olarak yerleşimi, bir tedarik zincirinin oluşturulmasında doğal olarak ilk adımdır. Bunların boyutu, sayısı ve konumu belirlendikten sonra ürünlerin nihai müşteriye kadar akabileceği mümkün güzergahlar da belirlenebilir. Bu kararlar, müşteri pazarlarına erişimin temel stratejisini temsil ettiği gelir, maliyet ve hizmet seviyesinde önemli bir etkisi olduğu için bir firma için büyük önem taşır. Bu kararlar üretim maliyetleri, vergiler, üretim sınırlamaları, ve buna benzerlerini göz önüne alan bir optimizasyon rutini tarafından belirlenmelidir. Yerleşim kararları temel olarak stratejik olsa da, operasyonel bir seviyeyle de ilişkilidir.

### **3.3.1.2. Üretim Kararları**

Stratejik kararlar, hangi mamullerin hangi imalathanelerde üretileceğini, tedarikçilerin imalathanelere, imalathanelerin dağıtım merkezlerine, dağıtım merkezlerinin müşteri pazarlarına tahsisini kapsar. Bir önceki gibi, bu kararların da işletmelerin gelir, maliyet ve müşteri hizmet seviyelerine büyük etkisi vardır. Bu kararlar üretim araçlarının varlığını farz eder, ancak bu araçlara doğru ve araçlardan olan akışın kesin güzergahını belirler. Kritik başka bir konu ise üretim araçlarının kapasiteleridir. Bu, büyük bir oranla işletme içindeki dikey bütünleşmenin derecesine bağlıdır. Operasyonel kararlar detaylı üretim çizelgelemesi üzerinde yoğunlaşır. Bu kararlar temel üretim çizelgelerinin oluşturulması, makinelerdeki üretimin çizelgelenmesi ve ekipman bakımını kapsar. Diğer hususlar ise, iş yükünün dengelenmesi ve bir üretim merkezindeki kalite kontrol ölçütleridir.

### **3.3.1.3. Envanter Kararları**

Bu kararlar envanterlerin ne şekilde yönetileceğini kapsar. Envanterler, hammadde veya yarı mamul veya tamamlanmış mamul olarak tedarik zincirinin her safhasında bulunur. Temel amaçları tedarik zincirinde bulunabilecek herhangi bir belirsizliğin azaltılmasıdır. Envanterlerin bulundurulması, değerlerinin %20'si ilâ %40'ı arasında bir değere mal olabileceği için tedarik zinciri işlemlerinde etkili yönetilmeleri önemlidir. Stratejik açıdan hedefler üst yönetim tarafından belirlenmelidir. Ancak birçok araştırmacı envanter yönetimine operasyonel bir açıdan yaklaşmıştır.

Bu kararlar dağıtım stratejilerini ve sipariş miktarlarının ve yeniden sipariş noktalarının belirlenmesi ve her bir stok noktasındaki güvenli stok seviyesinin ayarlanması olan kontrol politikalarını kapsar. Söz konusu seviyeler, müşteri hizmet seviyelerinin temel belirleyicisi oldukları için kritiktir.

### **3.3.1.4. Nakliye Kararları**

Bu kararlarla ilgili yöntem seçme konuları daha stratejiktir. Bunlar envanter kararlarıyla yakından bağlantılıdır, çünkü en iyi yöntem seçimi genellikle belli bir nakliye yöntemi kullanılması maliyetinin bu yöntemle ilgili envanterin dolaylı maliyetinin analizi ile bulunur.

### 3.4. Tedarik zinciri modelleme yaklaşımları

Stratejik kararların birçoğu, tedarik zincirini çeşitli açılardan tamamlamaya çalışması itibarıyla global veya "tümüyle kapsayıcı" olarak nitelendirilebilir. Bu nedenle, bu kararları açıklayan modeller çok büyüktür ve oldukça fazla veri gerektirir, istenen bilginin fazlalığına ve karar alanlarının genişliğine göre, bu modeller, tanımladıkları kararlar için yaklaşık çözümler önerirler, işlemsel kararlar, tedarik zinciri operasyonlarını günlük olarak tanımlar. Karışık perspektiflerinden dolayı, bu modeller çok fazla detayı dikkate alır ve optimal olmasa bile çok iyi sonuçlar sağlarlar.

Tedarik zinciri modelleme yaklaşımları, şebeke dizayn (Network Design), kaba tahmin (Rough Cut) ve simülasyon tabanlı metodlar olmak üzere üçe ayrılabilir.

Şebeke dizayn metodları, yoğunlukla, daha stratejik kararlar için örnek modeller geliştirirler. Modeller, tipik olarak, yerleşim, üretim, stoklama ve dağıtım kararlarını içerirler ve daha çok, tedarik zincirinin görünüş dizaynında, şebekenin kuruluşunda ve üzerindeki akışların birleştirilmesinde odaklanırlar.

Kaba tahmin metodları, işlemsel kararlar için yol gösterici politikalar sunarlar. Bu modeller tipik olarak, "tek bir yer" farz ederek ona tedarik zinciri karakteristiklerini eklerler. Örneğin bir yerin şebekedeki diğer yerlerle olan ilişkisini düşünürler.

Simülasyon yöntemleri, hem stratejik hem de işlemsel kararların dikkate alındığı, geniş tedarik zinciri modellerinin analiz edilebildiği yöntemlerdir. Ancak, tüm simülasyon modellerinde olduğu gibi, yenilerinin geliştirilmesi yerine özel bir politikanın etkinliğini değerlendirebilir.

İki seviyedeki her bir karar açık bir şekilde farklı bir bakış açısını gerektirmektedir. Stratejik kararlar çoğu kısım için, tedarik zincirinin çeşitli konularını birleştirmeye çalıştıkları için global veya kapsayıcıdır.

Dolayısı ile bu kararları tanımlayan modeller de büyüktür ve önemli miktarda veri gerektirir. Bu modeller, veri ihtiyaçlarının büyüklüğüne ve kararların kapsamlarının genişliği nedeniyle tanımladıkları kararlar için genellikle yaklaşık çözümler sağlar. Operasyonel kararlar tedarik zincirinin günlük işlemleriyle ilgilidir. Bu yüzden, bunları tanımlayan modellerin yapısı yoğunlukla özeldir. Bu modeller, perspektiflerinin darlığı

nedeniyle birçok detay ele alır ve operasyonel kararlar için optimal olmasa dahi çok iyi çözümler sağlar. Modelleme yaklaşımları üç alana ayrılmaktadır. Bunlar Şebeke Tasarımı, “Kaba Tahmin” metotları ve simülasyon tabanlı metotlardır. Şebeke tasarımı metotları daha stratejik kararlar için modeller sağlar. Bu modeller, tipik olarak daha önceden belirtilen temel dört karar alanının kapsar ve tedarik zincirinin tasarımı şebekenin ve ilgili akışların tesis edilmesi konusu üzerinde yoğunlaşır. “Kaba Tahmin” metotları operasyonel kararlar için yön gösterici politikalar verir.

Simülasyon metotları, kapsamlı bir tedarik zinciri modelinin hem stratejik hem de operasyonel elemanların göz önüne alınarak analiz edilebileceği bir metottur. Buna karşın, tüm simülasyon modellerinde olduğu gibi sadece önceden belirlenmiş bir politikanın etkililiği değerlendirilebilir.

#### **3.4.1. Şebeke Tasarım Metotları**

Bu metotlar üretim, stoklama ve kaynak merkezlerinin yerleşimi ile bunlardan geçen ürünlerin güzergahlarını belirler. Bu metotlar genellikle büyük ölçeklidir ve tedarik zincirinin başlangıcında kullanılır.

#### **3.4.2. Kaba Tahmin Metotları**

Bu modeller tedarik zinciri ile ilgili olanların büyük kısmını temsil eder ve tipik olarak daha çok operasyonel veya taktik kararları ile ilgilidir. İlk ortaya çıkışları, birkaç seviye veya kademenin göz önüne alınarak envanter kontrol politikalarının gelişmesiyle gerçekleşmiştir. (Ganeshan ve Harrison, 1995).

#### **3.4.3. Simülasyon Metodu**

Yönetim günümüzde son derece güç bir işlev haline gelmiştir. Bunun önemli nedenlerinden bir de örgütlerdeki ve fiziksel sistemlerdeki karmaşık yapıda olan çok sayıdaki ögenin aralarındaki etkileşimidir. Bu karmaşık yapı sistemleri de beraberinde taşımakta ve sistem yaklaşımı olarak adlandırılan yeni bir yaklaşımın kullanılması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

Somut anlamda belirli bir nesnenin modeli veya temsili bir simülasyondur. Simülasyon; sistemin davranışını anlamak veya sistemin işlemesi için gözönüne alınan



değişik stratejileri değerlendirmek amacıyla yönelik olarak, gerçek sistem modelinin tasarlanması ve bu model ile deneylerin yürütülmesi süreci olarak tanımlanabilir.

Bir sistemin belirli şartlar altında, zamana göre değişen davranışlarını incelemek amacıyla model kurmaya sistem simülasyonu denir. Analitik modellerle birbirleri ile ilgili matematik ifadeler topluluğunun çözümü söz konusudur. Bulunan çözüm verilere ve varsayımlara göre kesindir ve optimaldir. Halbuki bir simülasyon modelinin verdiği çözümün optimal olup olmadığı bilinemez. Ancak söz konusu olayın çok sayıda tekrar edilen simülasyonu sonunda bulunan ortalama sonuçların optimale daha yakın olduğu söylenebilir (Kobu, 1996; 304).

Simülasyon yöntemleri, hem stratejik hem de işlemsel kararların dikkate alındığı, geniş tedarik zinciri modellerinin analiz edilebildiği yöntemlerdir. Ancak, tüm simülasyon modellerinde olduğu gibi, yenilerinin geliştirilmesi yerine özel bir politikanın etkinliğini değerlendirebilir.

Buna göre simülasyon aşağıdaki işlevleri yerine getiren deneysel ve uygulamalı bir yöntemdir:

- \* Sistemin davranışını gözler ve tanımlar.
- \* Gözlenen davranış için geçerli olan teoriler ve hipotezler kurar.
- \* Bu teorileri, gelecekteki davranışı öngörmek için kullanır. Yani sistemdeki veya işletme yöntemindeki değişiklikler sonucu oluşacak olan etkileri araştırır.

Bir bilim dalı olmasının yanı sıra bir sanat olarak da algılanan simülasyon yaklaşımının tercih edilmesi, uygulaması ve bu uygulamanın başarılı olabilmesi için böyle bir yaklaşımın kullanımını gerektiren koşullarında gelişmiş olması gereklidir. Bu koşulları şu şekilde sıralayabiliriz:

**Belirsizlik:** Çevre koşullarındaki ve iç olaylardaki belirsizlik öğelerinin fazlalığı ve yönetsel kararların büyük ölçüde belirsizlik altında alınma zorunluluğu.

**Rassallık:** Çevresel gelişmelerin belli bir kurala ve düzene bağlı olmadan rassal olarak oluşması.

**Deneysellik:** Çevre koşulları ile iç yapıdaki değişkenler, parametreler ve sistemi sınırlandıran kısıt ve varsayımlarda değişiklikler yaparak alternatif plan, karar ve yön oluşturma gereksiniminin bulunması.

**Davranış analizi:** Yönetim ve karar sistemlerinin, belli gelecekteki belli bir noktada içerdikleri çözüm değeri yerine, gelecek sahnesindeki davranışlarının ve farklı politikalara gösterdikleri tepkilerin analiz edilmesi gereksiniminin ön planda olması.

**Sistem yapısı:** Yapı, sistem ve olayların bir bütün olarak ve çok yönlü geniş bir görüşle incelenme gereksiniminin bulunması.

**Evrimsellik:** Yapı, sistem ve olayların zaman içindeki nicel ve nitel değişimlerinin incelenme zorunluluğunun bulunması

(<http://www.ozyazilim.com/ozgur/marmara/karar/simulasyon.htm>; 10.03.2007).

## **BÖLÜM 4. TEDARİK ZİNCİRİ SİSTEMİ VE SİSTEM DİNAMİĞİ MODELİNİN KURULMASI**

### **4.1. Sistem Dinamiği**

Sistem dinamiğinin (SD) temel yaklaşımı sisteme ilişkin değerleri öngörmekten çok, sistemin davranışını inceleyip buna uygun politikaları tasarlamaktır. Amaç incelenen sistemin belirli değişimler karşısındaki davranışını araştırmak ve bu davranışı düzenleyecek stratejileri saptamak ve kararları almaktır (Şirvan, 1994).

Genel olarak sistem dinamiğinin iki amacı vardır. Bunlardan birincisi; sistem yapısı ve politikaları açısından sistemin davranışını açıklamaktır. İkincisi ise; yapıda, politikada veya her ikisinde de değişimler önererek sistemin performansında iyileşmeler sağlamaktır (Şirvan, 1994).

“SD, kompleks sistemlerin işleyiş süreçleri, bilgi ve organizasyonel yapıları ve stratejiler açısından niceliksel olarak tanımlanması ve keşfedilmesine yarayan bir metottür. Ki bu metot, incelenen sistem yapısının tasarımı ve kontrolü için simülasyon modellemesinden ve kantitatif analizlerden faydalanır” (Forrester, 1961).

### **4.2. Dinamik Bir Tedarik Zinciri Modelinin Oluşturulması**

Tedarik zinciri süreçlerinden; tedarik, üretim, envanter yönetimi, depolama, sevkiyat ve dağıtım, satış, nakliye, gümrükleme, müşteri hizmetleri ve katma değerli hizmetler süreçlerinin tanımlanması, ilişkilendirilmesi, tüm süreç üzerindeki bilgi, malzeme ve fon akışının model üzerinde izlenebilir hale getirilmesi, iş birlikteliği içinde olunan tedarikçilerin tanımlanması bu kapsamda ele alınmaktadır.

“Endüstriyel bir sistem bir kapalı çevrim geri besleme sistemidir. Bir bilgi geri besleme sisteminde koşullar bilgiye dönüştürülür. Bu bilgiler çevre koşullarını değiştirecek faaliyet kararlarına baz oluşturacaklardır. Bu çevrim süreklidir. Bu döngüde bir başlangıçtan ya da bitiş noktasından bahsedemeyiz. Bu yüzden dinamik sistem modeli kapalı çevrimli bir modeldir” (Forrester, 1961; 67).

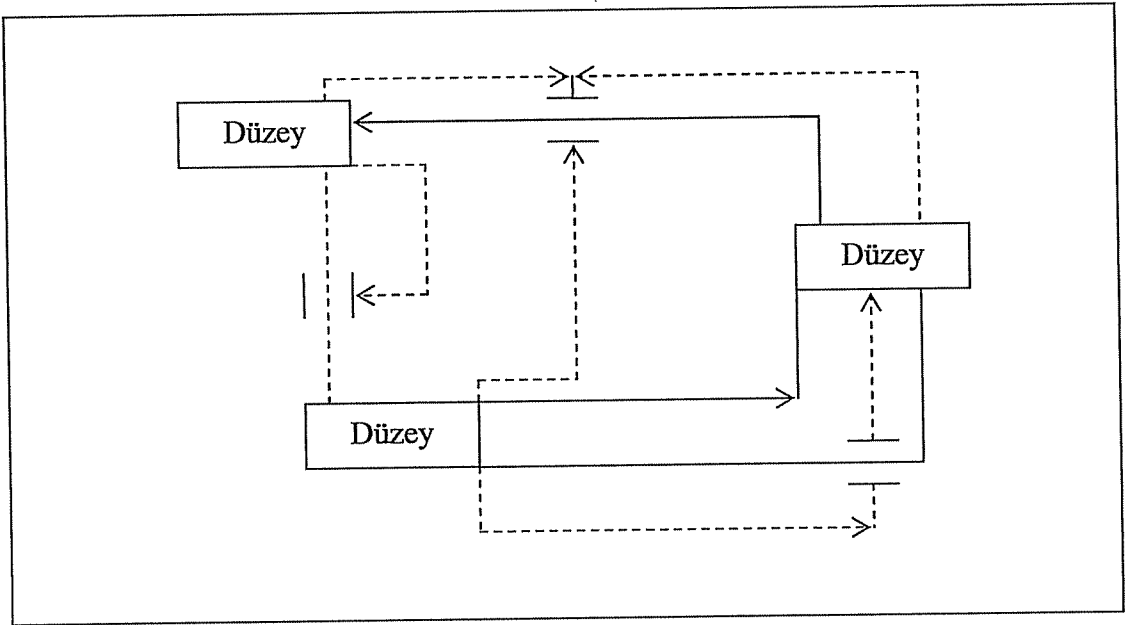
#### 4.2.1. Temel Yapı:

Temel yapıyı açıklarken gösterimle ilgili bileşenler;

		Karar fonksiyonu
—		Akış Kanalı
- - - -		Bilgi Kaynağı

Olmak üzere ; Sistem dinamiği (SD) modeli temel yapısı Şekil 16'deki gibi açıklanabilecektir.

**Şekil 16: Sistem Dinamiği Temel Model Yapısı**



**Kaynak:** Forrester (1961:67).

Şekil 16, dört temel özelliği içermektedir. Bunlar;

- Birbirinden farklı düzeyler,
- Bir düzeyin içeriğini diğerine aktaran akışlar,
- Düzyeyler arasındaki akışın oranını kontrol eden karar fonksiyonları,
- Karar değişkenini düzeylere bağlayan bilgi kanallarıdır.

## 4.2.2. Bir Tedarik Zinciri Sistemini Oluşturan Ağlar

### a-Malzeme Ağı

Bu ağa malzeme stokları ve sektörler arası ya da sektör içi malzeme akışları dahildir. Hammaddeler, proses içi envanterler ya da tamamlanmış ürünler bulunur. Malzemelerin akışı, stoklar ve satışlar baz alınarak verilen kararları temsil eden siparişler tarafından kontrol edilir. Bu nedenle modelde, malzeme şebekesine direkt bağlı olan bilgi ve sipariş şebekelerini dikkate alacağız.

### b-Sipariş Ağı

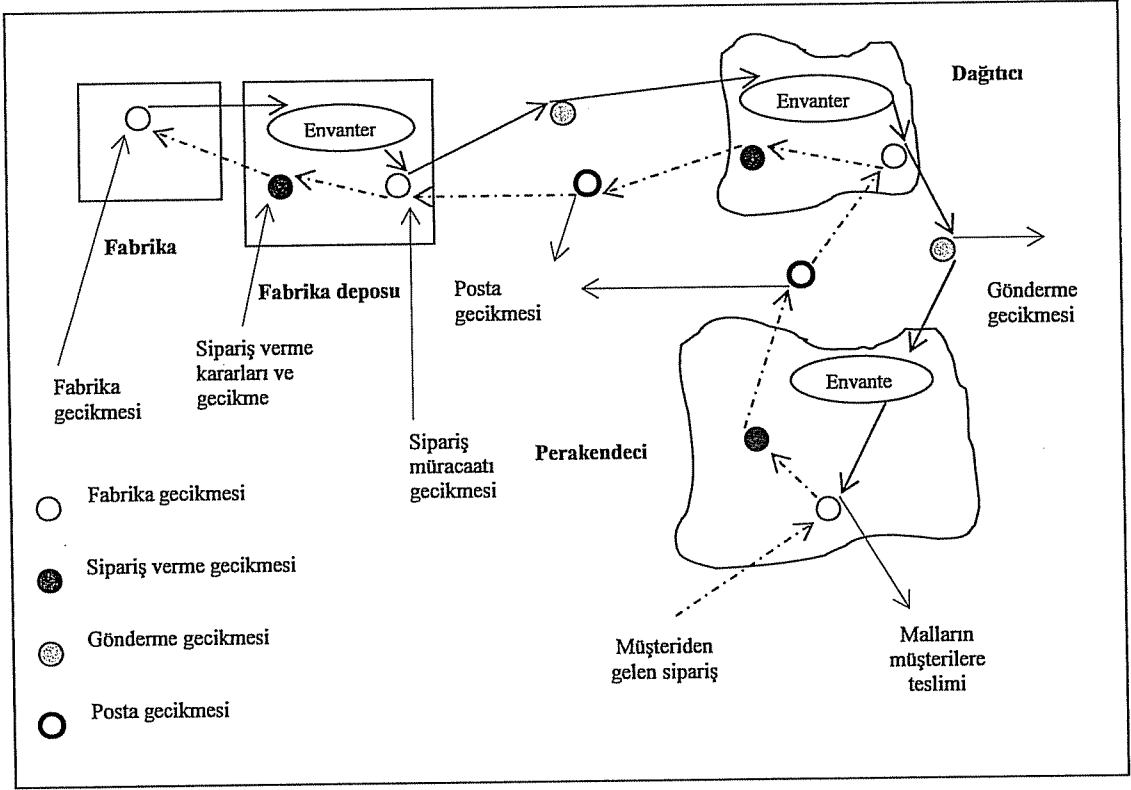
Bu ağa satın alma siparişleri, üretim siparişleri, talep vb. siparişler dahildir. Sipariş ağı genellikle endüstriyel sistemde alt sistemler arasında işlevsel bağlantı kurar.

### c-Fon Akış Ağı

Fon akışı, fon düzeyleri arasındaki gerçek ödemelerdir. Tamamlanmış olan ticari faaliyetlerin bir hesabını temsil eder. Para akışı, satış ve imalat kararlarının başlıca belirleyicisi değildir. Sadece zararlı bir durumda olan veya nakit para miktarı ve mevcut kredisi oldukça aşağı düşen marjinal organizasyonlarda, para, şebeke limiti hakkında serbest karar verme şartı olacaktır.

Fabrikadan tüketiciye uzanan mal akışının ana kanalı ve siparişler şeklinde tüketiciden fabrikaya doğru bilgi akışı ve sistemin yapısı Şekil 17'de gösterilmiştir. Bu şekil incelemek istediğimiz problemi genel bir şekilde tanımlamaktadır.

Şekil 17. Üretim dağıtım sistemi organizasyonu



Kaynak: Forrester (1961:139).

Bu analizde üç sektör (fabrika-bayi-perakendeci) birbirine çok benzeyen faktörlerdir.

#### 4.2.3. Düzeyler, Akış Oranları ve Karar Fonksiyonları

##### a- Düzeyler:

Düzeyler sistem içindeki yığılmalardır. Bunlar envanter düzeyi, işçi sayısı, fabrika alanı, aktarılan malzemeler ve benzerleridir. Düzeyler bu değişkenlerin, girişler ile çıkışlar arasındaki farktan hesaplanan güncel değerlerdir. Düzeyler, altı temel endüstriyel faktörün (bilgi, malzeme, siparişler, para, personel ve sermaye ekipmanları) her birinde farklı şekillerde yer almaktadır. Sistem içindeki tüm aktiviteler dursa bile düzeyler varlığını sürdürür (Forrester, 1967).

##### b- Akış Oranları:

Oranlar sistem içindeki düzeyler arasındaki o anki akışları gösterir. Akış oranları karar fonksiyonları tarafından saptanan kurallar dahilinde sistem düzeyleri tarafından saptanır. Yine aynı şekilde oranlar düzeyleri belirler.

### **c- Karar Fonksiyonları (Oran Eşitlikleri):**

Düzeyler hakkındaki mevcut bilginin oranları nasıl etkilediğini saptayan eşitliklerdir. Bu eşitlik bir ya da daha çok düzeyin durumuna yanıt olarak akışı belirler.

Bu eşitlikler sistem düzeyleri arasındaki akış oranlarını belirlerler. Oranlar düzeylerde değişikliklere neden olurlar. Bu oran eşitliği K anında değerlendirilir ve KL aralığındaki akış oranını etkileyerek yapılacak hareketi saptar. Aşağıda oran eşitliğine tipik bir örnek verilmiştir.

### **d- Bilgi Kanalları:**

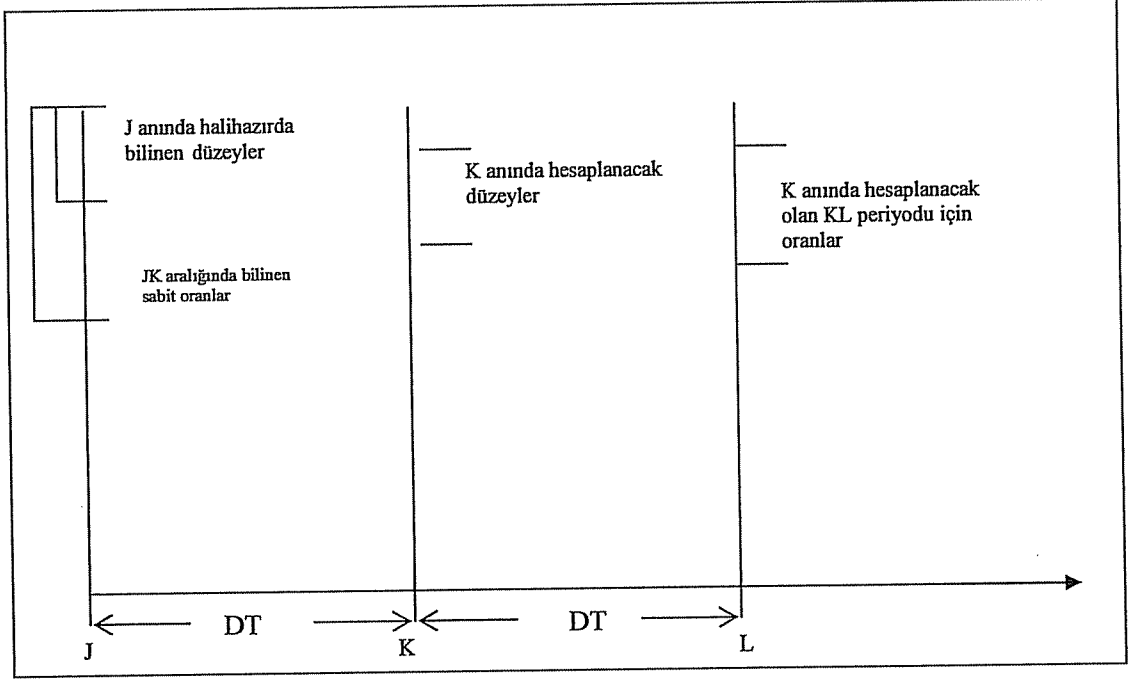
Oranları belirleyen karar fonksiyonları sadece düzeylerden gelen bilgi akışına bağlıdır.

#### **4.2.4. Eşitlik Sistemi**

Yukarıda model yapısı tanımlanan sistem bir bilgi-geri besleme sistemidir. Eşitlikler yeni bir zaman noktasında, daha önceki zaman noktasındaki durumun nasıl güncelleştirileceğini ifade eder (Şirvan, 1994 :6).

Zaman noktaları J, K ve L olarak verilmiştir. K içinde bulunulan anı temsil etmektedir. (Şekil 18), JK zaman aralığı önceki aralığı temsil eder ve bu zaman aralığına ait bilgiler elimizde mevcuttur. K anında değerlendirilen eşitlik için KL aralığındaki bilgiler ise gelecekte oluşacaklarından mevcut değildir.

## Şekil 18. K anında hesaplamalar



**Kaynak:** Şirvan (1994:8)

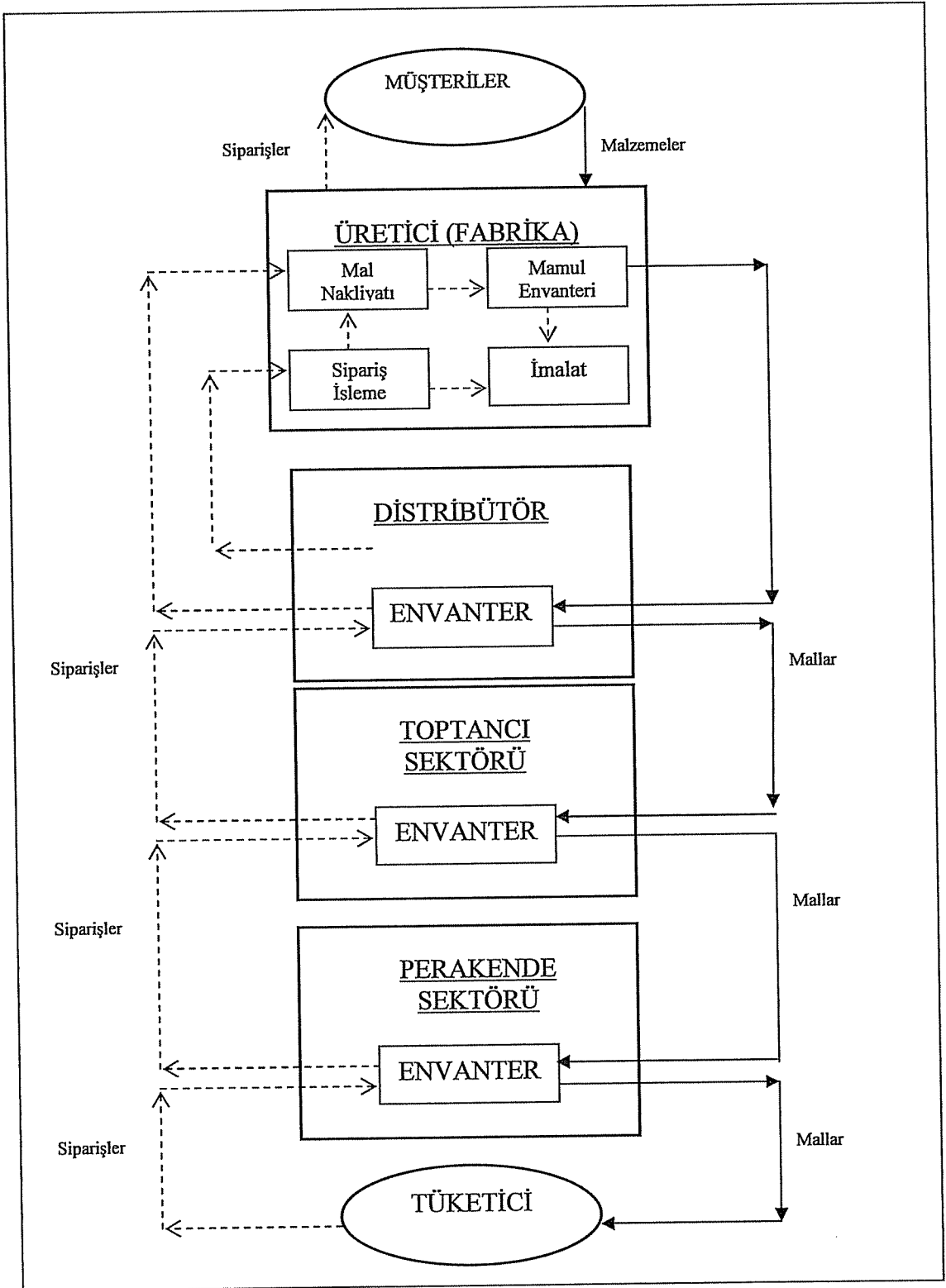
Oran eşitlikleri, düzey eşitlikleri değerlendirildikten sonra K anında hesaplanır. Oran (karar) eşitliklerinden hesaplanan oranlar gelecek KL aralığında yapılacak aktivitelerin saptanmasına ışık tutar. K anında yapılan düzey değerlendirmesinden ve KL için oranların hesaplanmasından sonra J, K, L zaman noktaları DT kadar sağa kaydırılır. Hesaplanan K düzeyleri J düzeyleri olarak adlandırılır. KL oranları ise JK oranları olur. K noktasına DT zamanı eklenerek yeni durum için eşitlikler hesaplanır.

### 4.2.5. Sistem Eşitlikleri ve Akış Diyagramları

TZYM sisteminde yer alan akış tipleri;



Şekil 19. Tedarik Zinciri Yönetimi Modeli organizasyon yapısı



- i. Sipariş akışları
  - ii. Bilgi akışları
  - iii. Malzeme akışları
  - iv. Para (maliyet) akışları

Olarak sıralanır.

Tedarik zinciri yönetimi modeli sisteminin organizasyon yapısı şekil 19'da verilmiştir. Sistem tedarikçi, üretici, dağıtıcı ve perakendeci olmak üzere beş kısımdan oluşmaktadır. Bu sistemler arasındaki sipariş, mal ve bilgi akışları ana hatları ile gösterilmiştir.

#### **4.2.5.1-Perakende Sektörü Sistem Eşitlikleri (Forrester, 1961):**

##### **A- Perakendeci sektörü tamamlanmamış sipariş düzeyi:**

$$TSP \cdot K = TSP \cdot J + DT * (TPSA \cdot JK - PTGM \cdot JK)$$

TSP: Perakendeci sektörü tamamlanmamış sipariş düzeyi (adet)

DT: Çözüm aralığı

TPSA: Tüketiciden perakendeciye giden satınalma siparişi (adet/ hafta)

PTGM: Perakendeciden tüketiciye giden mal miktarı (adet/ hafta)

##### **B- Perakendeciden tüketiciye giden mal oranı (adet/ hafta)**

$$PGMO \cdot JK = TSP \cdot K / STP$$

PGMO: Perakendeciden tüketiciye giden mal oranı (adet/ hafta)

TSP: Tamamlanmamış sipariş düzeyi (adet)

STP: Sipariş tamamlama gecikmesi (hafta)

##### **C- Perakendeciden Tüketiciye giden mal miktarı oranı:**

$$PTGM \cdot KL = PGMO \cdot KL \quad \text{EĞER} \quad PGML \cdot KL \geq PGMO \cdot KL$$

$$PGML \cdot KL \quad \text{EĞER} \quad PGML \cdot KL < PGMO \cdot KL$$

PTGM: Perakendeciden tüketiciye giden mal miktarı oranı (adet/ hafta)

PGMO: Perakendeciden tüketiciye giden mal oranı (adet/ hafta)

PGML: Perakendeciden tüketiciye gidebilecek mal limiti (adet/ hafta)

**D- Perakendeci Envanter Düzeyi:**

$$EDP . K = EDP . J + DT * (UMEN . JK - PTGM . JK)$$

EDP: Perakendeci envanter düzeyi (adet)

UMEN: Toptancıdan perakendeciye gelen mal miktarı (adet/ hafta)

PTGM: Perakendeciden tüketiciye giden mal miktarı (adet/ hafta)

**E- Perakendeciden toptancıya giden satınalma siparişi:**

$$PUSS . KL = DSP . K + ISP . K - EDP . K$$

PUSS: Perakendeciden toptancıya giden satınalma siparişi (adet/ hafta)

DSP: Düzgünleştirilmiş tüketici siparişleri (adet/ hafta)

EDP: Perakendeci envanter düzeyi (adet)

ISP: İstenen stok düzeyi (adet)

**4.2.5.2-Toptancı Sektörü Sistem Eşitlikleri (Forrester, 1961):**

**A- Toptancı sektörü tamamlanmamış sipariş düzeyi:**

$$TSH . K = TSH . J + DT * (PHSA . JK - HPGM . JK)$$

TSH: Toptancı sektörü tamamlanmamış sipariş düzeyi (adet)

DT: Çözüm aralığı

PHSA: Perakendeciden toptancıya giden satınalma siparişi (adet/ hafta)

HPGM: Toptancıdan perakendeciye giden mal miktarı (adet/ hafta)

**B- Toptancıdan Perakendeciye giden mal oranı (adet/ hafta)**

$$HGMO \cdot JK = TSH \cdot K / STH$$

HGMO: Toptancıdan Perakendeciye giden mal oranı (adet/ hafta)

TSH: Tamamlanmamış sipariş düzeyi (adet)

STH: Sipariş tamamlama gecikmesi (hafta)

**C- Toptancıdan Perakendeciye giden mal miktarı oranı:**

$$HPGM \cdot KL = HGMO \cdot KL \text{ EĞER } HGML \cdot KL \geq HGMO \cdot KL$$

$$HGML \cdot KL \text{ EĞER } HGML \cdot KL < HGMO \cdot KL$$

HPGM: Toptancı sektöründen perakendeye giden mal miktarı oranı (adet/ hafta)

HGMO: Toptancı sektöründen perakendeye giden mal oranı (adet/ hafta)

HGML: Toptancı sektöründen perakendeye gidebilecek mal limiti (adet/ hafta)

**D- Toptancı Sektörü Envanter Düzeyi:**

$$EDH \cdot K = EDH \cdot J + DT * (UMEN1 \cdot JK - HPGM \cdot JK)$$

EDH: Toptancı envanter düzeyi (adet)

UMEN1: Distribütörden toptancıya gelen mal miktarı (adet/ hafta)

HPGM: Toptancıdan perakendeciye giden mal miktarı (adet/ hafta)

**E- Toptancıdan perakendeciye giden satınalma siparişi:**

$$HUSS \cdot KL = DSH \cdot K + (ISH \cdot K - EDH \cdot K) / EAGH$$

HUSS: Toptancıdan distribütöre giden satınalma siparişi (adet/ hafta)

DSH: Düzgünleştirilmiş perakendeci siparişleri (adet/ hafta)

EDH: Toptancı envanter düzeyi (adet)

ISH: İstenen stok düzeyi (adet)

EAGH: Stok ayarlama gecikmesi

#### 4.2.5.3. Distribütör Sektörü Sistem Eşitlikleri (Forrester, 1961):

##### A- Distribütör sektörü tamamlanmamış sipariş düzeyi:

$$TSD . K = TSD . J + DT * (HDSA . JK - DHGM . JK)$$

TSD: Distribütör sektörü tamamlanmamış sipariş düzeyi (adet)

DT: Çözüm aralığı

HDSA: Toptancıdan distribütöre giden satınalma siparişi (adet/ hafta)

DHGM: Distribütörden toptancıya giden mal miktarı (adet/ hafta)

##### B- Distribütörden toptancıya giden mal oranı (adet/ hafta)

$$DGMO . JK = TSD . K / STD$$

DGMO: Distribütörden toptancıya giden mal oranı (adet/ hafta)

TSD: Tamamlanmamış sipariş düzeyi (adet)

STD: Sipariş tamamlama gecikmesi (hafta)

##### C- Distribütörden toptancıya giden mal miktarı oranı:

$$DHGM . KL = DGMO . KL \text{ EĞER } DGML . KL \geq DGMO . KL$$

$$DGML . KL \text{ EĞER } DGML . KL < DGMO . KL$$

DHGM: Distribütörden toptancı sektörüne giden mal miktarı oranı (adet/ hafta)

DGMO: Distribütörden toptancı sektörüne giden mal oranı (adet/ hafta)

DGML: Distribütörden toptancı sektörüne gidebilecek mal limiti (adet/ hafta)

##### D- Distribütör Envanter Düzeyi:

$$EDD . K = EDD . J + DT * (UMEN2 . JK - DTGM . JK)$$

EDD: Distribütör envanter düzeyi (adet)

UMEN2: Fabrikadan distribütöre gelen mal miktarı (adet/ hafta)

DHGM: Distribütörden toptancıya giden mal miktarı (adet/ hafta)

**E- Distribütörden toptancıya giden satınalma siparişi:**

$$DUSS \cdot KL = DSD \cdot K + ISD \cdot K - EDD \cdot K$$

DUSS: Distribütörden toptancıya giden satınalma siparişi (adet/ hafta)

DSD: Düzgünleştirilmiş toptancı siparişleri (adet/ hafta)

EDD: Distribütör envanter düzeyi (adet)

ISD: İstenen stok düzeyi (adet)

**4.2.5.4. Fabrika Sektörü Sistem Eşitlikleri (Forrester, 1961):**

**A- Fabrika sektörü tamamlanmamış sipariş düzeyi:**

$$TSF \cdot K = TSF \cdot J + DT * (DFSA \cdot JK - FDGM \cdot JK)$$

TSF: Fabrika sektörü tamamlanmamış sipariş düzeyi (adet)

DT: Çözüm aralığı

DFSA: Distribütörden fabrikaya giden satınalma siparişi (adet/ hafta)

FDGM: Fabrikadan distribütöre giden mal miktarı (adet/ hafta)

**B- Fabrikadan distribütöre giden mal oranı (adet/ hafta)**

$$FGMO \cdot JK = TSF \cdot K / STF$$

FGMO: Fabrikadan distribütöre giden mal oranı (adet/ hafta)

TSF: Tamamlanmamış sipariş düzeyi (adet)

STF: Sipariş tamamlama gecikmesi (hafta)

**C- Fabrikadan distribütöre giden mal miktarı oranı:**

$$FPGM \cdot KL = FGMO \cdot KL \text{ EĞER } FGML \cdot KL \geq FGMO \cdot KL$$

$$FGML \cdot KL \text{ EĞER } FGML \cdot KL < FGMO \cdot KL$$

FPGM: Fabrikadan distribütöre giden mal miktarı oranı (adet/ hafta)

FGMO: Fabrikadan distribütöre giden mal oranı (adet/ hafta)

FGML: Fabrikadan distribütöre gidebilecek mal limiti (adet/ hafta)

**D- Fabrika Envanter Düzeyi:**

$$EDF \cdot K = EDF \cdot J + DT * (UMEN23 \cdot JK - FDGM \cdot JK)$$

EDF: Fabrika envanter düzeyi (adet)

UMEN3: Tedarikçiden fabrikaya gelen mal miktarı (adet/ hafta)

FDGM: Fabrikadan distribütöre giden mal miktarı (adet/ hafta)

**E- Fabrikadan distribütöre giden satınalma siparişi:**

$$FUSS \cdot KL = DSF \cdot K + ISF \cdot K - EDF \cdot K$$

FUSS: Fabrikadan distribütöre giden satınalma siparişi (adet/ hafta)

DSF: Düzgünleştirilmiş distribütör siparişleri (adet/ hafta)

EDF: Fabrika envanter düzeyi (adet)

ISF: İstenen stok düzeyi (adet)

**4.2.6. Tedarik Zinciri Seviyelerindeki Başlangıç Değerleri:**

**Çözüm aralığı (DT);**

TZY modelinde, sistemdeki gecikmeleri 1 hafta olarak temsil edeceğimizden, çözüm aralığını;

DT = 1 hafta olarak alacağız.

**İtme Sistemli Tedarik Zinciri Modeli (TZY1) İçin Sistem Parametreleri:**

Perakendecide, toptancıda, distribütörde ve fabrikada siparişlerin karşılanmaması halinde gecikme; mallar stokta iken meydana çıkan minimum sipariş işleme gecikmesi.

DHP: 1.0 hafta, perakendede sipariş işleme gecikmesi

DHH: 1.0 hafta, toptancıda sipariş işleme gecikmesi

DHD: 1.0 hafta, distribütörde sipariş işleme gecikmesi

DHF: 1.0 hafta, fabrikada sipariş işleme gecikmesi

**Malların sevkiyatında ki gecikme için;**

DTP = 1.0 hafta, Toptancıdan perakendeye nakletmede gecikme,

DTT = 1.0 hafta, distribütörden toptancıya nakletmede gecikme,

DTD = 1.0 hafta, fabrikadan distribütöre nakletmede gecikme,

DTD = 3.2 hafta, fabrikadan distribütöre nakletmede gecikmeyi kullanacağız.

**Üssel düzeltme katsayısı;**

Üssel Düzeltme Katsayısı = 1

Sipariş verilirken arzulanan stok düzeyine ulaşma katsayısı;

A = 0,2

Arzulanan ortalama stok miktarı;

Q = 40 adet

Ürünün mevsimsellik periyodu;

P = 0 - 26 hafta

Birim stok tutma maliyeti; bu maliyete depo masrafları, işçilik masrafları, sigorta giderleri ve sezon sonunda satılmayan ölü stoklardan kaynaklanan zararlar vb. dahildir.

MP1 = 0,6 Pb (Para birimi), perakende sektörü için

MH1 = 0,6 Pb (Para birimi), toptancı sektörü için

MD1 = 0,6 Pb (Para birimi), distribütör için

MF1 = 0,45 Pb (Para birimi), fabrika için birim ürün başına stok tutma maliyeti hesaplanacaktır.



Birim ürün karşılamama maliyeti; bu maliyet ürünün hiç karşılanamaması değil, bir sonraki zaman diliminde karşılanması durumunda firmanın uğradığı birim başına maliyettir.

MP2 = 0,3 Pb (Para birimi), perakende sektörü için

MH2 = 0,25 Pb (Para birimi), toptancı sektörü için

MD3 = 0,25 Pb (Para birimi), distribütör için

MF4 = 0,10 Pb (Para birimi), fabrika için birim ürün başına karşılanamayan ürün maliyeti hesaplanacaktır.

### **Çekme Sistemli Tedarik Zinciri Modeli (TZY2) İçin Sistem Parametreleri:**

Perakendecide, toptancıda, distribütörde ve fabrikada siparişlerin karşılanmaması halinde gecikme; mallar stokta iken meydana çıkan minimum sipariş işleme gecikmesi.

DHP: 0 hafta, perakendede sipariş işleme gecikmesi

DHH: 0 hafta, toptancıda sipariş işleme gecikmesi

DHD: 0 hafta, distribütörde sipariş işleme gecikmesi

DHF: 0 hafta, fabrikada sipariş işleme gecikmesi

### **Malların sevkiyatında ki gecikme için;**

DTP = 1.0 hafta, Toptancıdan perakendeye nakletmede gecikme,

DTT = 1.0 hafta, distribütörden toptancıya nakletmede gecikme,

DTD = 1.0 hafta, fabrikadan distribütöre nakletmede gecikme,

DTD = 2,8 hafta, fabrikadan distribütöre nakletmede gecikmeyi kullanacağız.

### **Üssel düzeltme katsayısı;**

Üssel Düzeltme Katsayısı = 1

Sipariş verilirken arzulanan stok düzeyine ulaşma katsayısı;

A = 0,01

Arzulanan ortalama stok miktarı;

$$Q = 10 \text{ adet}$$

Ürünün mevsimsellik periyodu;

$$P = 0 - 26 \text{ hafta}$$

Birim stok tutma maliyeti; bu maliyete depo masrafları, işçilik masrafları, sigorta giderleri ve sezon sonunda satılmayan ölü stoklardan kaynaklanan zararlar vb. dahildir.

$$MP1 = 0,6 \text{ Pb (Para birimi), perakende sektörü için}$$

$$MH1 = 0,6 \text{ Pb (Para birimi), toptancı sektörü için}$$

$$MD1 = 0,6 \text{ Pb (Para birimi), distribütör için}$$

MF1 = 0,45 Pb (Para birimi), fabrika için birim ürün başına stok tutma maliyeti hesaplanacaktır.

Birim ürün karşılamama maliyeti; bu maliyet ürünün hiç karşılanamaması değil, bir sonraki zaman diliminde karşılanması durumunda firmanın uğradığı birim başına maliyettir.

$$MP2 = 0,3 \text{ Pb (Para birimi), perakende sektörü için}$$

$$MH2 = 0,25 \text{ Pb (Para birimi), toptancı sektörü için}$$

$$MD3 = 0,25 \text{ Pb (Para birimi), distribütör için}$$

MF4 = 0,10 Pb (Para birimi), fabrika için birim ürün başına karşılanamayan ürün maliyeti hesaplanacaktır.

## **BÖLÜM 5. SİMÜLASYON DENEYLERİ VE YORUM**

Yukarıda sistem dinamiği modeli kurulan sistemin değişen şartlarda nasıl davrandığının incelenmesi için, bir deney planı çerçevesinde simülasyon deneyleri yapıp, elde edilen sonuçlarla tedarik zincirinin performans kriterleri hakkında kararlara varılacaktır.

Durumsallık yaklaşımı ile incelenecek olan model için, yenilikçi ürün üreten bir tekstil tedarik zinciri örnek oluşturacaktır. Mevcut tedarik zinciri yenilikçi ürün üretmekte, müşteri siparişleri varolan yüksek envanterden karşılanmaktadır. Fabrikanın ürettiği ürünler fabrikadan distribütöre, oradan toptancıya sonra perakendeciye ve perakendeciden de nihai tüketiciye ulaşmaktadır. Bu tedarik zinciri için yukarıdaki başlangıç verileri kullanılacaktır.

### **5.1. Deney Planı**

Başlangıç değerleri ve eşitlikleri kullanılarak yukarıda verilen itme sistemli tedarik zinciri (TZY1) sisteminin değerlendirilmesi yapılacaktır. Daha sonra aynı yenilikçi ürün tedarikini gerçekleştiren çekme sistemli tedarik zinciri (TZY2) kurulacak, önce envanter düzeyleri azaltılacak sonra da gecikmeler azaltılarak değerlendirilmesi yapılacaktır.

Deneyle her iki tedarik zinciri modeli için de uygulanacaktır. Tedarik zinciri tasarımı bölümünde itme ve çekme sistemi tasarımları bu bölümde; birincisi (envanter tutarak) itme sistemi uygulanan (TZY1); diğeri ise (envanter tutmadan) çekme sistemi uygulanan (TZY2) modeli şeklinde karşılaştırılacaktır.

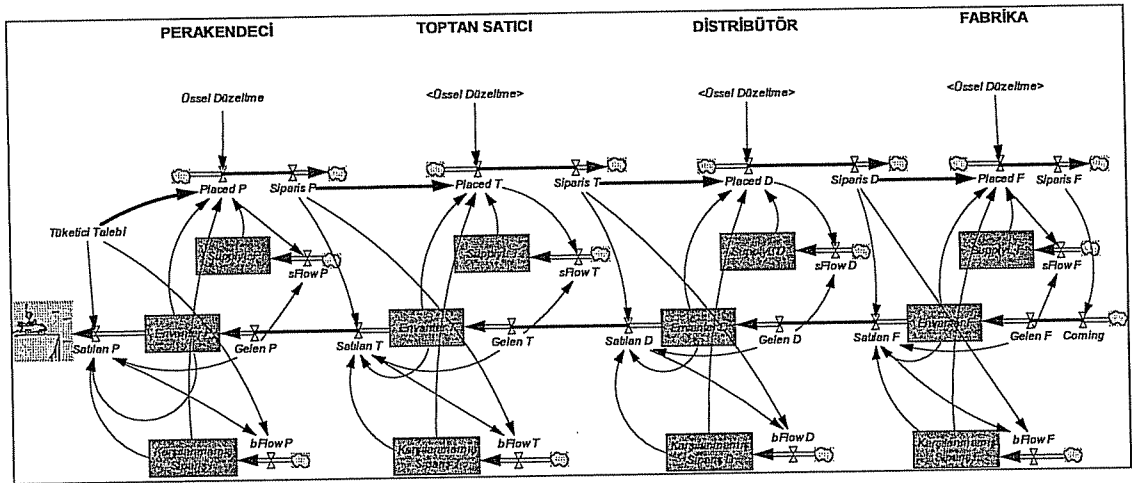
Böylece deneyle sonucunda, envanter tutma-tutmama, siparişleri zamanında karşılama-karşılama, gecikmelerin azaltılması ve üssel düzeltme gibi faktörlerin sistemin yıllık toplam maliyetine etkileri incelenip, itme sistemli TZY1 ve çekme sistemli TZY2 modellerinin hangisinin daha iyi performans değerlerine sahip olduğu kararına varılacaktır.

## 5.2. Vensim PLE 5.6d Simülasyon Programının Tanıtımı:

Ventana Systems, Inc. Tarafından üretilen Vensim simülasyon programı, özellikle sistem dinamiği modellerinin simülasyonunda kullanılmaktadır. Vensim, sistem dinamiği modellerinin kavramsal olarak açıklanması, simüle edilmesi, analiz edilmesi ve optimize edilmesini sağlayan bir görsel modelleme aracıdır.

Vensim PLE (Personel Learning Edition) ve PLE Plus versiyonları, sistem dinamiğinin öğrenilmesi için dizayn edilmiştir. MIT (Massachusetts Institute Of Technology)' de sistem dinamiği ile ilgili birçok araştırmada kullanılan Vensim simülasyon programı; ücretli bir program olmasına karşın, akademik kullanımlar için internetten ücretsiz temin edilebilmektedir.<sup>1</sup>

Şekil 20. Vensim simülasyon programında hazırlanan dört sektörlü tedarik zinciri modeli.



Vensim simülasyon programı ile tasarlanan perakendeci-toptancı-distribütör-fabrika sistem dinamiği tasarımı Şekil 20'deki gibidir.

## 5.3. Deneyler

**DENEY 1.** Perakendede satışlarında mevsimsellik etkisinin 26 hafta, talep dalgalanmasının 25-45 ürün arasında olduğu ve talebin üssel düzeltme katsayısı 2 olan yenilikçi bir ürünün *itme sistemli ve üssel düzeltmeli tedarik zinciri modelinde* (TZY1) toplam stok ve sipariş karşılama maliyetinin hesaplanması:

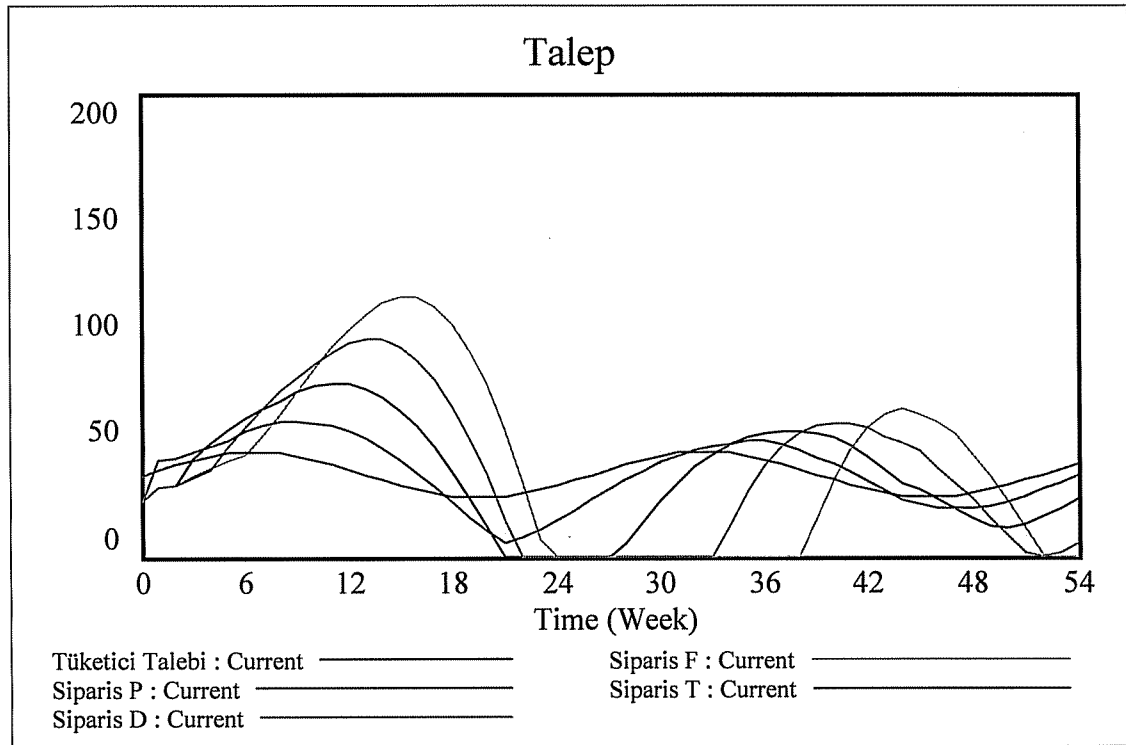
<sup>1</sup> Vensim 5.6d simülasyon programının indirilebileceği internet adresi: (<http://www.vensim.com/freedownload.html>)

İtme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 modelinin mevcut verilerinin sistem dinamiği simülasyon programına girilerek modeldeki sektörlerin envanter, sipariş karşılamama maliyetleri ve toplam maliyetleri hesaplanmıştır. Talebin üssel düzeltme katsayısı 2 olarak girilmiştir.<sup>2</sup>

### Deney 1'in sonuçları;

İtme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 modelinin parametreleri girildikten sonra elde edilen sonuçlar aşağıdadır. Sistemdeki toplam envanter tutma maliyeti 6.751 Pb, siparişi karşılamama maliyeti 2.807 Pb ve toplam maliyet 9.558 Pb'dir. Sistemdeki siparişler ve sistemin toplam maliyet grafikleri aşağıdaki gibidir.

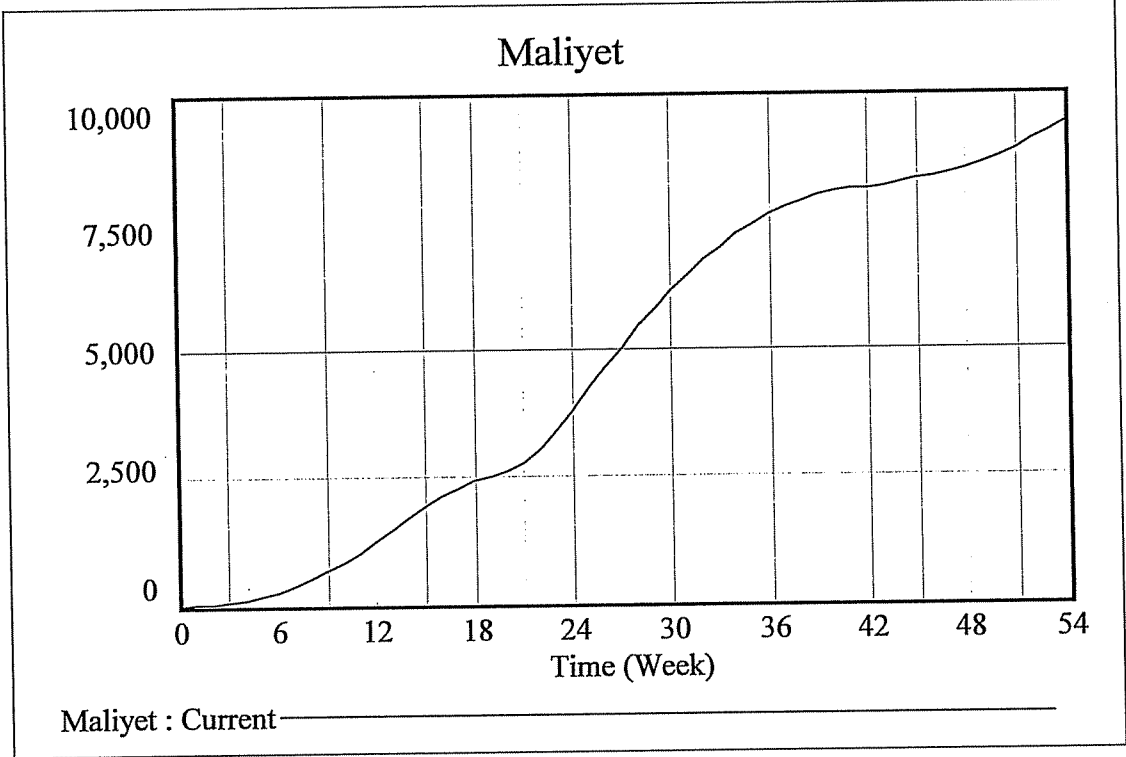
**Şekil 21. Deney 1 (itme sistemli üssel düzeltmeli TZY1)'e ait sektör siparişlerinin grafiği**



Şekil 21'de itme sistemli ve üssel düzeltmeli tedarik zinciri modelinde sektörlerin toplam maliyetleri gösterilmektedir. Mavi renkli olan direkt tüketici siparişindeki dalgalanma 25-40 arasında iken üreticiden tedarikçiye giden satın alma siparişleri çok ciddi derecede *kamçı etkisinin* var olduğunu göstermektedir.

<sup>2</sup> İtme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 modelinin işleyişinin ayrıntılı grafikleri Ek A bölümündedir.

**Şekil 22. Deney 1 (itme sistemli üssel düzeltmeli TZY1)'e ait toplam sistem maliyetinin grafiği**



Şekil 22'de itme sistemli üssel düzeltmeli tedarik zinciri modelinin (TZY1) toplam maliyeti eğrisi görünmektedir.

**DENEY 2. Perakendede satışlarında mevsimsellik etkisinin 26 hafta, talep dalgalanmasının 25-45 ürün arasında olduğu ve talebin üssel düzeltme katsayısı 1 olan (üssel düzeltmesi olmayan) yenilikçi bir ürünün itme sistemli ve üssel düzeltmesi olmayan tedarik zinciri modelinde (TZY1) toplam stok ve sipariş karşılamama maliyetinin hesaplanması:**

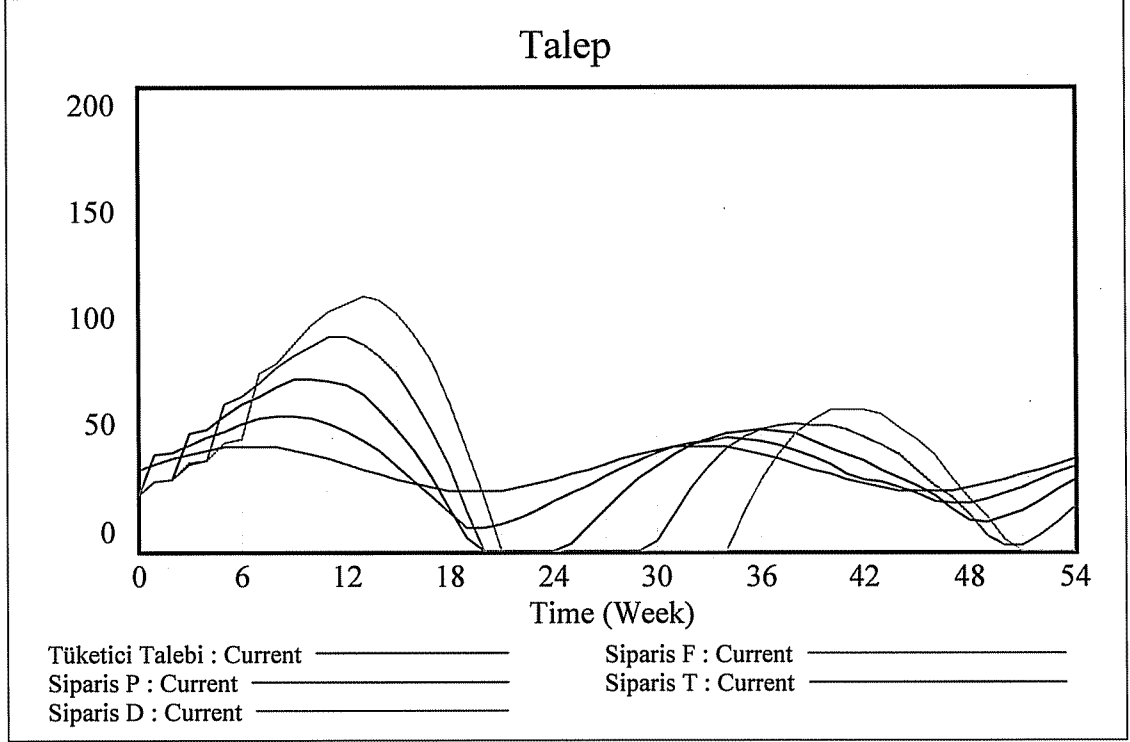
İtme sistemli ve üssel düzeltmesi olmayan tedarik zinciri (TZY1) modelinin mevcut verilerinin sistem dinamiği simülasyon programına girilerek modeldeki sektörlerin envanter, sipariş karşılamama maliyetleri ve toplam maliyetleri hesaplanmıştır. Talebin üssel düzeltme katsayısı 1 olarak girilmiştir.<sup>3</sup>

İtme sistemli ve üssel düzeltmesi olmayan tedarik zinciri (TZY1) modelinin verileri girildikten sonra elde edilen sonuçlar aşağıdadır. Sistemdeki toplam envanter tutma

<sup>3</sup> İtme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 modelinin işleyişinin ayrıntılı grafikleri Ek B bölümündedir.

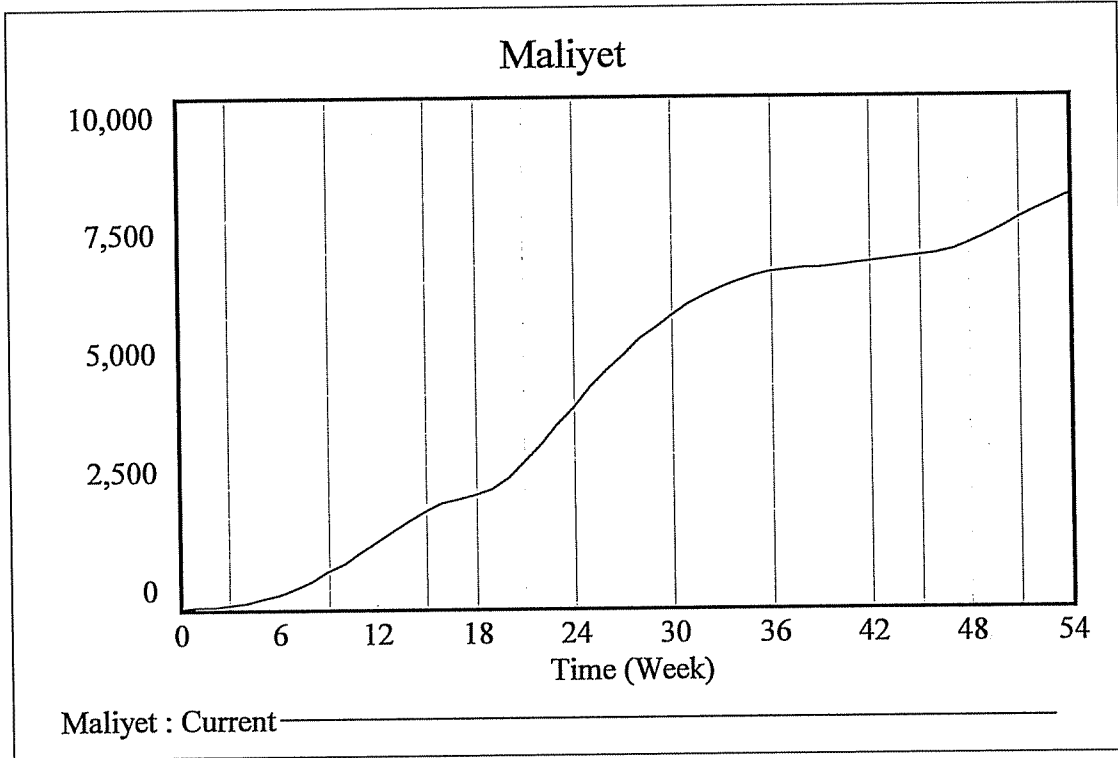
maliyeti 5.690 Pb, siparişi karşılama maliyeti 2.447 Pb ve toplam maliyet 8.137 Pb'dir. Sistemdeki siparişler ve sistemin toplam maliyet grafikleri aşağıdaki gibidir.

**Şekil 23. Deney 2 (itme sistemli üssel düzeltmesiz TZY1)'e ait sektör siparişlerinin grafiği**



Şekil 22'de itme sistemli ve üssel düzeltmesi olmayan tedarik zinciri modelinde sektörlerin toplam maliyetleri gösterilmektedir. Mavi renkli olan direkt tüketici siparişindeki dalgalanma 25-40 arasında iken üreticiden tedarikçiye giden satın alma siparişlerinde kamçı etkisi görünmektedir. Üssel düzeltme katsayısı 1 olduğu için *kamçı etkisinin* neden olduğu dalgalanma üssel düzeltmenin 2 olduğu Deney 1'e göre daha azdır.

**Şekil 24. Deneş 2 (İtme sistemli üssel düzeltmesiz TZY1)'e ait toplam sistem maliyetinin grafiği**



Şekil 22'de İtme sistemli üssel düzeltmeli tedarik zinciri modelinin (TZY1) toplam maliyeti eğrisi görünmektedir.

**DENEY 3.** Bu deneyde perakende sektöründe satışlarında mevsimsellik etkisinin 26 hafta, talep dalgalanmasının 25-45 ürün arasında olduğu ve toptancı sektörünün zincirden çıkarıldığı model (siparişlerin direkt perakendeciden distribütöre yapılması) kurulmuştur. Talebin üssel düzeltme katsayısı 1 olduğu yenilikçi ürün üreten İtme sistemli ve üssel düzeltmesi olmayan, toptancı sektörünün zincirden çıkarıldığı tedarik zinciri modelinde (TZY1) toplam stok ve sipariş karşılama maliyetinin hesaplanması:

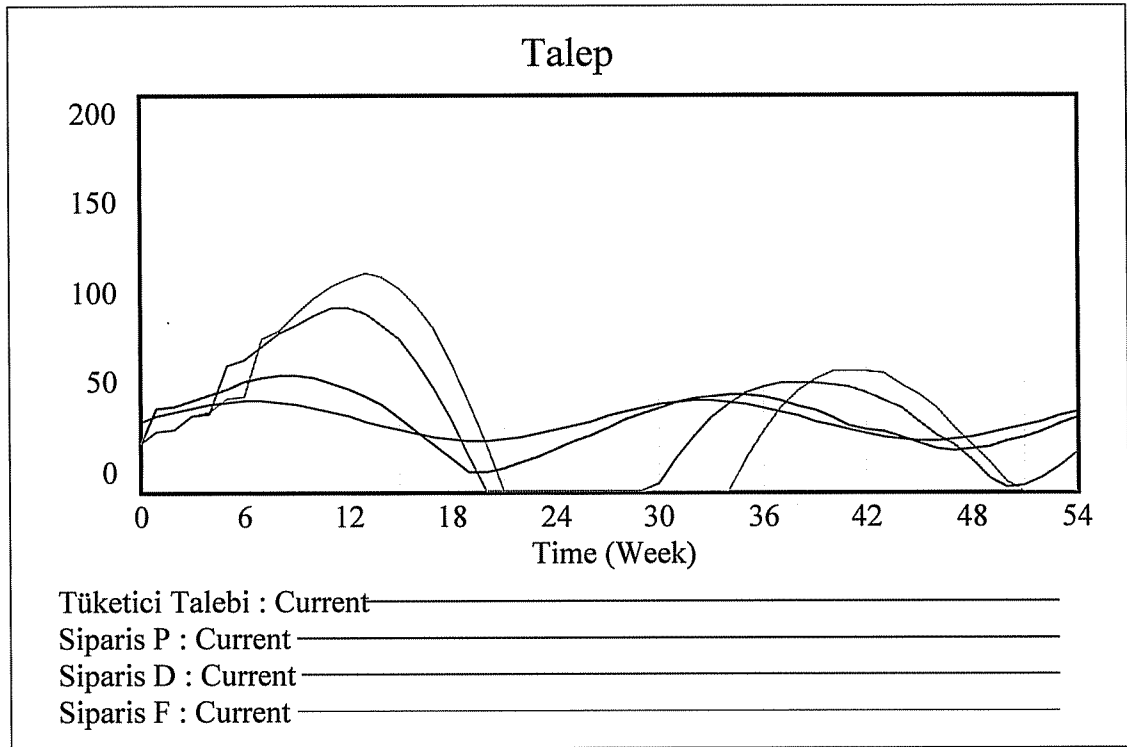
İtme sistemli ve üssel düzeltmesi olmayan TZY1 modelinde toptancı sektörünün sistemden çıkarılması sonucu oluşan modelin sistem dinamiği simülasyon programına girilerek modeldeki sektörlerin envanter, sipariş karşılama maliyetleri ve toplam maliyetleri hesaplanmıştır. Talebin üssel düzeltme katsayısı 1 olarak girilmiştir.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> İtme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 modelinin işleyişinin ayrıntılı grafikleri Ek C bölümündedir.



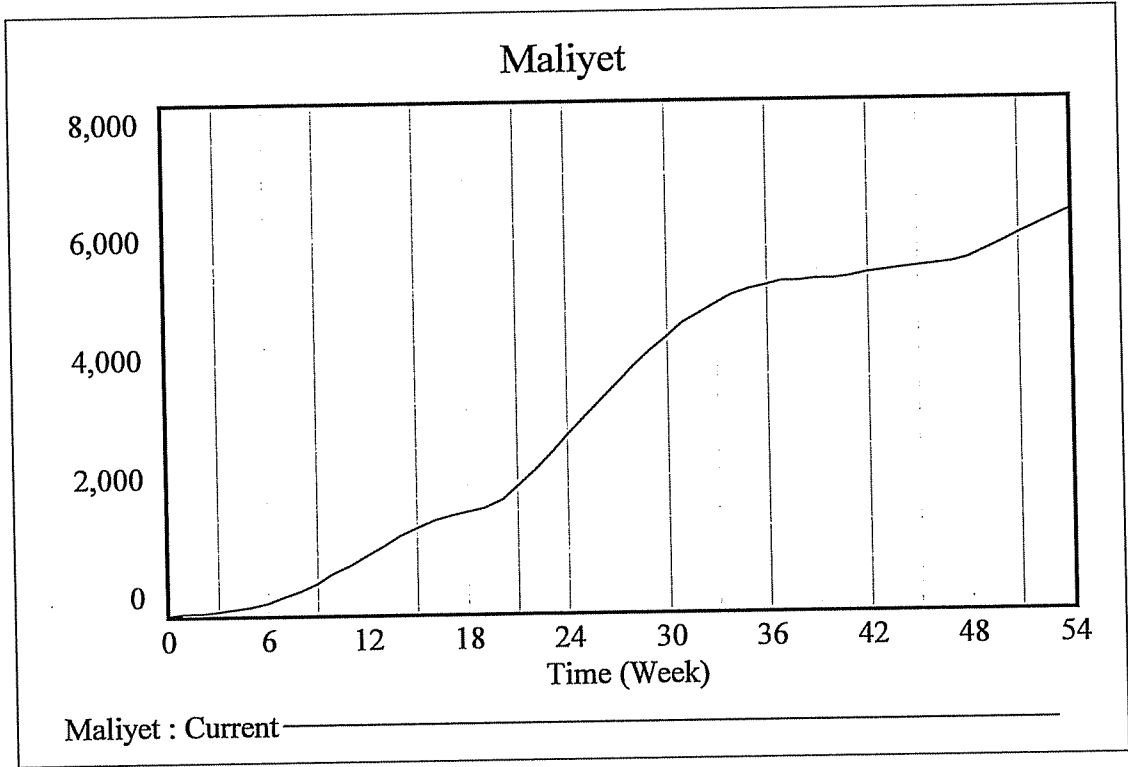
TZY2 sistem verileri girildikten sonra elde edilen sonuçlar aşağıdadır. Sistemdeki toplam envanter tutma maliyeti 4.562 Pb, siparişi karşılamama maliyeti 1.756 Pb ve toplam maliyet 6.318 Pb'dir. Sistemdeki siparişler ve sistemin toplam maliyet grafikleri aşağıdaki gibidir.

**Şekil 25. Deney 3 (toptancının çıkarıldığı, itme sistemli ve üssel düzeltilmesiz TZY1)'e ait sektör siparişlerinin grafiği**



Şekil 25'te itme sistemli ve üssel düzeltilmesi olmayan ve toptancının çıkarıldığı tedarik zinciri modelinde sektörlerin toplam maliyetleri gösterilmektedir. Mavi renkli olan direkt tüketici siparişindeki dalgalanma 25-40 arasında iken üreticiden tedarikçiye giden satın alma siparişlerinde kamçı etkisi görünmektedir. Üssel düzeltme katsayısı 1 olduğu için kamçı etkisinin neden olduğu dalgalanma üssel düzeltmenin 2 olduğu Deney 1'e göre daha azdır.

Şekil 26. Deney 3 (toptancının çıkarıldığı, itme sistemli ve üssel düzeltilmesiz TZY1)'e ait toplam sistem maliyetinin grafiği



Şekil 26'de itme sistemli üssel düzeltilmesiz ve toptancının çıkarıldığı tedarik zinciri modelinin (TZY1) toplam maliyeti eğrisi görünmektedir.

**DENEY 4. Perakendede satışlarında mevsimsellik etkisinin 26 hafta, talep dalgalanmasının 25-45 ürün arasında olduğu ve talebin üssel düzeltme katsayısı 2 olan yenilikçi bir ürünün çekme sistemli ve üssel düzeltilmeli tedarik zinciri modelinde (TZY2) toplam stok ve sipariş karşılama maliyetinin hesaplanması:**

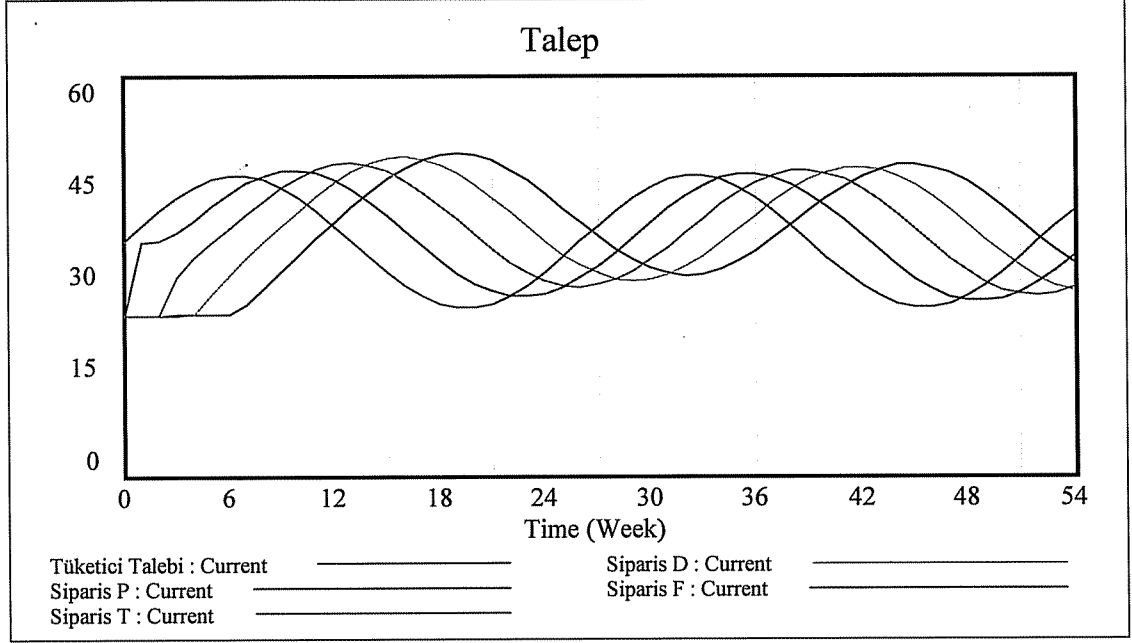
Çekme sistemli ve üssel düzeltilmeli TZY2 modelinin mevcut verilerinin sistem dinamiği simülasyon programına girilerek modeldeki sektörlerin envanter, sipariş karşılama maliyetleri ve toplam maliyetleri hesaplanmıştır. Talebin üssel düzeltme katsayısı 2 olarak girilmiştir.<sup>5</sup>

TZY2 sistem verileri girildikten sonra elde edilen sonuçlar aşağıdadır. Sistemdeki toplam envanter tutma maliyeti 23 Pb, siparişi karşılama maliyeti 6.713 Pb ve

<sup>5</sup> İtme sistemli ve üssel düzeltilmeli TZY1 modelinin işleyişinin ayrıntılı grafikleri Ek D bölümündedir.

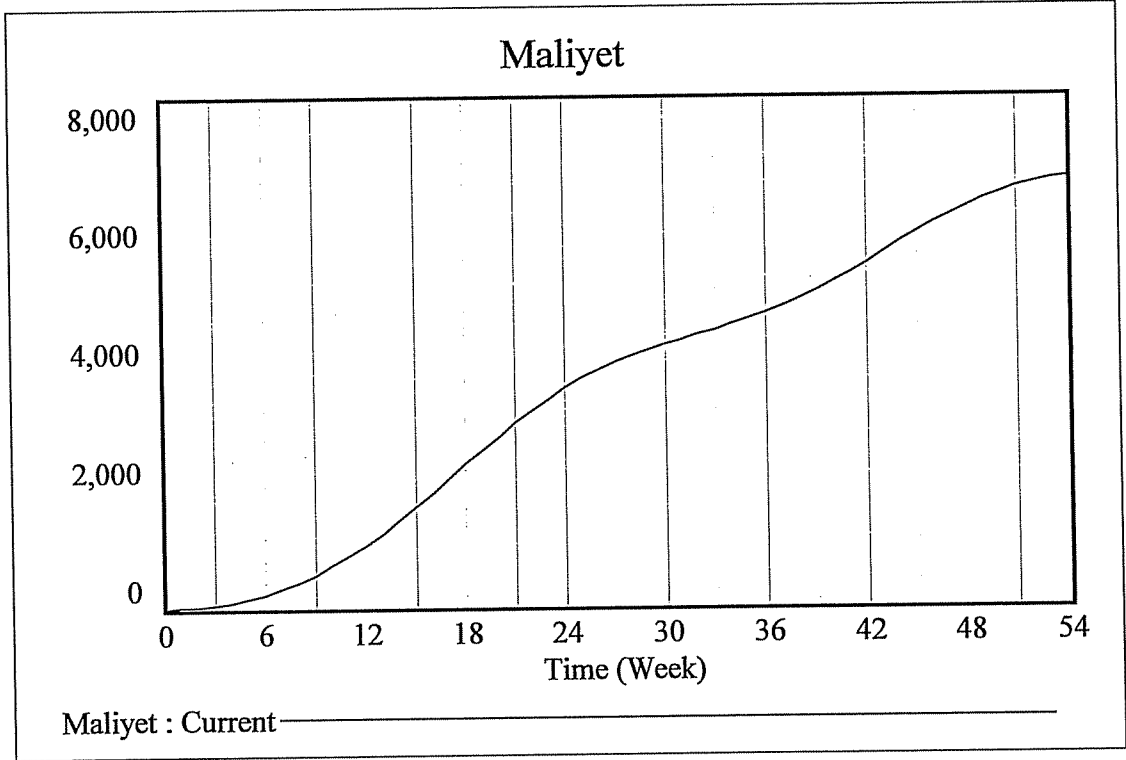
toplam maliyet 6.736 Pb'dir. Sistemdeki siparişler ve sistemin toplam maliyet grafikleri aşağıdaki gibidir.

**Şekil 27. Deney 4 (çekme sistemli üssel düzeltmeli TZY1)'e ait sektör siparişlerinin grafiği**



Şekil 27'deki mavi renkli eğri tüketici talebini göstermektedir. Tüketici talebi 25-45 arasında mevsimsel bir dalgalanma var iken üssel düzeltme katsayısının 2 olması nedeniyle sonraki sektörler gidildikçe çok az bir talep dalgalanması gerçekleşmektedir. Tüketici talep eğrisinden sonra ki eğrilerin sağa paralel kaymalarının nedeni, siparişlerin karşılanmasındaki nakliye gecikmesidir.

Şekil 28. Deneş 4 (çekme sistemli üssel düzeltmeli TZY1)'e ait toplam sistem maliyetinin grafiği



Şekil 28'de çekme sistemli üssel düzeltmeli tedarik zinciri modelinin (TZY2) toplam maliyeti eğrisi görünmektedir.

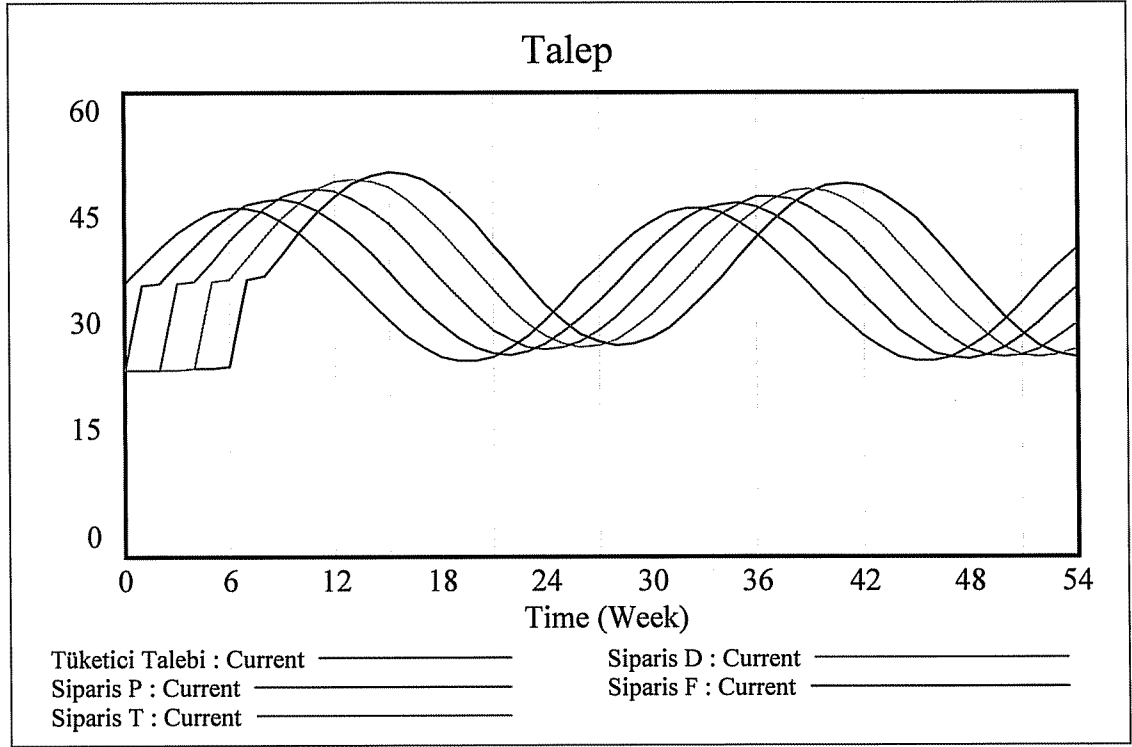
**DENEY 5. Yenilikçi ürün üreten tedarik zincirinde perakende satışlarının mevsimsellik etkisinin 26 hafta, talep dalgalanmasının 25-45 ürün arasında olduğu ve bilgi akışının entegrasyonu sağlanarak sipariş verme gecikmeleri en aza indirildiği sistem denenmiştir. Talebin üssel düzeltme katsayısı 1 olduğu durumda çekme sistemli ve üssel düzeltmesi olmayan tedarik zinciri modelinde (TZY2) toplam stok ve sipariş karşılamama maliyetinin hesaplanması:**

Bilgi paylaşımı artırılarak perakendenin aldığı siparişin anında tedarikçiye iletilmesi ile sipariş işleme gecikmesi minimum seviyede alınmıştır. Çekme sistemli ve üssel düzeltmesi olmayan TZY2 modelinin mevcut verilerinin sistem dinamiği simülasyon programına girilerek modeldeki sektörlerin envanter, sipariş karşılamama maliyetleri

ve toplam maliyetleri hesaplanmıştır. Talebin üssel düzeltme katsayısı 1 olarak girilmiştir.<sup>6</sup>

Çekme sistemli ve üssel düzeltmesi olmayan TZY2 modelinin verileri girildikten sonra elde edilen sonuçlar aşağıdadır. Sistemdeki toplam envanter tutma maliyeti 55 Pb, siparişi karşılamama maliyeti 5.558 Pb ve toplam maliyet 5.613 Pb'dir.

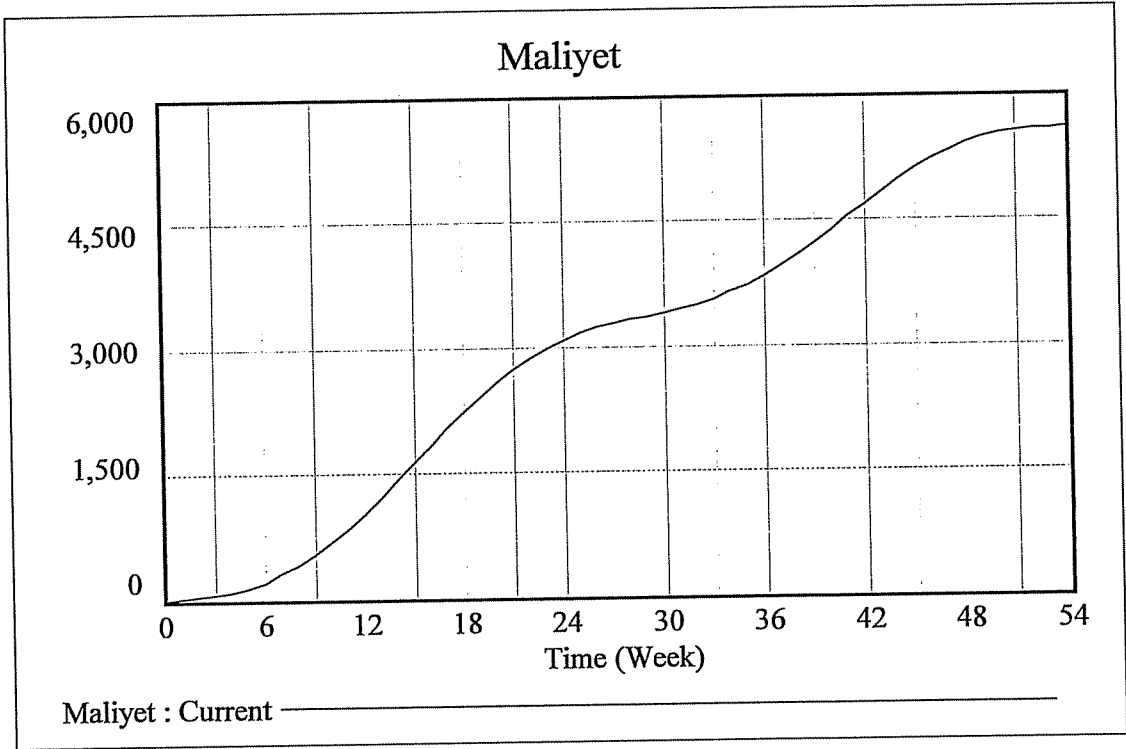
**Şekil 29. Deney 5 (çekme sistemli üssel düzeltmesiz TZY1)'e ait sektör siparişlerinin grafiği**



Şekil 29'daki mavi renkli eğri tüketici talebini göstermektedir. Tüketici talebi 25-45 arasında mevsimsel bir dalgalanma var iken üssel düzeltme katsayısının olmaması nedeniyle sonraki sektörlere gidildikçe talep dalgalanması gerçekleşmemiştir. Tüketici talep eğrisinden sonra ki eğrilerin sağa paralel kaymalarının nedeni, siparişlerin karşılanmasındaki nakliye gecikmesidir.

<sup>6</sup> İtme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 modelinin işleyişinin ayrıntılı grafikleri Ek E bölümündedir.

Şekil 30. Deney 5 (çekme sistemli üssel düzeltmesiz TZY1)'e ait toplam sistem maliyetinin grafiği



Şekil 30'da çekme sistemli üssel düzeltmesiz tedarik zinciri modelinin (TZY2) toplam maliyeti eğrisi görülmektedir.

**DENEY 6.** Bu deneyde perakende sektöründe satışlarında mevsimsellik etkisinin 26 hafta, talep dalgalanmasının 25-45 ürün arasında olduğu ve toptancı sektörünün zincirden çıkarıldığı model kurulmuştur. Talebin üssel düzeltme katsayısı 1 olduğu yenilikçi ürün üreten çekme sistemli ve üssel düzeltmesi olmayan, toptancı sektörünün zincirden çıkarıldığı tedarik zinciri modelinde (TZY2) toplam stok ve sipariş karşılama maliyetinin hesaplanması:

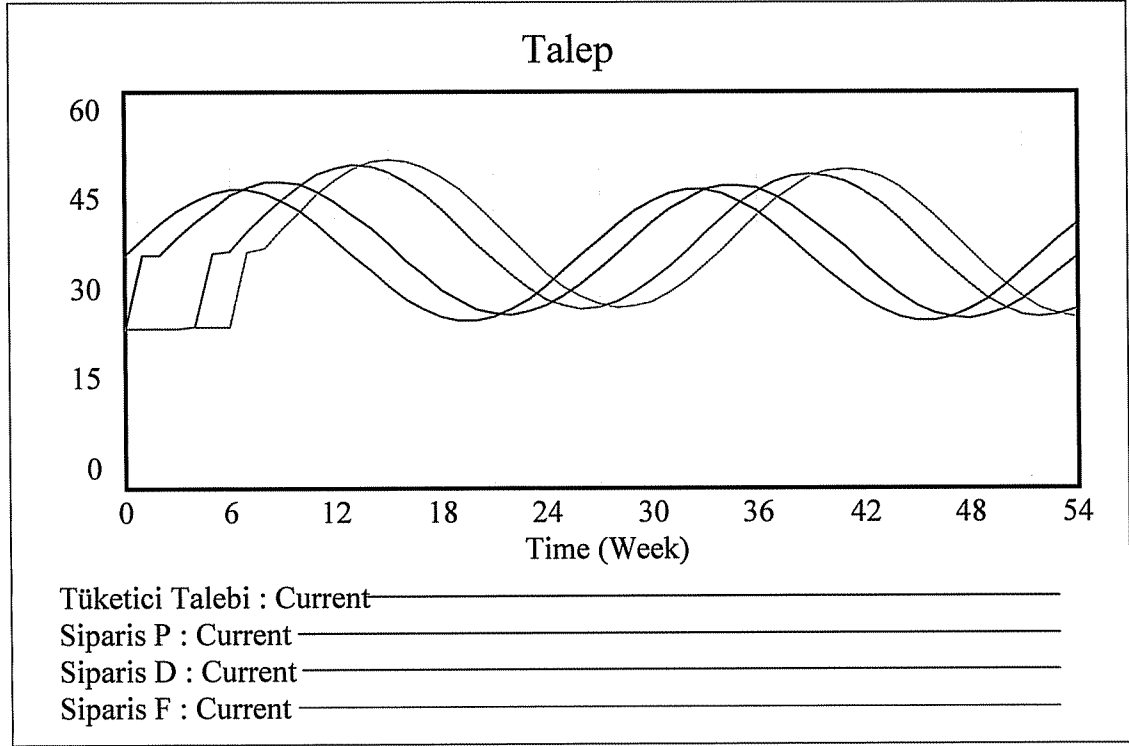
Çekme sistemli ve üssel düzeltmesi olmayan TZY2 modelinde toptancı sektörünün sistemden çıkarılması sonucu oluşan modelin parametrelerinin sistem dinamiği simülasyon programına girilerek modeldeki sektörlerin envanter, sipariş karşılama maliyetleri ve toplam maliyetleri hesaplanmıştır. Talebin üssel düzeltme katsayısı 1 olarak girilmiştir.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Çekme sistemli ve üssel düzeltmesiz TZY2 modelinin işleyişinin ayrıntılı grafikleri Ek F bölümündedir.

Toptancı sektörünün zincirden çıkarılmasıyla, perakende siparişlerinin doğrudan distribütörden perakendeci düzeyine yapılması durumunda meydana gelen değişimler incelenecektir. Bu durumun itme ve çekme sistemli tedarik zinciri üzerinde yaptığı değişiklikler incelenecektir.

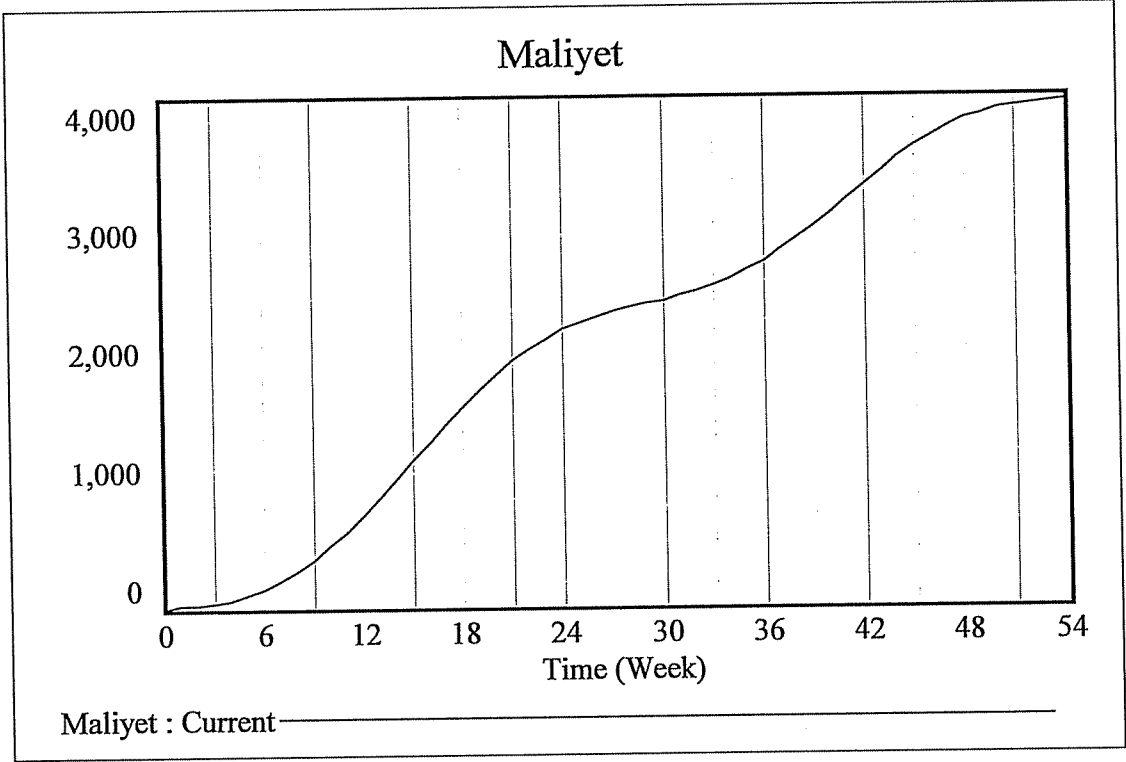
TZY2 sistem verileri girildikten sonra elde edilen sonuçlar aşağıdadır. Sistemdeki toplam envanter tutma maliyeti 41 Pb, siparişi karşılamama maliyeti 3.910 Pb ve toplam maliyet 3.951 Pb'dir. Toptancı sektörünün aradan çıkarılması ile ortaya çıkan üç sektörlü TZY1 modeli en düşük Deney sonucuna sahiptir.

**Şekil 31. Deney 6 (çekme sistemli, üssel düzeltilmesiz ve toptancının çıkarıldığı TZY1)'e ait sektör siparişlerinin grafiği**



Şekil 31'de çekme sistemli ve üssel düzeltilmesi olmayan ve toptancının çıkarıldığı tedarik zinciri modelinde (TZY2) sektörlerin toplam maliyetleri gösterilmektedir. Mavi renkli olan direkt tüketici siparişindeki dalgalanma 25-40 arasında iken üreticiden tedarikçiye giden satın alma siparişlerinde kamçı etkisi görülmemektedir. Üssel düzeltme katsayısı 1 olduğu için kamçı etkisinin neden olduğu dalgalanma üssel düzeltmenin 2 olduğu Deney 4'e göre daha azdır.

Şekil 32. Deney 6 (çekme sistemli, üssel düzeltmesiz ve toptancının çıkarıldığı TZY1)'e ait toplam sistem maliyetinin grafiği



Şekil 33'da çekme sistemli üssel düzeltmesiz ve toptancı sektörünün çıkarıldığı tedarik zinciri modelinin (TZY2) toplam maliyeti eğrisi görülmektedir.



#### 5.4. DeneY Sonularınnı Değerlendirilmesi

**Tablo 6: DeneYlerde sektörlerin sipariş miktarlarının karşılaştırılması**

DENEY	Açıklaması	Tüketici Sipariş Miktarı	Perakendede Satılan	Perakende Sipariş Miktarı	Toptancı Sipariş Miktarı	Distribütör Sipariş Miktarı	Fabrika Sipariş Miktarı
DENEY1	İtme Sistemli ve Üssel Düzeltmeli 'TZY1	1,932	1,929	1,944	1,964	2,014	2,161
DENEY2	İtme Sistemli 'TZY1	1,932	1,932	1,950	1,968	1,992	2,080
DENEY3	İtme Sistemli 'TZY1 (Toptancının Çıkarılması)	1,932	1,932	1,950	0	1,992	2,080
DENEY4	Çekme Sistemli ve Üssel Düzeltmeli 'TZY2	1,932	1,920	1,963	1,993	2,026	2,043
DENEY5	Çekme Sistemli 'TZY2	1,932	1,932	1,952	1,972	1,996	2,018
DENEY6	Çekme Sistemli 'TZY2 (Toptancının Çıkarılması)	1,932	1,932	1,952	0	1,996	2,018

Bir yıl boyunca tedarik zinciri modelinde 6 DeneYe ait direkt tüketici siparişi ve sektörler arasındaki sipariş miktarları Tablo 6'da verilmiştir. Sipariş miktarları üst sektörlerle gidildikçe (perakendeciden üreticiye) artış göstermektedir. Üssel düzeltme katsayısının 2 olduğu 1. ve 3. DeneYlerde talepteki dalgalanmalar üssel düzeltme olmayan 2. ve 4. DeneYlerdeki dalgalanmalardan daha fazladır.

**Tablo 7: DeneYlerde Sektörlerin Stok miktarlarının karşılaştırılması**

DENEY	Açıklaması	Tüketici Sipariş Miktarı	Perakende Stok Miktarı	Toptancı Stok Miktarı	Distribütör Stok Miktarı	Fabrika Stok Miktarı
DENEY1	İtme Sistemli ve Üssel Düzeltmeli 'TZY1	1,932	1,418	2,193	3,804	5,114
DENEY2	İtme Sistemli 'TZY1	1,932	1,262	1,880	3,134	4,277
DENEY3	İtme Sistemli 'TZY1 (Toptancının Çıkarılması)	1,932	1,262	0	3,134	4,277
DENEY4	Çekme Sistemli ve Üssel Düzeltmeli 'TZY2	1,932	10	10	10	10
DENEY5	Çekme Sistemli 'TZY2	1,932	50	23	10	10
DENEY6	Çekme Sistemli 'TZY2 (Toptancının Çıkarılması)	1,932	50	0	10	10

Bir yıl boyunca ve haftada bir sipariş verildiği tedarik zincirindeki yapılan 6 Deneide sektörlerin stok miktarları Tablo 7'de gösterilmektedir. Stok miktarı itme sistemli modellerde (1, 2, 3), çekme sistemli modellere göre (4, 5, 6) çok daha fazla bulunmaktadır.

**Tablo 8: Deneilerde sektörlerin karşılanamayan siparişlerinin karşılaştırılması**

DENEY	Açıklaması	Tüketici Sipariş Miktarı	Perakende Backlog	Toptancı Backlog	Distribütör Backlog	Fabrika Backlog
DENEY1	İtme Sistemli ve Üssel Düzeltmeli 'TZY1	1,932	2,470	3,167	3,597	3,754
DENEY2	İtme Sistemli 'TZY1	1,932	2,111	2,763	3,155	3,342
DENEY3	İtme Sistemli 'TZY1 (Toptancı Çıkarılması)	1,932	2,111	0	3,155	3,342
DENEY4	Çekme Sistemli ve Üssel Düzeltmeli 'TZY2	1,932	8,195	8,156	6,829	5,083
DENEY5	Çekme Sistemli 'TZY2	1,932	6,871	6,592	5,631	4,410
DENEY6	Çekme Sistemli 'TZY2 (Toptancı Çıkarılması)	1,932	6,871	0	5,631	4,410

Bir yıl boyunca ve haftada bir sipariş verildiği tedarik zincirinde yapılan 6 Deneide sektörlerin karşılanmamış sipariş miktarları Tablo 8'de gösterilmektedir. Çekme sistemli modellerde (Deney1, Deney2, Deney3) ki karşılanmayan sipariş miktarı, itme sistemli modellerdeki (Deney4, Deney5, Deney6) karşılanmayan siparişlerden daha fazladır.

**Tablo 9: Deneylerde sistemlerin envanter, karşılanamayan sipariş ve toplam maliyetlerinin karşılaştırılması**

DENEY	Açıklaması	Tüketici Sipariş Miktarı	Toplam Stok Maliyeti	Toplam Baclog Maliyeti	Toplam Maliyet
DENEY1	İtme Sistemli ve Üssel Düzeltmeli TZY1	1,932	6,751	2,807	9,558
DENEY2	İtme Sistemli TZY1	1,932	5,690	2,447	8,137
DENEY3	İtme Sistemli TZY1 (Toptancı Çıkarılması)	1,932	4,562	1,756	6,318
DENEY4	Çekme Sistemli ve Üssel Düzeltmeli TZY2	1,932	23	6,713	6,736
DENEY5	Çekme Sistemli TZY2	1,932	55	5,558	5,613
DENEY6	Çekme Sistemli TZY2 (Toptancı Çıkarılması)	1,932	41	3,910	3,951

Tablo 9’da bir yıl boyunca denenen 6 modelin sektörel bazda, toplam stok maliyeti, toplam karşılanmayan sipariş maliyeti ve toplam maliyetleri gösterilmektedir. Toplam stok maliyeti en fazla Deney 1 (İtme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 model)’de ortaya çıkarken, en düşük stok maliyeti Deney 4 (Çekme sistemli ve Üssel Düzeltmeli TZY2 model)’de ortaya çıkmaktadır. Toplam karşılanmayan sipariş maliyeti en fazla Deney 4 (Çekme sistemli ve Üssel Düzeltmeli TZY2 model)’de ortaya çıkarken, en düşük stok maliyeti Deney 3 (İtme sistemli üssel düzeltmesiz toptancının çıkarıldığı TZY1 model)’de ortaya çıkmaktadır.

Toplam Tedarik Zinciri Modeli maliyetine baktığımızda; en yüksek maliyetli model Deney 1 (İtme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 model)’de ortaya çıkarken; en düşük maliyetli model ise, Deney 6 (Çekme sistemli üssel düzeltmesiz TZY2 model)’de ortaya çıkmaktadır.

## SONUÇ

Tedarik zinciri yönetiminde bir sektörden diğer sektöre geçildiğinde meydana gelen bilgi sapması, bilgi kaybolması ve talep dalgalanması tedarik zincirinin performansını büyük ölçüde etkilemektedir. Bu gibi talep dalgalanmalarının ortaya çıkardığı kamçı etkisinin neden oluşu unsurları anlamak ve çözüm yolları bulmak, performansın artırılması için gereklidir.

Bunun yanında tedarik zinciri modelinde nihai müşteriden, üreticiye ve onun tedarikçilerine kadar sipariş, talep, kapasite ve diğer bilgilerin paylaşılması, tedarik zinciri stok yönetiminin merkezileştirilmesi, tedarik ve sipariş sürelerinin kısaltılması da tedarik zincirinde stok maliyetlerinin hızla düşürülmesinde büyük rol oynayacaktır.

Modeli kurulan tedarik zinciri tasarımında rekabetçi avantaja yol açan en doğru yolun stok yönetiminin merkezileştirildiği çekme sistemli tasarım olduğu görülmektedir. İyi entegre edilmiş (bilgi paylaşımı ve koordinasyon) tedarik zinciri, maliyetleri azaltıp karlılığını arttırmaktan çok daha fazlasını sağlayarak tedarik zinciri ortakları için değer yaratırlar.

Çalışmada geliştirilen sistem dinamiği simülasyon modellerinde görüldüğü gibi talep bilgisinin merkezi olduğu çekme sistemli yapıda tedarik zinciri daha iyi performans değerleri gerçekleştirmiştir. Tasarlanan dört sektörlü tedarik zinciri modellerinde üretim ve kontrol sistemi olarak çekme sistemli modeller daha iyi performans değerlerine sahiptir. Bu nedenle üretim kontrol sistemi olarak çekme sistemi/tam zamanında tedarik modeli tercih edilmelidir. Tedarik zinciri modelinde ara sektörlerden toptancı sektörünün çıkarılması ile daha iyi performans değerlerine ulaşılmakta olduğu için tasarlanan model için toptancı sektörünün çıkarıldığı çekme sistemli tedarik zinciri modeli tercih edilmelidir.

## KAYNAKÇA

- ACAR, Nesime, (1997), *Tam Zamanında Üretim*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, s:3-52.
- AKÇAY, Özlem, (2003), *Tedarik Zincirinde Optimizasyon*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- AMIT, R. ve Shoemaker, P. J. H., (1993), *Strategic Assets and Organizational Rent*, Strategic Management Journal, Cilt. 14, Sayı. 10, s.33-46.
- ARAS, E, [http://www.turkexport.net/trehber/oku.php?trehber\\_no=82&grup\\_no=14&bs\\_no=56](http://www.turkexport.net/trehber/oku.php?trehber_no=82&grup_no=14&bs_no=56); "Tedarik Zinciri Yönetimi; Neden ve Nasıl?"; 20.03.2007.
- BADEN-FULLER, C. ve Grant Robert M., (2004) "A Knowledge Accessing Theory Of Strategic Aliances, City University London.  
[http://www.ebkresearch.org/downloads/workingpapers/wp0525\\_grant\\_badenfuller.pdf](http://www.ebkresearch.org/downloads/workingpapers/wp0525_grant_badenfuller.pdf)
- BOWERSOCK, D.J., Class, D.J. ve Heferch, O.K., (1986), *Logistical Management*, MacMillian, Publishing Company, 3. Baskı, NY.
- CARMICHAEL, D., (1998), *Supply Chain Planning Systems in Manufacturing*, Unpublished Master Thesis in Manufacturing: Management and Technology.
- CHOPRA&MEINDEL, Dell'in Tedarik Zinciri,  
<http://www.srdc.metu.edu.tr/webpage/documents/Kosgeb/kosgeb-nwp.ppt#435,11,Dell'inTedarikZinciri>, 15.03.2007.
- College of Engineering at Virginia Tech, *Manufacturing Logistics and Supply Chain Design [Üretimi Lojistik ve Tedarik Zinciri Tasarımı]*  
[http://www.eng.vt.edu/chpm/images/supply\\_chain\\_pic2.gif](http://www.eng.vt.edu/chpm/images/supply_chain_pic2.gif), 30.10.2003
- COX, A. (1999), *Power, Value and Supply Chain Management*, *Supply Chain Management: An International Journal*, Cilt 4, No. 4, s.167-175.
- ÇİZMECİ, F. (2006), "Tedarik Zinciri Yönetimi", s:16-37.
- DAVIS, M. ve O'Sullivan, D., (1999), *Systems Design Framework for the Extended Enterprise*, *Production Planning & Control*, Cilt. 10, No. 1, s. 3-18.
- DEMİR, M. H., Gümüşoğlu, Ş., (2003), *Üretim Yönetimi İşlemler Yönetimi*, 6.Baskı, Beta Yayınları, S:80.
- DÖNMEZ, Zafer, (2003), *Tedarik Zinciri Yönetiminde Üyeler Arası Bilgi Paylaşımının Stok Maliyetleri ve Servis Seviyesi Üzerine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- DUCLOS, L.K., Siha, S.M. ve Lummus R.R., (1995), *JIT in Services: a Review of Current Practices and Future Directions for Research*, *International Journal of Service Industry Management*, Cilt 6, No. 5, S. 36-52.
- ELLRAM, L. ve Cooper M., (1993), *Characteristics of Supply Chain Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy*, *International Journal of Logistics Management*, Cilt. 4, No. 2, s. 1-10.

<http://www.dergi.e-isletmecilik.com/yzlr/aliordan.htm>.

EMRE, Aynur, (1995), *Tam Zamanında Üretim Sisteminin Ülkemizdeki Uygulamaları ve Sorunları*, MPM, Ankara.

FORRESTER, Jay W., (1961), *Industrial Dynamics*, M.I.T. Press-Cambridge Massachusetts, s:21-186

FOX, M. S., J. F. Chionglo ve M. Barbuceanu, (1993), *The Integrated Supply Chain Management System*, Department of Industrial Engineering, University of Toronto.

FRANKS, J., (2000), "Supply Chain Innovation", *Work Study*, Cilt 49, No.4, s.152-155.

FRANSOO, Jan C., Marc J.F. Wouters, (2000), *Measuring the bullwhip effect in the supply chain*, MCB UP Ltd.

GANESHAN, R. ve T. P. Harrison (1995), "An Introduction to Supply Chain Management", Penn State University,

[http://lcm.csa.iisc.ernet.in/scm/supply\\_chain\\_intro.html](http://lcm.csa.iisc.ernet.in/scm/supply_chain_intro.html), 22.03.2007

[http://www.bilgisite.com/lojistik/log\\_1.htm](http://www.bilgisite.com/lojistik/log_1.htm)

<http://www.ozyazilim.com/ozgur/marmara/karar/simulasyon.htm>; 10.03.2007.

ITO, K.V, Rose, E.L., (1994), *The Genealogical Structure of Japanese Firms: Parent-Subsidiary Relationship*, *Strategic Management Journal*, Cilt 15, s. 35-51.

JONES, R.M. ve Towill D.R., (1997), *Information Enrichment: Designing the Supply Chain for Competitive Advantage*, *Supply Chain Management*, Cilt 2, No. 4, s. 137-148.

KOBU, Bülent, (1996), *Üretim Yönetimi*, Avcıol Yayın, 9. Baskı, s:304.

LEE, Y. H., Kim, S. H., (2002), *Production-Distribution planning in Supply Chain Considering Capacity Constraints*, *Computers and Industrial Engineering*, s:169-190.

LOWENDAHL, B. ve Revang, O., (1998), "Challenges to Existing Strategy Theory in a Postindustrial Society," *Strategic Management Journal*, Cilt.19, s.755-773.

LUMMUS R.R. ve Vokurka R.J. (1999), *Defining Supply Chain Management: A Historical Perspective and Practical Guidelines*, *Industrial Management & Data Systems*, 99/1, s: 11-17.

METZ, P. J., (1998), *Demystifying Supply Chain Management*.

PAKSOY Turan, "Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Ağlarının Tasarımı ve Optimizasyonu"

[http://www.sosyalbil.selcuk.edu.tr/sos\\_mak/makaleler%5CTuran%20PAKSOY%5C435-454.pdf](http://www.sosyalbil.selcuk.edu.tr/sos_mak/makaleler%5CTuran%20PAKSOY%5C435-454.pdf) 20 Eki.2006

PAMUKSUZ Wasti, "Tedarik Zinciri Yönetimi"  
[http://www.srdc.metu.edu.tr/webpage/documents/Kosgeb/kosgebnwp.ppt#256,1,Tedarik Zinciri Yönetimi](http://www.srdc.metu.edu.tr/webpage/documents/Kosgeb/kosgebnwp.ppt#256,1,Tedarik%20Zinciri%20Yönetimi) S:9-11

QUINN, F. J., (1997), *What's the Buzz?*, *Logistics Management*, Cilt. 32, No. 2, s.43-47.

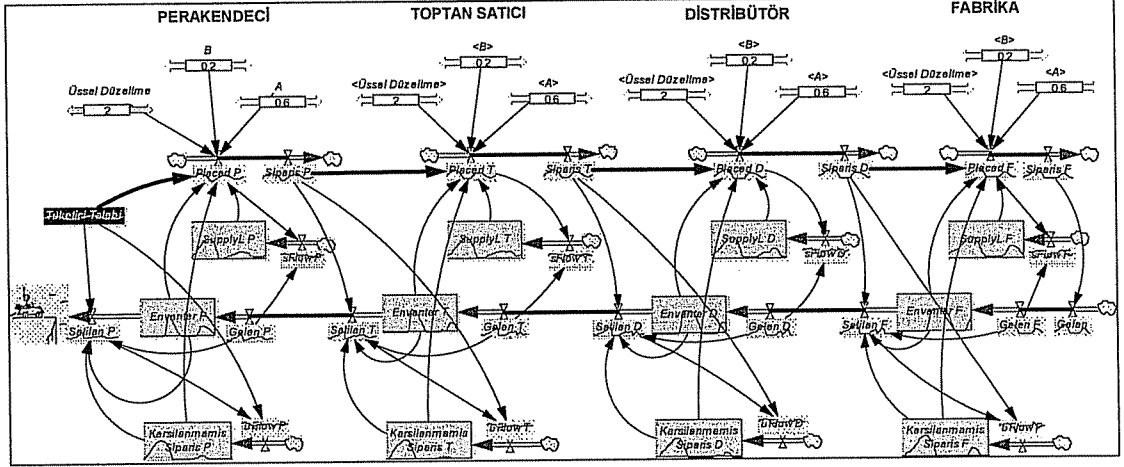
RENDER, Barry, (2001), *Operations Management*, Prentice Hall International, s:444-445.

- RICH, N. ve Hines, P., (1997), *Supply Chain Management and Time-Based Competition: The Role of the Supplier Association*, International Journal of Physical Distribution & Logistic, Cilt 27, s: 210-225.
- SARKER, B.R. ve Fitzsimmons, J.A., (1989), *The Performance of Push and Pull Systems: A Simulation and Comparative Study*, International Journal of Production Research, Cilt 27, s. 1715-1731.
- SENGUPTA, S. ve J. Turnbull, (1996), *Seamless Optimization of the Entire Supply Chain*, Industrial Engineering Solutions.
- SIMCHI-LEVI, D., Kaminsky, P. ve Simchi-Levi, E., (2000), *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*, McGraw-Hill, USA.
- STALK, G., Evans, P. ve Shulman, L.E., (1992), "Competing on Capabilities: The New Rules of Corporate Strategy", Harvard Business Review, Mart-Nisan, s. 57-69.
- STEVENSON, W.J., (1999), *Production Operations Management*, Sixth Edition, Irwin Mc Graw Hill.
- SWAMINATHAN, J.M., Smith, S.F. ve Sadeh, N.M. (1998), *Modeling Supply Chain Dynamics: A Multiagent Approach*, Decision Sciences, Cilt. 29, No. 3, s. 607-632.
- ŞEN Esin, (2006), *Kobi'lerin Uluslar arası Rekabet Güçlerini Artırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi*, 2. baskı., T.C BAŞBAKANLIK Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, 9.
- [http://www.igeme.org.tr/tur/haber/tedarik\\_zinciri.pdf](http://www.igeme.org.tr/tur/haber/tedarik_zinciri.pdf)
- ŞİRVAN, Halil, (1994), *Sistem Dinamiği ve Tüketici-Dağıtımçı-Üretici Sistemi Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- TAN, Barış, (2005), "İşletme Stratejisi", Capital Aylık İş ve Ekonomi Dergisi, May.2005  
[http://www.capital.com.tr/haber.aspx?HBR\\_KOD=2709](http://www.capital.com.tr/haber.aspx?HBR_KOD=2709)
- TANYAŞ, Mehmet, (2005)"Tedarik Zinciri Yönetimi ve Kalder Kıyaslama Grup Projesi",  
<http://www.kalder.org/genel/14kongresunumlar/3D%20%20MEHMET%20TANYAS.ppt>
- TEIGEN, R. (1997), *Intelligent Agents*, University of Toronto.
- <http://www.eil.utoronto.ca/profiles/rune/node6.html>.
- WAFI, M.A., Yasin, M.M ve Swinehart K., (1996), *The Impact of Supplier Proximity on JIT Success: an Informational Perspective*, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Cilt. 26, No. 4, S. 23-34.
- WANG. Y. Z., (2003), *Using genetic algorithm methods to solve course scheduling problems*, Expert Systems with Applications, Volume 25, Issue 1, pp 39-50.
- WOMACK, J. P., Jones, D. T. ve Roos, D., (1990), "Dünyayı Değiştiren Makina", Otomotiv Sanayi Derneği, İstanbul.
- YAMAK, O. , (1999), *Üretim Yönetimi*, Alfa Yayınevi , İstanbul.
- YÜKSEL Hilmi, (2002), "Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Sistemlerinin Önemi", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, S:3.

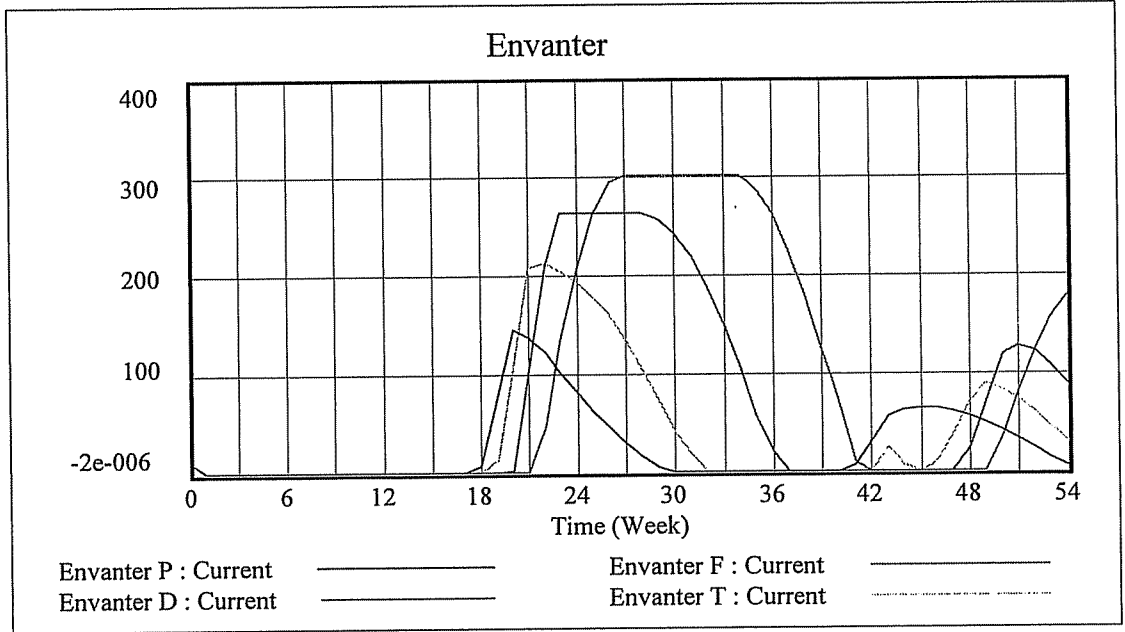
## EKLER

Ek A: Deneysel 1 (İtme sistemli üssel düzeltmeli TZY1)'e ait program çıktıları aşağıdaki gibidir.

Şekil A1. İtme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 simülasyon program görüntüsü

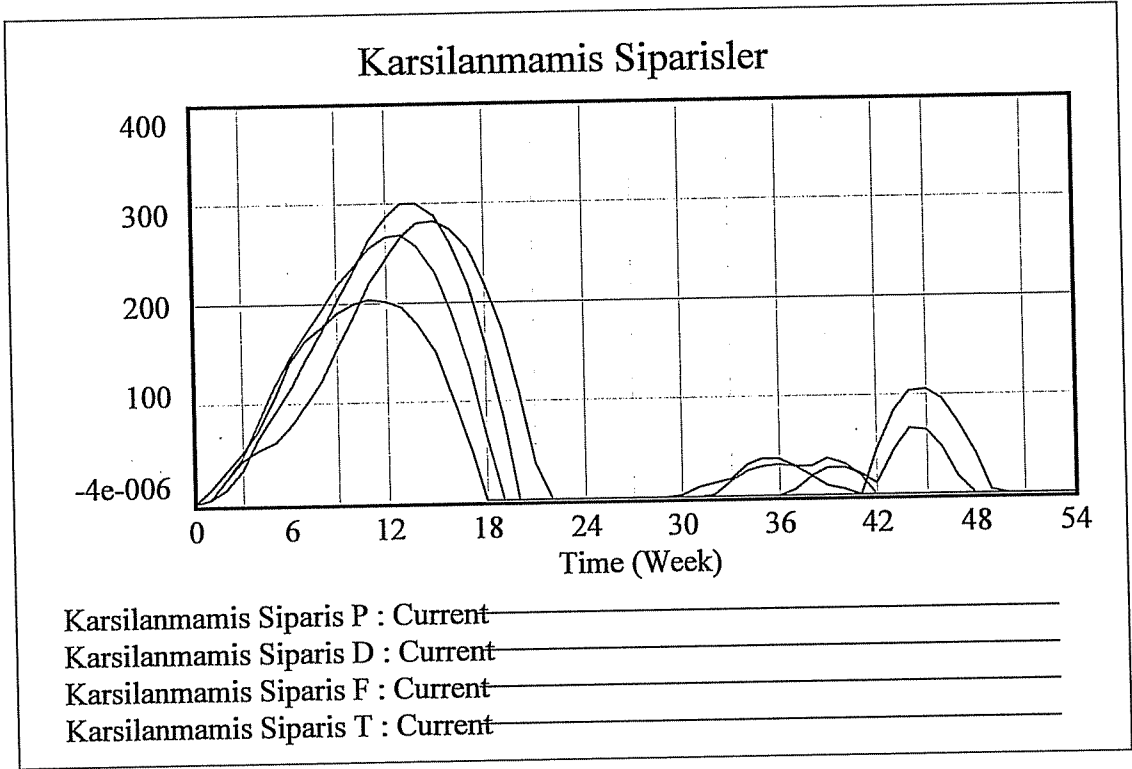


Şekil A2. İtme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 modelinin sektörlerinin envanter düzeyleri





Şekil A3. İtme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 modelinin sektörlerinin karşılanmamış sipariş düzeyleri



**Ek B:** Deneş 2 (İtme sistemli TZY1)'e ait program çıktıları aşığıdaki gibidir.

TZY1 modeli için simülasyon programı formülleri:

- (01)  $A = 0.2$
- (02)  $B = 0.6$
- (03) Backlog D= INTEG (bFlow D,0)
- (04) Backlog F= INTEG ( bFlow F,0)
- (05) Backlog P= INTEG ( bFlow P,0)
- (06) Backlog T= INTEG ( bFlow T,0)
- (07) bFlow D=siparis T-Satılan D
- (08) bFlow F=siparis D-Satılan F
- (09) bFlow P=TÜKETİCİ TALEBİ-Satılan P
- (10) bFlow T=siparis P-Satılan T
- (11) coming = siparis F
- (12) Cost = INTEG(cost increase,0)
- (13) cost increase=0.3\*Backlog P+0.25\*Backlog T+0.25\*Backlog D+0.15\*Backlog F+0.6\*Envanter P+0.6\*Envanter T+0.6\*Envanter D+0.45\*Envanter F
- (14) D gelen=DELAY FIXED(Satılan F,1,4)
- (15) Eff Env = Envanter P-Backlog P
- (16) Eff Inv 0 = Envanter T-Backlog T
- (17) Eff Inv 1 = Envanter D-Backlog D
- (18) Eff Inv 2 = Envanter F-Backlog F
- (19) Envanter D= INTEG (D gelen-Satılan D)
- (20) Envanter F= INTEG (F gelen-Satılan F)
- (21) Envanter P= INTEG (P gelen-Satılan P)
- (22) Envanter T= INTEG (T gelen-Satılan T)
- (23) F gelen=DELAY FIXED(coming,3,2,4)
- (24) FINAL TIME = 52Units: Week  
The final time for the simulation.
- (25) INITIAL TIME = 0

Units: Week

The initial time for the simulation.

- (26)  $P \text{ gelen} = \text{DELAY FIXED}(\text{Satılan } T, 1, 4)$
- (27)  $\text{placed } D = \text{MAX}(0, \text{SMOOTH}(\text{siaparis } T, \text{Ussel Duzeltme}) + A * (40 - (\text{Envanter } D - \text{Backlog } D) - B * \text{SupplyL } D))$
- (28)  $\text{placed } F = \text{MAX}(0, \text{SMOOTH}(\text{siaparis } D, \text{Ussel Duzeltme}) + A * (40 - (\text{Envanter } F - \text{Backlog } F) - B * \text{SupplyL } F))$
- (29)  $\text{placed } P = \text{MAX}(0, \text{SMOOTH}(\text{TÜKETİCİ TALEBİ}, \text{Ussel Duzeltme}) + A * (40 - (\text{Envanter } P - \text{Backlog } P) - B * \text{SupplyL } P))$
- (30)  $\text{placed } T = \text{MAX}(0, \text{SMOOTH}(\text{siaparis } P, \text{Ussel Duzeltme}) + A * (40 - (\text{Envanter } T - \text{Backlog } T) - B * \text{SupplyL } T))$
- (31)  $\text{Satılan } D = \text{MIN}(\text{Envanter } D + D \text{ gelen}, \text{siaparis } T + \text{Backlog } D)$
- (32)  $\text{Satılan } F = \text{MIN}(\text{Envanter } F + F \text{ gelen}, \text{siaparis } D + \text{Backlog } F)$
- (33)  $\text{Satılan } P = \text{MIN}(\text{Envanter } P + P \text{ gelen}, \text{TÜKETİCİ TALEBİ} + \text{Backlog } P)$
- (34)  $\text{Satılan } T = \text{MIN}(\text{Envanter } T + T \text{ gelen}, \text{siaparis } P + \text{Backlog } T)$
- (35)  $\text{SAVEPER} = \text{TIME STEP}$  Units: Week  
The frequency with which output is stored.
- (36)  $\text{sFlow } D = \text{placed } D - D \text{ gelen}$
- (37)  $\text{sFlow } F = \text{placed } F - F \text{ gelen}$
- (38)  $\text{sFlow } P = \text{placed } P - P \text{ gelen}$
- (39)  $\text{sFlow } T = \text{placed } T - T \text{ gelen}$
- (40)  $\text{siaparis } D = \text{DELAY FIXED}(\text{placed } D, 1, 4)$
- (41)  $\text{siaparis } T = \text{DELAY FIXED}(\text{placed } T, 1, 4)$
- (42)  $\text{siaparis } F = \text{DELAY FIXED}(\text{placed } F, 1, 4)$
- (43)  $\text{siaparis } P = \text{DELAY FIXED}(\text{placed } P, 1, 4)$
- (44)  $\text{SupplyL } D = \text{INTEG}(\text{sFlow } D, 0)$
- (45)  $\text{SupplyL } F = \text{INTEG}(\text{sFlow } F, 0)$
- (46)  $\text{SupplyL } P = \text{INTEG}(\text{sFlow } P, 0)$
- (47)  $\text{SupplyL } T = \text{INTEG}(\text{sFlow } T, 0)$
- (48)  $T \text{ gelen} = \text{DELAY FIXED}(\text{Satılan } D, 1, 4)$
- (49)  $\text{TIME STEP} = 0.5$

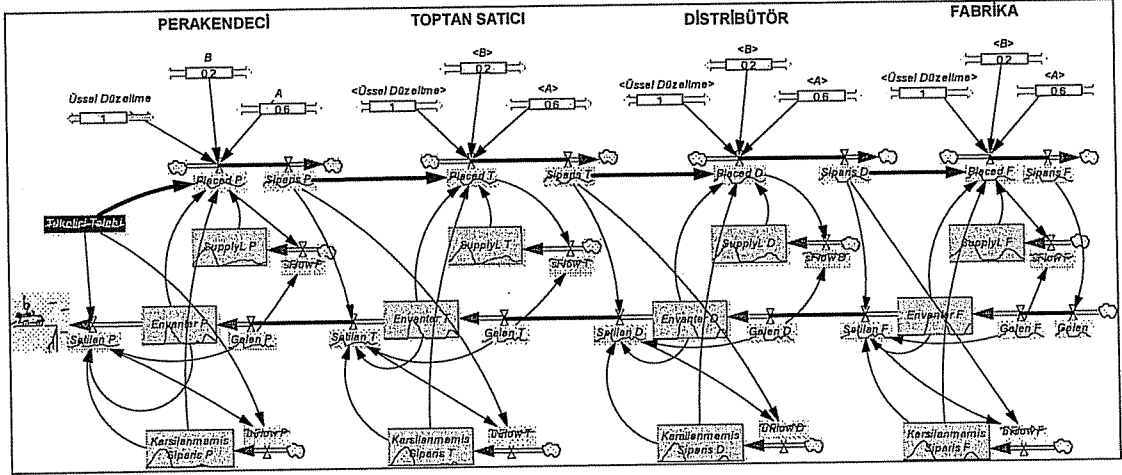
Units: Week

The time step for the simulation.

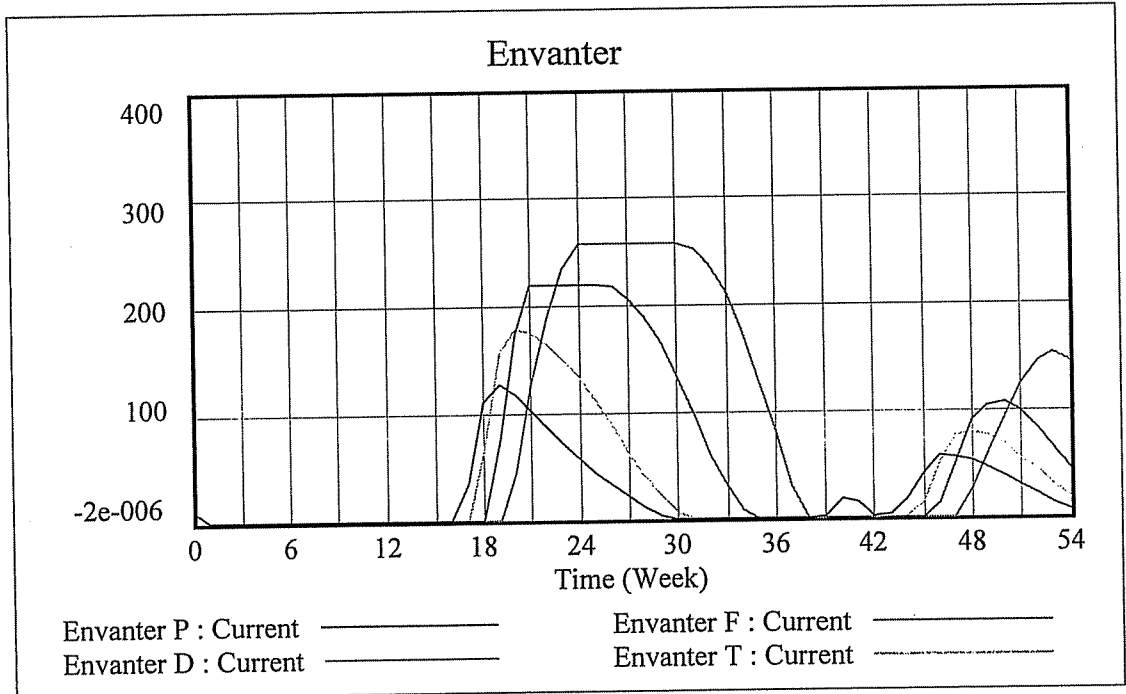
(50)  $TÜKETİCİ\ TALEBİ=30+STEP(4,5)$

(51)  $Ussel\ Duzeltme=1$

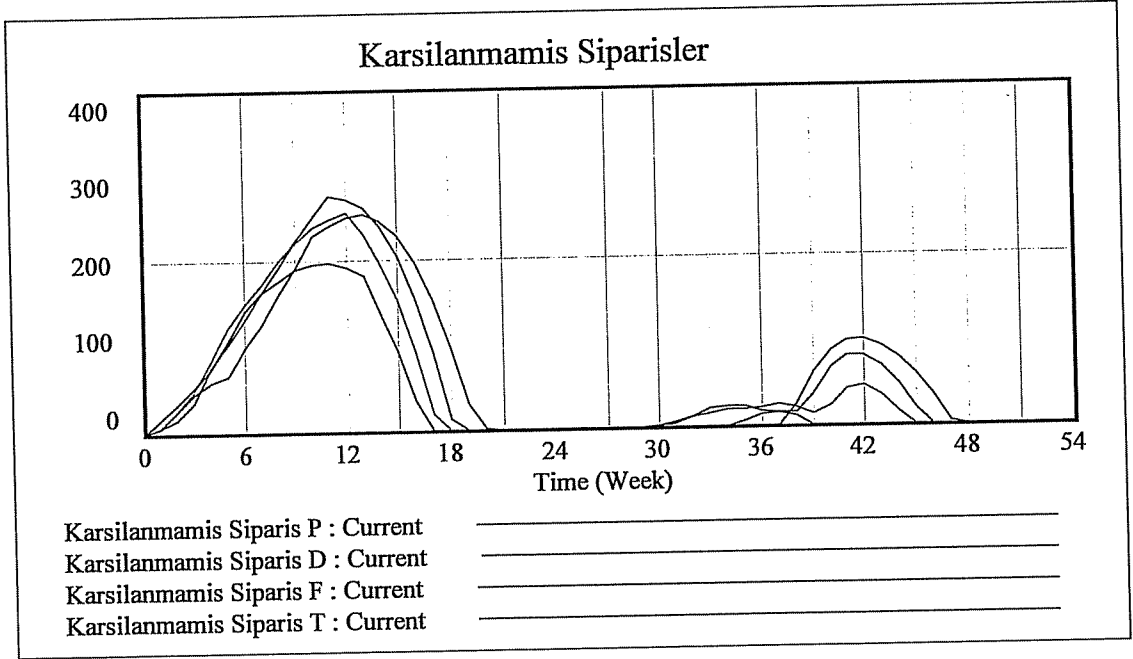
Şekil B1. İtme sistemli ve üssel düzeltmesiz TZY1 simülasyon program görüntüsü



Şekil B2. İtme sistemli ve üssel düzeltmesiz TZY1 modelinin sektörlerinin envanter düzeyleri

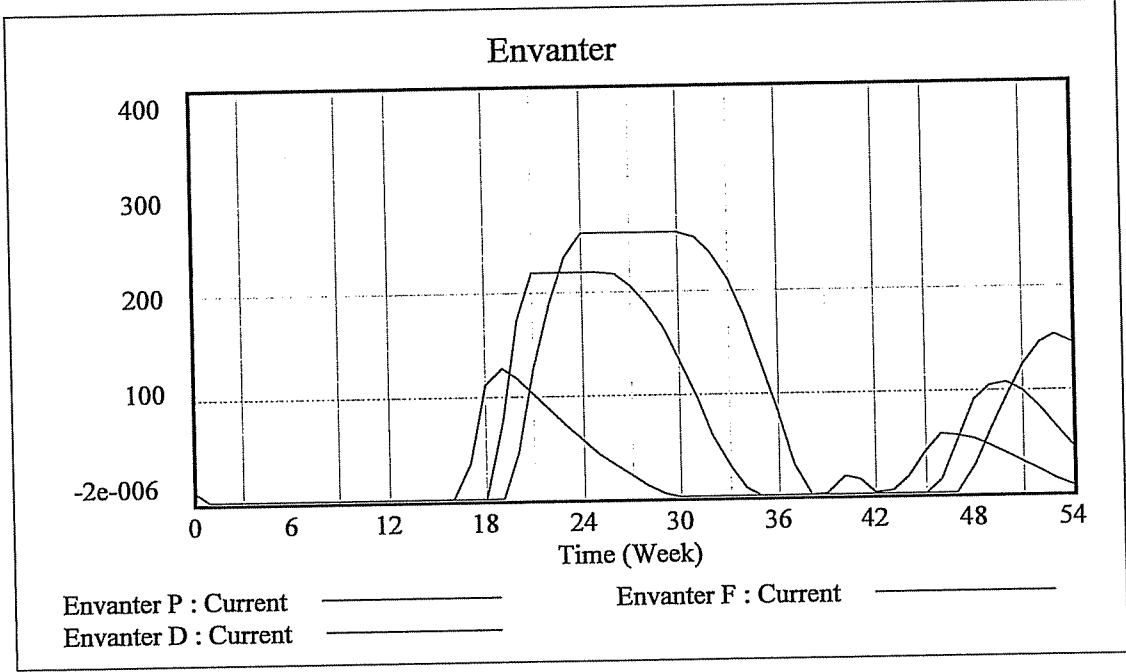


Şekil B3. İtme sistemli ve üssel düzeltmesiz TZY1 modelinin sektörlerinin karşılanmamış sipariş düzeyleri

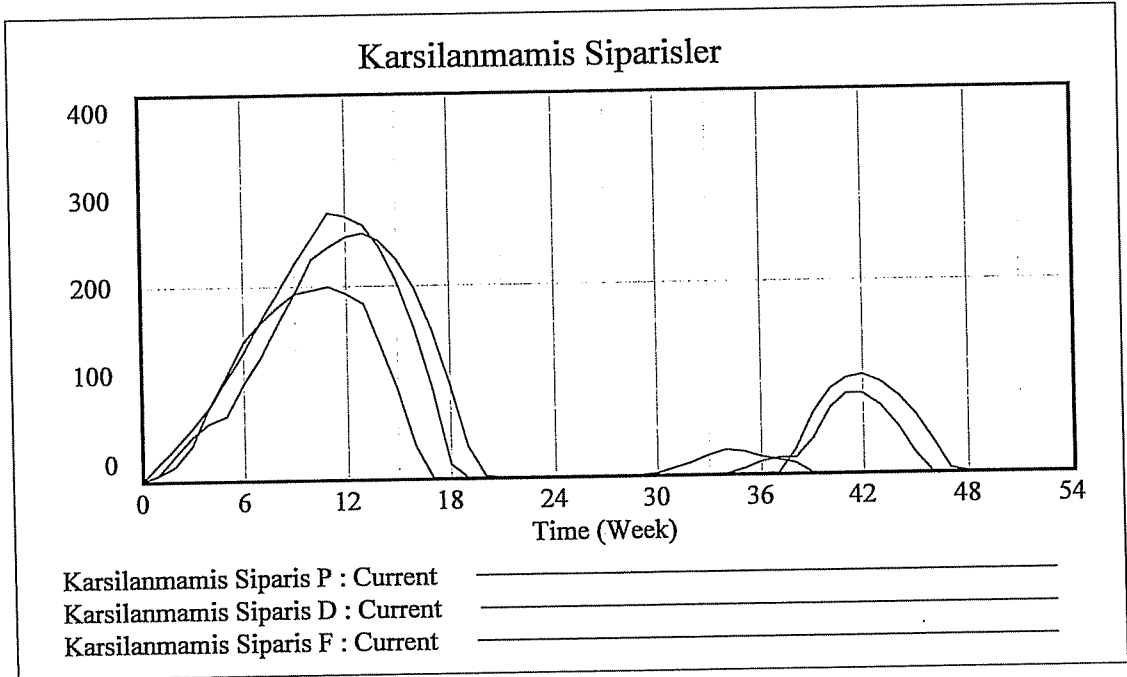


Ek C: Deney 3 (Toptancının çıkarıldığı itme sistemli TZY1)'e ait program çıktıları aşağıdaki gibidir.

Şekil C1. İtme sistemli, üssel düzeltmesiz ve toptancı sektörünün çıkarıldığı TZY1 modelinin sektörlerinin envanter düzeyleri

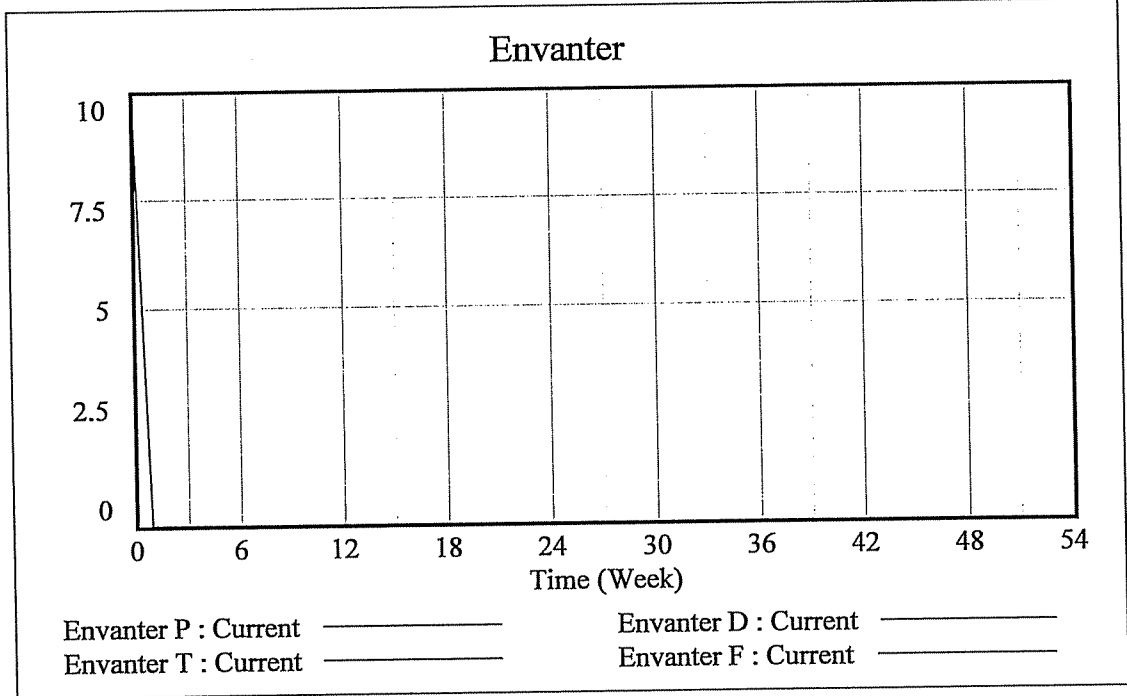


Şekil C3. İtme sistemli, üssel düzeltmesiz ve toptancı sektörünün çıkarıldığı TZY1 modelinin sektörlerinin karşılanmamış sipariş düzeyleri

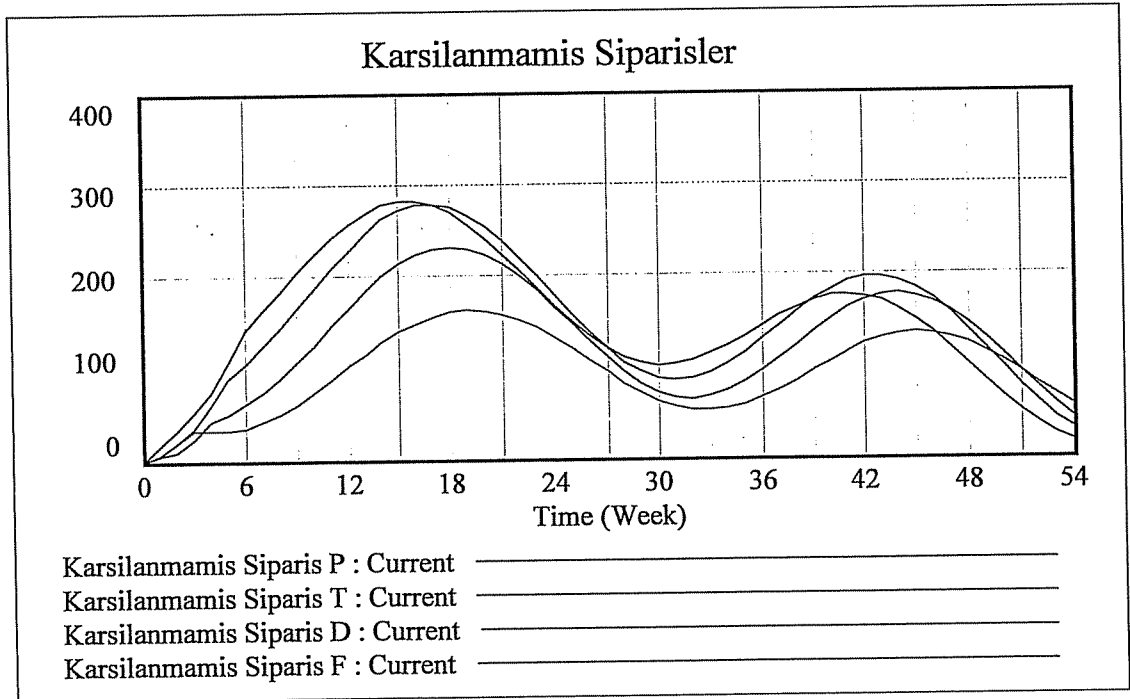


**Ek D:** Deney 4 (Çekme sistemli üssel düzeltmeli TZY2)'e ait program çıktıları aşağıdaki gibidir.

**Şekil D1.** Çekme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY2 modelinin sektörlerinin envanter düzeyleri



**Şekil D2.** Çekme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 modelinin sektörlerinin karşılanmamış sipariş düzeyleri



**Ek E:** Deney 5 (Çekme Sistemli TZY2)'e ait program çıktıları aşağıdaki gibidir.

TZY2 modeli için simülasyon programı formülleri:

- (01)  $A = 0.01$
- (02)  $B = 0.35$
- (03) Backlog D= INTEG ( bAkıs D,0)
- (04) Backlog F= INTEG (bAkıs F,0)
- (05) Backlog P= INTEG ( bAkıs P,0)
- (06) Backlog T= INTEG ( bAkıs T,0)
- (07) bAkıs D=siparis T-Satılan D
- (08) bAkıs F=siparis D-Satılan F
- (09) bAkıs P=TÜKETİCİ TALEBİ-Satılan P
- (10) bAkıs T=siparis P-Satılan T
- (11) coming = siparis F
- (12) Cost = INTEG(cost increase,0)
- (13) cost increase=0.3\*Backlog P+0.25\*Backlog T+0.25\*Backlog D+0.15\*Backlog F+0.6\*Envanter P+0.6\*Envanter T+0.6\*Envanter D+0.45\*Envanter F
- (14) D gelen=DELAY FIXED(Satılan F,1,4)
- (15) Eff Env = Envanter P-Backlog P
- (16) Eff Inv 0 = Envanter T-Backlog T
- (17) Eff Inv 1 = Envanter D-Backlog D
- (18) Eff Inv 2 = Envanter F-Backlog F
- (19) Envanter D= INTEG (D gelen-Satılan D)
- (20) Envanter F= INTEG (F gelen-Satılan F)
- (21) Envanter P= INTEG (P gelen-Satılan P)
- (22) Envanter T= INTEG (T gelen-Satılan T)
- (23) F gelen=DELAY FIXED(coming,3,4)
- (24) FINAL TIME = 52

Units: Week

The final time for the simulation.



(25) INITIAL TIME = 0

Units: Week

The initial time for the simulation.

(26) P gelen=DELAY FIXED(Satılan T,1,4)

(27) placed D=MAX(0,SMOOTH(siparis T,Ussel Duzeltme)+A\*(0-(Envanter D-Backlog D)-B\*SupplyL D))

(28) placed F=MAX(0,SMOOTH(siparis D,Ussel Duzeltme)+A\*(0-(Envanter F-Backlog F)-B\*SupplyL F))

(29) placed P=MAX(0,SMOOTH(TÜKETİCİ TALEBİ,Ussel Duzeltme)+A\*(0-(Envanter P-Backlog P)-B\*SupplyL P))

(30) placed T=MAX(0,SMOOTH(siparis P,Ussel Duzeltme)+A\*(0-(Envanter T-Backlog T)-B\*SupplyL T))

(31) sAkıs D=placed D-D gelen

(32) sAkıs F=placed F-F gelen

(33) sAkıs P=placed P-P gelen

(34) sAkıs T=placed T-T gelen

(35) Satılan D=MIN(Envanter D+D gelen,siparis T+Backlog D)

(36) Satılan F=MIN(Envanter F+F gelen,siparis D+Backlog F)

(37) Satılan P=MIN(Envanter P+P gelen,TÜKETİCİ TALEBİ+Backlog P)

(38) Satılan T=MIN(Envanter T+T gelen,siparis P+Backlog T)

(39) SAVEPER =

TIME STEP

Units: Week

The frequency with which output is stored.

(40) siparis D=DELAY FIXED(placed D,0,4)

(41) siparis F=DELAY FIXED(placed F,0,4)

(42) siparis P=DELAY FIXED(placed P,0,4)

(43) siparis T=DELAY FIXED(placed T,0,4)

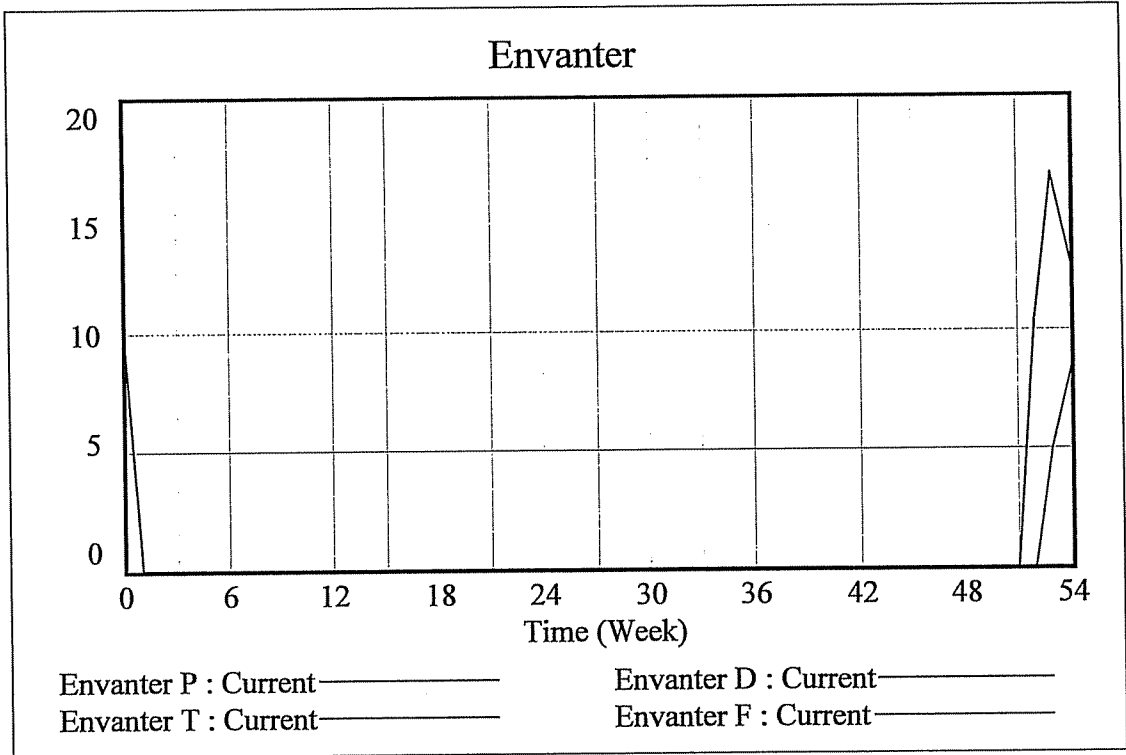
(44) SupplyL D= INTEG (sAkıs D,0)

(45) SupplyL F= INTEG (sAkıs F,0)

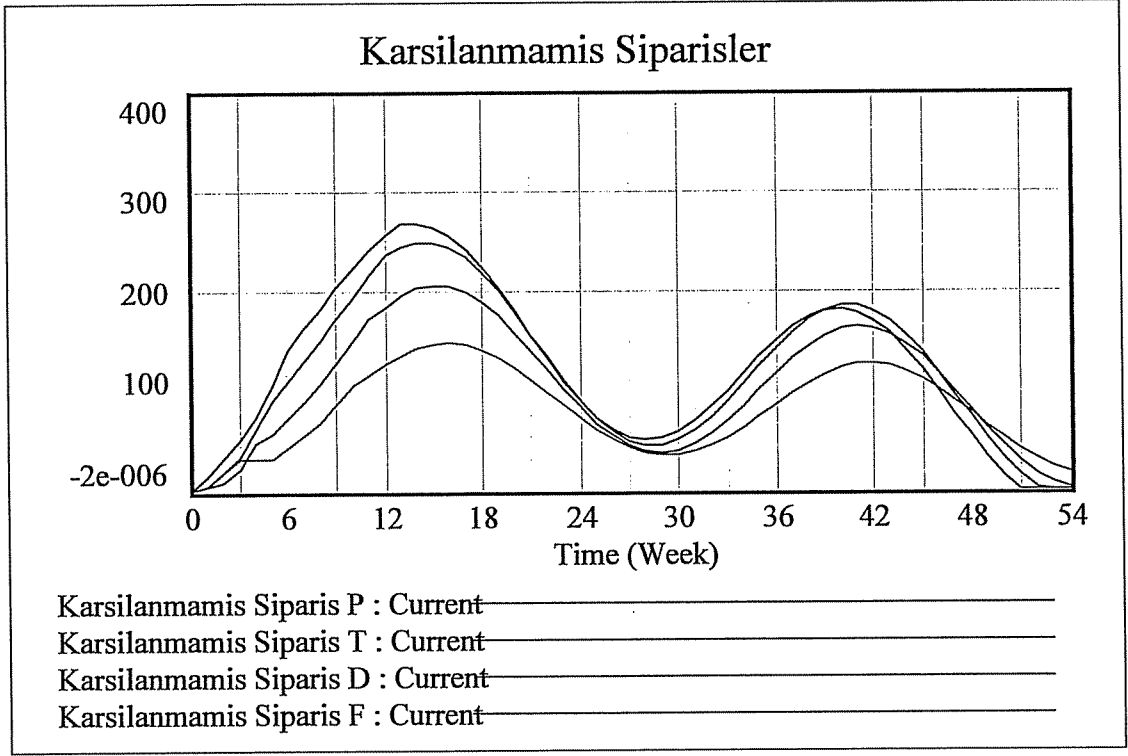
(46) SupplyL P= INTEG (sAkıs P,0)

- (47) SupplyL T= INTEG (sAkıs T,0)  
(48) T gelen=DELAY FIXED(Satılan D,1,4)  
(49) TIME STEP = 0.5  
Units: Week  
The time step for the simulation.  
(50) TÜKETİCİ TALEBİ=30+STEP(4,5)  
(51) Üssel Duzeltme=1

**Şekil E1. Çekme sistemli ve üssel düzeltmesiz TZY2 modelinin sektörlerinin envanter düzeyleri**

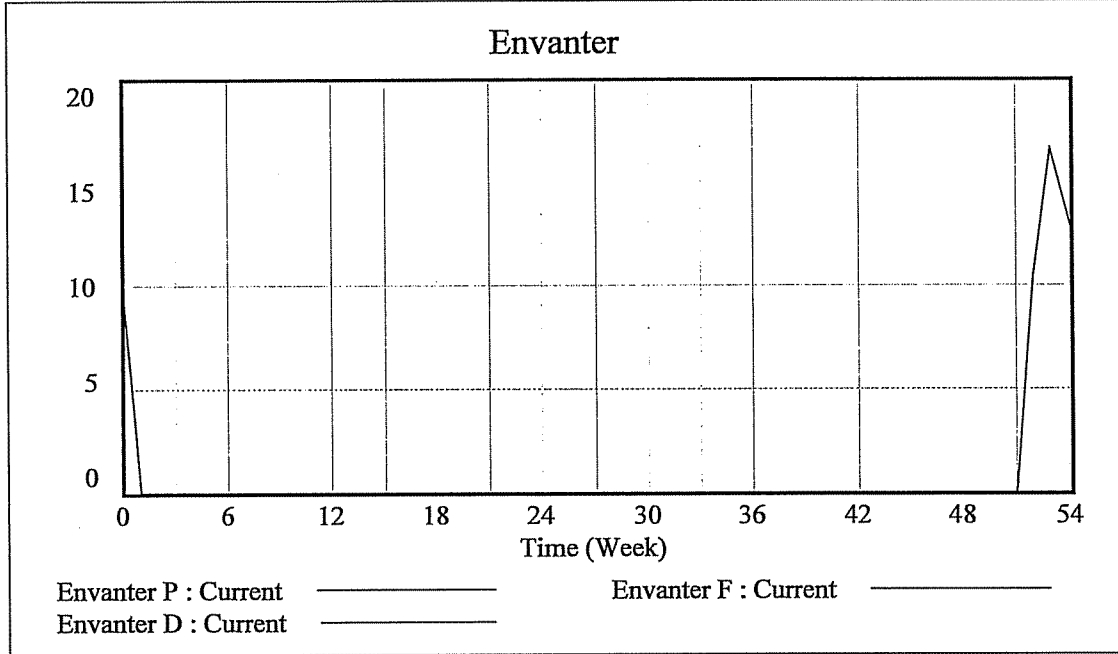


Şekil E2. İtme sistemli ve üssel düzeltmeli TZY1 modelinin sektörlerinin karşılanmamış sipariş düzeyleri

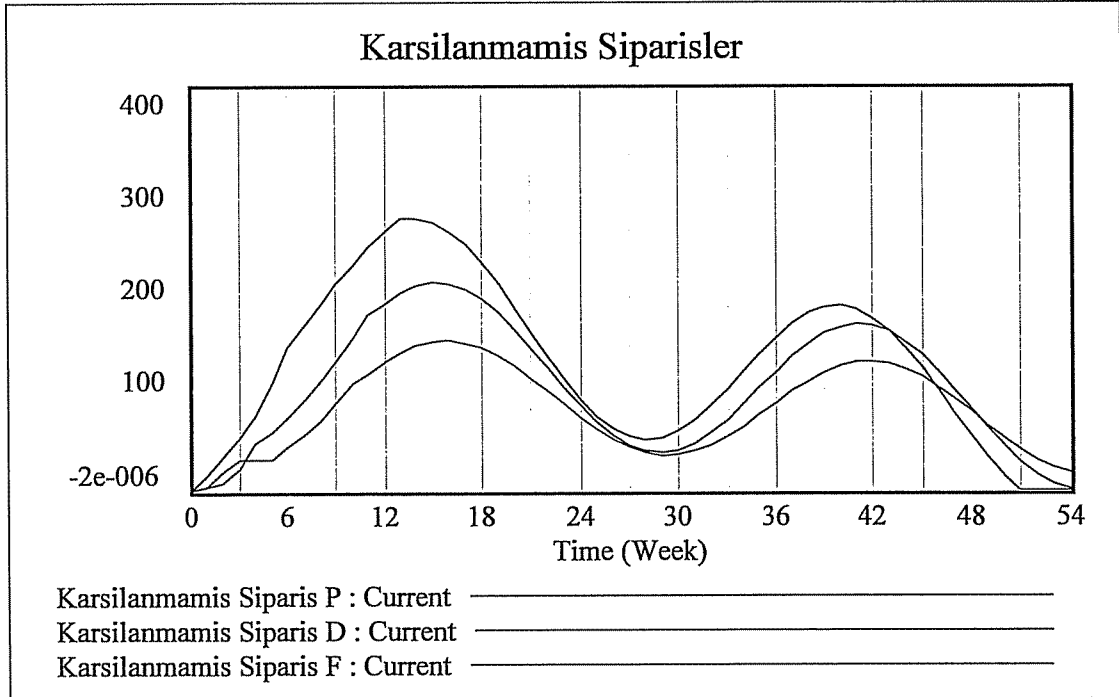


Ek F: Deney 6 (Toptancının çıkarıldığı çekme sistemli TZY2)'ye ait program çıktıları aşağıdaki gibidir.

Şekil F1. Çekme sistemli ve üssel düzeltmesiz ve toptancı sektörünün çıkarıldığı TZY2 modelinin sektörlerinin envanter düzeyleri



Şekil F2. Çekme sistemli, üssel düzeltmesiz ve toptancı sektörünün çıkarıldığı TZY2 modelinin sektörlerinin karşılanmamış sipariş düzeyleri



## ÖZGEÇMİŞ

İbrahim Somar 10.01.1980 tarihinde Bayburt'ta doğdu. İlk ve orta öğretimini Bayburt'ta tamamladıktan sonra, 1999 yılında Pamukkale Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü'nü okumaya hak kazandı. 2003 yılında bu bölümden mezun oldu. Aynı yıl Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim dalında yüksek lisansa başladı.

2004-2006 yılları arasında Fuçin Tekstil Ltd. Şti.'de Planlama Sorumlusu olarak çalıştı. 2006 yılında askerlik görevini tamamladı. 2006 Ağustos ayında Aydın Örne A.Ş.'de Maliyet Muhasebesi Uzmanı olarak çalışmaya başladı ve halen Aydın Örne A.Ş. 'de çalışmaya devam etmektedir.