

**T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE SÜREÇ ESNEKLİK
KONFIGÜRASYONLARININ PERFORMANS ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ahmet Zafer Gülşen

Ankara-2006

**T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE SÜREÇ ESNEKLİK KONFIGÜRASYONLARININ PERFORMANS ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi

Ahmet Zafer Gülşen

Tez Danışmanı
Doç.Dr. Ali Argun Karacabey

Ankara–2006

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE SÜREÇ ESNEKLİK
KONFIGÜRASYONLARININ PERFORMANS ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Ali Argun Karacabey

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı

İmzası

.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Tez Sınavı Tarihi

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
ŞEKİL VE TABLO DİZİNİ	ii
KISALTMALAR	iii
GİRİŞ	iv
I. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE ESNEKLİK.....	8
I.1. Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi.....	9
I.1.1. Tedarik Zinciri	13
I.1.2. Tedarik Zinciri Ağları	16
I.1.3. Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramı	20
I.1.3.1. Bir Yönetim Felsefesi Olarak TZY	21
I.1.3.2. İşletme Faaliyetleri Olarak TZY	22
I.1.3.3. Yönetim Süreçleri Seti Olarak TZY	25
I.2. Tedarik Zinciri Yönetiminde Esneklik.....	29
I.2.1. Esneklik Türleri	31
I.2.2. Süreç Esnekliği	38
I.2.3. Süreç Esneklik İlkeleri.....	39
II. TZY'DE SÜREÇ ESNEKLİK KONFİGÜRASYONLARININ PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI.....	60
II.1. Model.....	62
II.2.Uygulama	69
II.3. Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	92
GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	94
ÖZET	100
ABSTRACT	102
EKLER	104
KAYNAKÇA	139

ŞEKİL VE TABLO DİZİNİ

Şekiller

Şekil 1: Tedarik Zinciri Ağı	17
Şekil 2: Doğrudan Tedarik Zinciri.....	17
Şekil 3: Genişletilmiş Tedarik Zinciri	18
Şekil 4: Nihai Tedarik Zinciri	18
Şekil 5: Tedarik Zincirlerinde Süreç Esneklik Konfigürasyonları.....	41
Şekil 6: İki Ürün – İki Üretim Yerine Sahip Esneklik Konfigürasyonları	42
Şekil 7: 10 Ürün – 10 Üretim Yerinden Oluşan Konfigürasyonlar	43
Şekil 8: Daha Az Sayıda Zincirin Daha Fazla Fayda Sağladığını Gösteren Esneklik Konfigürasyonları.....	47
Şekil 9: Satışlar ile Zincir Sayısı Arasındaki Ters Yönlü İlişki	51
Şekil 10: Uzun ve Kapalı Bir Döngüye Sahip Zincirlerde Esneklik	53
Şekil 11: Yazlar A.Ş. Temel Ürün – Üretim Yeri Atamaları.....	72
Şekil 12: Temel Konfigürasyona İlave Edilen Yeni Bağlantılar	80
Şekil 13: Sınırlı Esnek Konfigürasyon.....	86

Tablolar

Tablo 1: Temel Konfigürasyona Esneklik İlave Edilmesinin Etkileri (Statik)	81
Tablo 2: Ürünlere İlişkin Ortalama Talep Ve Standart Sapma Verileri.....	83
Tablo 3: Temel Konfigürasyona Esneklik İlave Edilmesinin Etkileri (Dinamik)	84
Tablo 4: Temel Konfigürasyona Esneklik İlave Etmenin Alternatif Bir Yolu.....	90

KISALTMALAR

3DL : Üçüncü dereceden lojistik sağlayıcı

ERP : Kurumsal Kaynak Planlaması

MRP : Malzeme İhtiyaç Planlaması

TZ : Tedarik Zinciri

TZY : Tedarik Zinciri Yönetimi

vd. : ve diğerleri

vb. : ve benzeri

GİRİŞ

Günümüzde küreselleşme ve ekonomik dönüşüm sonucunda rekabetin önemi gittikçe artmakta ve rekabetin önemli bir belirleyicisi olarak da etkinlik öne çıkmaktadır. Bu bağlamda dinamik pazar taleplerinin istenen zamanda, istenen miktarda ve istenen yerde karşılanması rekabet üstünlüğü açısından kritik bir öneme sahip olduğu kabul edilmektedir. Bu nedenle birçok işletme, rekabet üstünlüğü elde etmede işletmeler arası ilişkilerin önemini anlamış, gerek tedarikçileri gerekse müşterileriyle olan ilişkilerini işbirliği ve menfaat esasına bağlı olarak yeniden düzenlemeye başlamıştır.

İşletmelerin gün geçtikçe daha yoğun bir rekabet ortamında faaliyet göstermek zorunda kalmaları ve çevredeki hızlı değişimler, işletmeleri daha esnek olmaya zorlamaktadır. Çok hızlı bir biçimde değişen müşteri ihtiyaçlarına anında yanıt verebilme baskısı ile karşı karşıya kalan işletmeler günümüzde artık tüm iş süreçlerini müşteri odaklı bir yaklaşımla düzenlemek zorundadırlar. Bir başka deyişle, işletmeler sürekli olarak daha kaliteli ürünler üretmek ve daha hızlı bir biçimde değişen müşteri ihtiyaçlarına yanıt verebilecek süreç esnekliğini geliştirmek, üretim maliyetlerini azaltmak, üretim esnasında karşılaşılabilecek zorluklara karşı işgücünü eğitmek gibi baskılarla karşı karşıyadır. İşletmelerin bu baskılar karşısında ayakta kalabilmesi için de esnekliğe sahip olması gerekmektedir. Dolayısıyla,

değişen çevre koşullarına anında yanıt verebilme yeteneği olarak ifade edilebilen esneklik işletmeler için hayati derecede öneme sahip olmaktadır.

Günümüzde müşterinin aradığı bir ürünü kaliteden ödün vermeksizin istediği yerde bulabilmesi, işletmeler tarafından iyi ve doğru kurgulanmış bir “Tedarik Zinciri Yönetimi” (TZY) ile mümkün olmaktadır. TZY ise, tedarikçiler, üreticiler, dağıtımıcılar ve müşterilerden oluşan bir ağdaki malzeme, bilgi ve nakit akışının yönetimini kapsamaktadır. Bu akışların diğer işletmeler arasında ve işletmelerin kendi içerisindeki koordinasyonu ve entegrasyonu ile TZY'nin başarılı olması sağlanmaktadır.

Bu çalışma ile öncelikle TZY kavramının önemine dikkat çekilmeye çalışılmış ve etkin bir TZY için hayati derecede önemli olan süreç esnekliği ayrıntılı bir biçimde ele alınmıştır. Çalışmada esas olarak çok sayıda üretim yerinde çok sayıda ürünün üretildiği bir tedarik zincirinin üretim aşamasındaki farklı süreç esneklik konfigürasyonlarının performansları araştırıldıktan sonra en uygun konfigürasyonun seçilmesi amaçlanmaktadır.

İşletmelerin rekabet güçleri açısından oldukça önemli olan TZY son 20 yıldan beri ilgi çeken alanlardan biri olmuştur. Araştırmacıların ve akademisyenlerin ilgisini çeken bir konu olmasına rağmen TZY ile ilgili ortak bir tanım üzerinde anlaşılammıştır. Bu nedenle tezin birinci bölümünde TZY kavramının önemi ve TZY açısından esneklik kavramı ele alınacaktır.

Birinci bölümün ilk kısmında TZY'nin daha iyi anlaşılabilmesi için önce “Tedarik Zinciri” (TZ) kavramı ve TZ Ağ Yapısı ifade edilmeye çalışılmış, daha sonra TZY'yi ele alış biçimlerine göre farklı yaklaşımlar incelenmiş ve nihayetinde de bir TZY tanımı yapılmaya çalışılmıştır.

Birinci bölümün ikinci kısmında ise etkin bir TZY için hayati derecede önemli olan ve işletmelerin değişen çevre koşullarına uyum gösterebilme becerisi olarak ifade edilen esneklik kavramı TZY bakımından açıklanmaya çalışılmış ve literatürde üzerinde en çok durulan makine, faaliyet, genişleme, malzeme kullanımı, üretim, ürün, hacim ve süreç esnekliği türleri açıklanmaya çalışılmıştır. Daha sonra bu kısımda, farklı tedarik zinciri konfigürasyonları açıklanmaya çalışılmış ve bu farklı tedarik zinciri konfigürasyonlarının performanslarının karşılaştırılmasında kullanılan ve akademisyenler tarafından oldukça önemli olduğu ifade edilen süreç esnekliği ve bu esnekliğe ilişkin olarak geliştirilen ilkeler daha ayrıntılı bir biçimde ele alınmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde ise farklı süreç esneklik konfigürasyonlarından elde edilen faydaların karşılaştırılması suretiyle en uygun konfigürasyonun seçilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla ikinci bölümde, süreç esnekliğinin TZY'nin performansı üzerindeki etkilerini göstermeye yönelik biri karşılanamayan talep miktarını minimize etme amacı taşıyan, diğeri üretim miktarını maksimize etme amacı taşıyan iki tane doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir.

Son olarak çalışmanın ikinci bölümünün ikinci kısmında uygulamaya yer verilmiştir. Bu kısımda, bir önceki kısımda geliştirilen modeller Yazlar Pazarlama Beton ve Petrol Ürünleri Sanayi Ticaret Anonim Şirketi'nden elde edilen veriler kullanılarak çözülmüştür. Modellerden elde edilen sonuçlara göre örnek olarak ele alınan işletmenin esneklik konfigürasyonları karşılanamayan talep miktarları, kapasite kullanım oranları ve beklenen satış

miktarları dikkate alınarak karşılaştırılmış ve bu işletme için uygun olan sınırlı esneklik konfigürasyonu tespit edilmeye çalışılmış, daha sonra bu uygulamadan elde edilen sonuçlar kısaca değerlendirilmiş ve son olarak da çalışmanın tamamı için genel bir değerlendirme yapılmıştır.

I. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE ESNEKLİK

Bilgi ve iletişim teknolojilerinde meydana gelen akıl almaz ilerlemelere bağlı olarak artık mal ve hizmetlerin bu teknolojilere dayalı olarak üretildiği yeni ekonomi; yeni iş modellerini, yeni iş kurallarını, yeni müşteri profillerini ve başta tedarikçiler olmak üzere müşterilerle yeni ilişkileri gündeme getirmiştir. Günümüzde artık birçok işletme, rekabet üstünlüğünü elde etmede işletmeler arası ilişkilerin önemini anlamış, tedarikçileri ve müşterileriyle olan ilişkilerini karşılıklı işbirliği ve menfaat esasına bağlı olarak yeniden düzenlemeye başlamıştır. Özellikle tedarikçilerle geliştirilen sıkı işbirliğinin, ürün kalitesinin artırılması, satın alınan ürünlerin maliyetinin düşürülmesi, üretim ve dağıtım esnekliğinin geliştirilmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması gibi konularda son derece olumlu katkılar sağladığı görülmüştür.

1980'li yıllardan itibaren Tedarik Zinciri Yönetiminin (TZY) rekabet açısından önemi dikkat çekmeye başlamış ve bir yönetim disiplini olarak görülmüştür. Günümüzde artık önemli olanın, şirketler arası rekabette olduğu kadar şirketlerin içinde buldukları tedarik zincirleri arasındaki rekabette de başarılı olmak olduğu herkes tarafından kabul edilmektedir.

Rekabetin yaşandığı uluslararası pazarları ve bu pazarlardaki yeni eğilimleri çok iyi inceleyebilen, ürünlerini üretmek için kullanacağı alt bileşenleri ve hammaddeleri tedarikçilerinden en uygun koşullarda ve zamanında temin edebilen, nihai ürünü zamanında üretilip müşterisine teslim

edebilen şirketler rakiplerine kıyasla daha avantajlı hale gelecektir. Dolayısıyla, artık günümüzde rekabet gücünü belirleyen faktörlerin arasında etkin bir TZY'nin önemi oldukça fazladır. Bu nedenle TZY'nin daha ayrıntılı bir şekilde incelemesinde yarar vardır.

1.1. Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi

İşletmeler gün geçtikçe daha yoğun bir rekabet ortamında faaliyet göstermek zorunda kalmaktadır ve çevredeki hızlı değişimler, işletmeleri daha esnek olmaya zorlamaktadır. Çok hızlı bir biçimde değişen müşteri ihtiyaçlarına anında yanıt verebilme baskısı ile karşı karşıya kalan işletmeler günümüzde artık tüm iş süreçlerini müşteri odaklı bir yaklaşımla düzenlemek zorundadırlar. Aksi takdirde rekabet avantajlarını kaybedebileceklerdir. Yoğun rekabet ortamında faaliyet göstermek zorunda olan işletmelerin ayakta kalabilmesi için kullanılan, modern üretim ve dağıtım yönetimi alanındaki önemli yaklaşımlardan birisi de TZY'dir. En genel anlamda TZY, nihai müşteriye sunulan hizmet ve malların üretiminde gerekli olan hammaddelerin tedarik edilmesinden başlanarak bu hizmet ve malların nihai müşteriye ulaştırılmasına kadar geçen tüm süreçlerin tek bir çatı altında yönetilmesi olarak tanımlanabilmektedir.

TZY kavramı literatüre ilk defa 1982 yılında girmiştir (Cooper, Lambert ve Pagh,1997: 1). TZY'nin teorik olarak ilk tanımı ise malzeme ve ürün

akışının yönetilmesine ilişkin geleneksel yaklaşımlar ile TZY arasındaki farkları belirlemek için ilk defa 1990 yılında yapılmıştır (Ellram ve Cooper, 1990). Anlaşılacağı üzere TZY son 20 yıldan beri ilgi çeken bir alanı oluşturmaktadır (Cooper, Lambert ve Pagh,1997). 1990'da TZY'nin tanımı teorik olarak ilk defa yapıldıktan sonra bu kavrama olan ilgi giderek artmıştır. Örneğin, J.T. Mentzer ve diğerleri (2001: 2) Lojistik Yönetim Konseyi'nin 1995 yılında düzenlediği konferansta "Tedarik Zinciri" (TZ) kavramını içeren oturumların, tüm konferansın %13,5'ni oluşturmakta olduğunu ama sadece iki yıl sonra, yani 1997'de düzenlenen konferansta bu kavramı içeren oturumların oranının %22,4'e yükseldiğini belirtmişlerdir. Günümüzde ise Lojistik Yönetim Konseyi artık Tedarik Zinciri Yönetimi Konseyi adı altında faaliyetlerini yürütmektedir ve bu yeni konseyin düzenlemiş olduğu yıllık konferansların tamamı TZ ve TZY konuları ile ilgilidir (<http://cscmp.org/Website/Conf06/Schedule.asp>).

TZY sisteminin etkin bir şekilde işletilmesi tarihte hiçbir zaman günümüzdeki kadar önemli olmamıştır. Önceden şirket yönetiminde daha kritik olduğu düşünülen pazarlama, satış ve finans gibi temel işletme fonksiyonları ile karşılaştığımızda bilginin üretilmesi ve işletme birimleri arasında paylaşılması ikinci dereceden önemli sayılmaktaydı (Ross, 1998: 2–3). Günümüzde ise şirketler sürekli olarak daha kaliteli ürünler üretmek ve daha hızlı bir biçimde değişen müşteri ihtiyaçlarına yanıt verebilecek süreç esnekliğini geliştirmek, üretim maliyetlerini azaltmak, üretim esnasında karşılaşılabilecek zorluklara karşı işgücünü eğitmek gibi baskılar ile karşı karşıyadır. Bu nedendir ki, önceden ikinci derecede önem atfedilen işletme

fonksiyonları artık günümüzde birinci dereceden önemli fonksiyonlar arasında gösterilmektedir.

Ürün ve bilgi paylaşımının ve dolayısıyla TZY kavramının bu kadar popüler olmasının çok sayıda nedeni vardır. Bu nedenler, küreselleşmeden kaynaklanan eğilimlerin, zaman ve kalite temeline dayalı rekabet vurgusunun ve işletmenin dışında var olan çevresel faktörlerin tespit edilmesi sonucu ortaya konabilir (J.T. Mentzer vd. , 2001: 2).

Günümüzde artık şirketler, tedarik için giderek daha fazla küresel kaynaklara yönelmektedirler. Tedarik sürecinin küreselleşmesi şirketleri, şirketten dışarıya ve şirkete yönelik malzeme akışını koordine edecek daha etkili yollar aramaya zorlamaktadır. Bu koordinasyonun kilit noktası daha yakın tedarikçi ilişkilerinin kurulması ve buna uyum gösterilmesidir. Ayrıca günümüzde şirketler daha fazla zaman ve kalite temelinde rekabet etmektedirler. Müşteriler talep ettikleri ürünlerin daha hızlı, tam zamanında ve hiç kusursuz teslim edilmesini beklemektedirler. Bahsedilen bu hususlardan dolayı şirket ile tedarikçiler ve dağıtıcılar arasında bilgi alışverişi temeline dayalı daha yakın ilişkilerin kurulması zorunlu hale gelmektedir. Küresel gelişmeler ile performans temelli rekabetin giderek artması, hızlı biçimde değişen teknolojik ve ekonomik koşullarla birlikte piyasadaki belirsizliği artırmaktadır. Bu belirsizlik de bir şirkette veya bir tedarik zincirinde daha fazla düzeyde esnekliği gerekli kılmaktadır (J.T. Mentzer vd., 2001: 2). Dolayısıyla, tedarik zincirlerinin daha esnek bir biçimde çalışabilmesi için gerekli olan TZY'nin, rekabet avantajı sağlamada önemi gittikçe artan ve ilgi çeken bir disiplin olduğu söylenebilir.

TZY kavramının giderek artan bu popülarlığına rağmen, hem akademisyenler hem de araştırmacılar arasında bu kavramın ortak bir tanımı henüz yapılamamıştır. TZY'nin evrensel bir tanımının oluşturulamaması ve bu konuda henüz fazla sayıda çalışma yapılmamış olması bazı belirsizlikleri de beraberinde getirmektedir.

TZY' ne ilişkin var olan pek çok belirsizlik, bu terimin daha açık bir biçimde tanımlanması için TZY olgusunun daha ayrıntılı bir biçimde araştırılmasını, etkili bir TZY' ne katkıda bulunan faktörlerin belirlenmesini ve şirket performansını etkileyebilecek bir TZY yaklaşımının nasıl benimsenebileceğinin ortaya konulmasını gerekli kılmaktadır.

Ayrıca TZY tartışmalarında ortak bir terminoloji kullanılmaması kavramın yöneticiler tarafından anlaşılmasını güçleştirmektedir. Dolayısıyla yöneticiler, TZY'nin uygulanması sonucunda yaratılan verimliliği fark edememektedirler (Ross, 1998: 2 – 34). Bu nedenle burada hem akademide hem de uygulamada sıklıkla kullanılan TZ / TZY kavramları sırasıyla incelenecek, sınıflandırılacak ve uygun bir TZ / TZY tanımı ifade edilmeye çalışılacaktır.

I.1.1. Tedarik Zinciri

La Londe ve Masters (1994: 37–38) tedarik zincirini temel olarak şirketlerin malzeme akışını (ileri ve geri yönlü) sağlayan bir sistem olarak ifade etmektedirler. Aynı zamanda bir tedarik zincirinde birbirinden bağımsız çok sayıda şirketin, nihai ürünün üretilmesinde ve nihai tüketiciye teslim edilmesinde rol aldığını ve bu şirketlerin hammadde ve alt bileşen üreticileri, ürün montajcıları, toptancılar, perakendeci tüccarlar ve nakliye şirketleri olabileceğini belirtmektedirler (La Londe ve Masters, 1994: 38). Lambert, Stock ve Ellram (1998: 560 – 565) ise tedarik zincirini, ürünleri veya hizmetleri piyasaya götüren şirketlerin sıralanması olarak tanımlamaktadırlar. Ayrıca bu yazarlar nihai müşteriye de zincirin bir parçası olarak kabul etmektedirler.

Diğer bir tanımlama tedarik zincirinin, ürünlerin ve hizmetlerin nihai müşteriye ulaştırılması suretiyle müşteriler adına değer yaratan birbirinden farklı süreç ve faaliyetler ile aşağı ve yukarı yönlü malzeme akış eşlemelerini içeren bir organizasyon modeli olduğuna dikkat çekmektedir (Christopher, 1992: 12). Diğer bir deyişle, tedarik zinciri çok sayıda şirketten oluşmaktadır; hem aşağı yönlü (downstream) hem de yukarı yönlü (upstream) malzeme, bilgi ve nakit akışı ile nihai müşteriye de içerecek birçok unsur tedarik zincirinde yer almaktadır. Yani bir tedarik zinciri, hammaddelerin elde edildiği, ara ürünlerin işleme tabi tutulduğu ve nihai ürünlerin depolandığı veya

satıldığı coğrafi olarak dağılmış tesislerden ve bu tesisler arasındaki ürün akış bağlantısını kuran nakliye hatlarından oluşmaktadır.

Tedarik zincirlerinde yer alan, fiziksel ürünün işleme tabi tutulduğu üretim yerleri ile ürünlerin gönderildiği, tasnif edildiği, oradan stoklara gönderildiği, stoklardan geri çekildiği ve piyasaya sunulduğu ama fiziksel değişimin gerçekleştirilmediği dağıtım merkezlerini de birbirinden ayırmak gerekir. Ancak yine de zaman zaman dağıtım kapasitesine sahip üretim yerleri veya üretim kapasitesine sahip dağıtım merkezleri gibi karma tesislerin olabileceği de unutulmamalıdır. Zincirde yer alan bu tesisler şirket tarafından veya şirketin satıcıları, müşterileri, üçüncü kademe tedarikçileri veya şirketin iş anlaşması düzenlediği diğer şirketler tarafından yönetilebilir. Zincirde yer alan şirketlerin buradaki amacı, tedarik zincirinden geçen ürünlere katma değer eklemek ve bu ürünleri coğrafi olarak farklı alanlara yayılmış piyasalara uygun miktarlarda, uygun niteliklerde, doğru zamanda ve rekabetçi bir fiyatla ulaştırmaktır (J.F. Shapiro, 2001: 5).

Jordan ve Graves ise (1995: 580) tedarik zinciri kavramını şu şekilde ifade etmektedir: “Bir tedarik zinciri, hangi ürünlerin hangi üretim yerinde üretileceğini belirleyen ürün atama kararları aracılığıyla ürün ve üretim yerlerinin doğrudan veya dolaylı olarak birbiri ile ilişkilendirildiği bir gruptur. Bir zincirde herhangi bir üründen üretim yerine ya da herhangi bir üretim yerinden ürüne doğru çizilen ürün atama bağlantıları birer yol oluştururlar. Zincirde yer alan herhangi bir ürün, zincirin dışında yer alan herhangi bir üretim yerinde işlem göremez ve zincirde yer alan herhangi bir üretim yeri bu zincirin dışındaki bir ürünü üretmez.”

TZ' de ve aynı zamanda da TZY' de yer alan herhangi bir organizasyonun (şirketin) çok sayıda tedarik zincirinin bir parçası olabileceği de dikkate alınmalıdır. Bu çoklu tedarik zinciri olgusu, pek çok tedarik zincirine sahip ağ yapısını açıklamak için de bir başlangıç noktası olacaktır. Örneğin AT&T firması bir tedarik zincirinde Motorola ile bir müşteri olarak, bir diğer tedarik zincirinde bir ortak olarak, başka bir diğer tedarik zincirinde bir tedarikçi olarak ve daha başka bir tedarik zincirinde de rakip olarak karşılaşabilir (J.T. Mentzer vd., 2001: 4).

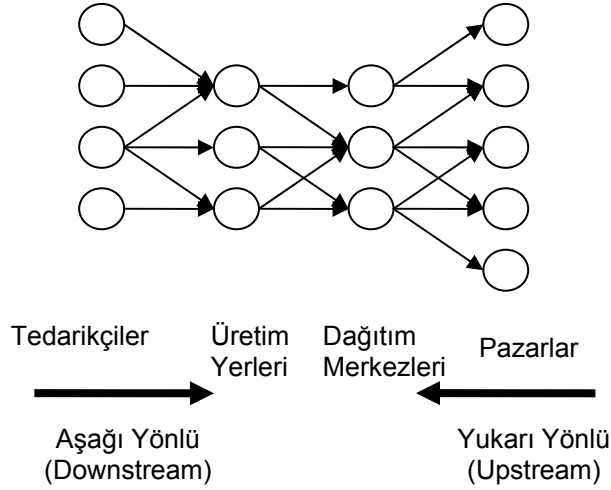
Bütün tedarik zinciri tanımlarında, TZ'lerin birbirinden bağımsız çok sayıda şirketten oluştuğu, bu şirketler arasında aşağı (tedarikçilerden şirkete ve dağıtıcılara doğru) – yukarı (pazarlardan şirkete ve tedarikçilere doğru) yönlü malzeme, bilgi ve nakit akışının olduğu, zincirlerin nihai müşteriyi de kapsadığı ve zincirde değer yaratan birbirinden farklı süreçlerin yer aldığı kabul edilmektedir. TZ tanımlarında tespit edilen bu ortak unsurlar göz önüne alındığında, bir tedarik zinciri, nihai müşterilerin ihtiyaçlarına yanıt vermeye yönelik birbirinden farklı fonksiyonları yerine getiren çok sayıda bağımsız şirketin, aşağı ve yukarı yönlü malzeme, bilgi ve nakit akış eşlemeleri yoluyla birbirine bağlandığı bir organizasyon modeli olarak ifade edilebilir.

I.1.2. Tedarik Zinciri Ağları

Önceki bölümde yapılan TZ tanımında dikkati çeken unsurlardan birisi, TZ'nin aşağı – yukarı yönlü malzeme, bilgi ve nakit akışını içeren bir organizasyon şeklinde olduğudur. Bu organizasyon yapısı tedarik zinciri ağ yapısının ortaya konulması ile rahatlıkla anlaşılabilir. Tedarik zinciri ağ yapısını ortaya koymadan önce, aşağı ve yukarı yönlü malzeme ve bilgi akışının ne olduğuna bakmakta yarar vardır.

Tedarik zincirlerinde ürünler, tedarikçiden üretim yerine, üretim yerinden dağıtım merkezine ve dağıtım merkezinden pazarlara doğru aşağı yönlü (downstream) bir akış izlemektedirler. Bu akışın kaç aşamada gerçekleşeceği genellikle belli değildir. TZ' de üretilen ürünün özelliklerine göre aşama sayısı değişiklik gösterebilmektedir. Ayrıca ürünler ve bazen ara ürünler, yeniden işlenmek üzere üretim yerlerine geri döndüğünde veya yeniden kullanılabilir ürünler geri dönüşüm için pazarlardan dağıtım merkezlerine geri döndüğünde yukarı yönlü (upstream) bir akış izlemektedirler.

Yukarıda bahsedilen bu durum ve tedarik zinciri ağ yapısı genellikle aşağıda yer alan Şekil 1'deki gibi gösterilmektedir (J.F. Shapiro, 2001: 5). Ağda görülen daireler tedarik zincirinde yer alan şirketlerin tesislerini göstermektedir. Bu tesisler, tedarik zincirinin yönetimindeki şirketler tarafından izin verilen doğrudan nakliye hatları ile birbirine bağlantılıdır. Şekil 1'deki ağ yapısı dört aşama içermektedir.

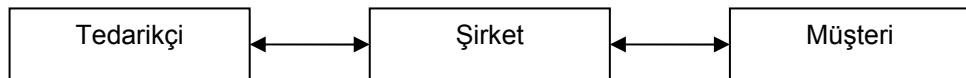


Şekil 1: Tedarik Zinciri Ağı

Genel hatları ile Şekil 1'deki gibi gösterilen tedarik zinciri ağ yapısının üç farklı tedarik zinciri yapısı ile de gösterildiği görülmektedir (J.T. Mentzer vd., 2001: 4) :

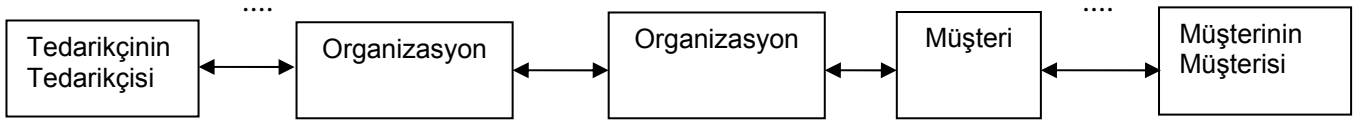
- Doğrudan Tedarik Zinciri,
- Genişletilmiş Tedarik Zinciri,
- Nihai Tedarik Zinciri.

Doğrudan (direkt) TZ, ürünlerin, hizmetlerin, parasal kaynakların ve/veya bilginin aşağı/yukarı yönlü akışını sağlayan bir şirket, bir tedarikçi ve bir müşteriden oluşur (Şekil 2).



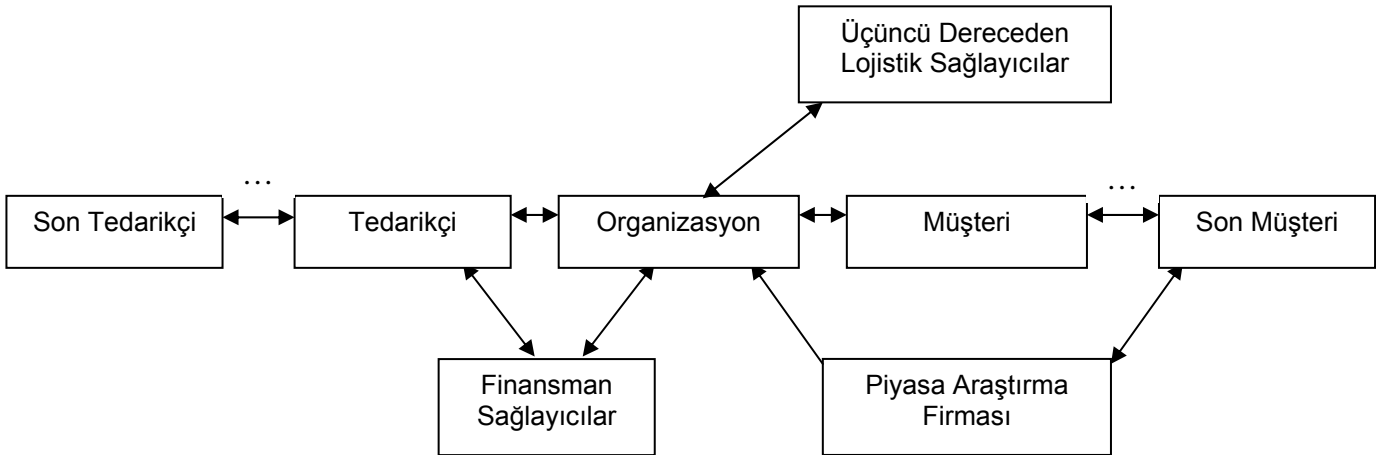
Şekil 2: Doğrudan Tedarik Zinciri (J.T. Mentzer vd., 2001: 4)

Genişletilmiş tedarik zincirinde doğrudan tedarik zincirinden farklı olarak ara tedarikçi ve ara müşteri birimleri yer almaktadır (Şekil 3).



Şekil 3: Genişletilmiş Tedarik Zinciri (J.T. Mentzer vd., 2001: 4)

Nihai tedarik zinciri ise, en başta yer alan tedarikçiden en sonda yer alan müşteriye kadar ürün, hizmet, finansman ve/veya bilgi akışını sağlayan tüm organizasyonları içerir (Şekil 4).



Şekil 4: Nihai Tedarik Zinciri (J.T. Mentzer vd., 2001: 4)

Şekil 4 tedarik zincirinin ulaşabileceği karmaşık bir yapıyı göstermektedir. Bu şekilde, üçüncü bir grup olan finansman sağlayıcılar bazı riskleri üstlenerek finansman sağlayabilirler ve finansal tavsiyelerde bulunabilirler. Üçüncü dereceden lojistik sağlayıcı (3DL) bir firma ise iki şirket

arasındaki lojistik faaliyetleri gerçekleştirebilir, bir piyasa araştırma firması da şirkete ve aynı zamanda da tedarik zincirinde yer alan tüm şirketlere nihai müşterilerle ilgili bilgi sağlayabilir.

Bir tedarik zinciri, hammadde üreticilerinden yani imalat işlemleri sırasında tedarik işleri ile uğraşanlardan, hammadde / yarı mamulleri işlenmiş ürüne dönüştürenlerden ve bunun ardından bitmiş ürünlerin dağıtım kanallarından nihai tüketiciye kadar ulaştırılması sırasında değer yaratan bütün şirket ve organizasyonlardan oluşmaktadır. Bu tanımı tüketici açısından ifade edersek; tedarik zinciri, bir ürün veya hizmet için talepleri karşılamak üzere gereken değeri meydana getiren aşamaların veya unsurların tamamıdır.

Böylece tedarik zincirinin, başlangıç noktası tüketici, uç noktası ise hammadde tedarikçileri olan bir yığın işletme yerine bunların tamamını ifade eden tek bir şirket görünümünde ve sistem düzeyinde bir yaklaşım olduğu açık olarak anlaşılmaktadır. Bu yaklaşım sadece şirketlerin kendi iç çalışmalarını uygun ve basit bir şekilde indirgemekle kalmamakta, aynı zamanda tüm tedarik zincirinin çalışmasını incelemekte ve çalışmalarını iyileştirmek suretiyle şirketlerin müşteri odaklı faaliyet göstermelerini sağlamaktadır (Ganeshan ve Harrison, 1995).

Yapılan TZ tanımlarında tedarik zincirinin yönetilip yönetilmediğinin muğlâk olduğunun farkına varılması önemlidir. Zincirde yer alan şirketlerin hiçbiri aktif bir biçimde TZ 'nin yönetimine katılmasa dahi TZ halen varlığını koruyacaktır. TZ ile TZY arasındaki kesin bir ayrım budur. TZ sadece var olan bir yığın iken TZY zincirdeki organizasyonlarca gerçekleştirilen yönetsel

abaları da gerektirmektedir. Bu önemli farklılığı daha iyi anlayabilmek için TZY' e daha ayrıntılı bir biçimde bakmakta yarar vardır.

I.1.3. Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramı

Malzeme ihtiyaç planlamasından (MRP) başlayarak kurumsal kaynak planlamasına (ERP) kadar uzanan son 30 yıldaki gelişmelerin bugün geldiğimiz noktadaki durağı, TZY olarak karşımıza çıkmaktadır. Akademisyenler tarafından ortaya konulan çok sayıdaki alternatif tanım ve sınıflandırmalar TZY' ne ilişkin ortak bir yaklaşım oluşturmada güçlük yaratmaktadır.

Ancak her ne kadar TZY tanımı akademisyenler arasında farklılıklar gösterse de TZY'ne yaklaşımlar üç grupta toplanabilir (J.T.Mentzer vd., 2001: 5 – 17):

- TZY'i bir yönetim felsefesi olarak ele alanlar,
- TZY'i yönetim felsefesinin bir uygulaması olarak yani işletme faaliyetleri olarak ele alanlar,
- TZY'i yönetim süreçleri seti olarak ele alanlar.

İzleyen kısımda yukarıda belirtilen sınıflandırmalar daha ayrıntılı bir biçimde ele alınmaktadır.

I.1.3.1. Bir Yönetim Felsefesi Olarak TZY

TZY'ni bir yönetim felsefesi olarak ele alanlar öncelikle tedarik zincirini bir bütün olarak görmekte, zinciri oluşturan birimlerin tek başına meydana getirdiği faaliyetleri de ikinci sırada dikkate almaktadırlar (Ellram ve Cooper, 1990: 1 – 2 ; Houlihan, 1988: 13-15 ; Tyndall vd., 1998: 18). Bu bağlamda, Houlihan (1998) tedarik zincirindeki tüm faaliyetleri tek bir süreç olarak ele almakta ve tedariğin zincirdeki birimlerce paylaşılan ortak bir amaç olduğunu ifade etmektedir. Ellram ve Cooper (1990: 2) TZY'ni, tedarikçiden son kullanıcıya doğru olan bir dağıtım kanalında meydana gelen tüm akışları yöneten bütünlük bir felsefe olarak tanımlamaktadır.

Başka bir deyişle TZY'ni bir felsefe olarak ele alanlar, ortaklık kavramını, tedarikçiden son müşteriye kadar olan tüm mal akışını yönetmek için çaba sarf eden çok sayıda şirketin yer aldığı bir sisteme genişletmektedirler (Ellram, 1990: 8–14; Jones ve Riley, 1985: 16–26). Böylelikle TZY felsefesinin, tedarik zincirinde yer alan tek tek tüm birimlerin ve dolaylı olarak diğer birimlerin performansını, yani tüm tedarik zincirinin performansını etkilediği söylenebilir (Cooper, Ellram, Gardner ve Hanks, 1997: 68).

Yapılan bu tanımlara dayanarak, bir yönetim felsefesi olarak ele alınan TZY'nin tedarikçiden son müşteriye kadar olan mal stoklarının tüm akışını yöneterek tedarik zincirinin bütününe karşı bir sistem yaklaşımı sergilediği, şirket içi ve şirket dışı operasyonel ve stratejik yeteneklerin tamamen

birleştirilmesine yönelik olduğu ve müşteri memnuniyetini artıran müşteri odaklı bir stratejik yaklaşım olduğu söylenebilir.

Sonuçta TZY'ni bir yönetim felsefesi olarak ele alanların, sistem yaklaşımına uygun bir biçimde, zincirde yer alan tüm birimlerin tek tek performansları toplamının zincirin bütününe sergileyeceği performanstan az olacağı fikrini savunduğu söylenebilir. Ayrıca bu felsefenin, müşteri memnuniyetinin artırılmasına yönelik çalışan zincir ortaklarının yeteneklerinin müşteri odaklı bir anlayışla bir araya getirilmesini sağlayan stratejik bir yaklaşımı da içerdiği söylenebilir.

I.1.3.2. İşletme Faaliyetleri Olarak TZY

TZY felsefesini benimsemek için şirketlerin felsefeyle uyumlu bir biçimde çalışmalarına müsaade edecek yönetim faaliyetlerinin de yerine getirilmesi gerekmektedir. Pek çok akademisyen TZY'ni yönetim felsefesinin bir uygulaması (işletme faaliyetleri) olarak ele almaktadır. Bunlara göre TZY, aşağıdaki işletme faaliyetlerinin yerine getirilmesi ile başarılmaktadır:

- Bütünleşik Davranış
- Ortak Bilgi Paylaşımı
- Risk ve Ödüllerin Ortakça Paylaşılması
- İşbirliği

- Müşteri Hizmetlerinde Aynı Amaca Sahip Olmak
- Süreçlerin Bütünleştirilmesi
- Uzun Vadeli İlişkilerin Kurulması Ve Sürdürülmesi İçin Ortaklık

Bowersox ve Closs (1996), şirketlerin günümüzün rekabet ortamında tamamen etkili bir biçimde çalışabilmeleri için, zincirde yer alan tüm birimlerin değişen çevre koşullarına hızlı bir şekilde yanıt verebilmesi amacıyla ortak hareket etmesi gerektiğini, yeteneklerinin bir araya getirilmesi anlamına gelen bütünleşik davranışlarını müşterilerini ve tedarikçilerini de içerecek şekilde geliştirmek ve genişletmek zorunda olduklarını ileri sürmüşlerdir.

Bütünleşik davranışla da ilgili olan, tedarikçilerden, üreticilerden, nakliye şirketlerinden, toptancılardan, perakendecilerden, üçüncü derece lojistik sağlayıcılardan ve müşterilerden oluşan tedarik zinciri üyeleri arasında bilginin ortak paylaşımı, TZY felsefesinin uygulanması adına özellikle süreçlerin planlanması ve izlenmesi için gereklidir. Şunu da belirtmekte fayda vardır ki, zincirde yer alan işletmelerin hepsinin aynı bilgiye sahip olmasına gerek yoktur. Bir işletmenin, sadece, zincirde kurmuş olduğu bağlantıları en iyi biçimde yönetmesini sağlayacak bilgiye sahip olması yeterlidir (Cooper ve Ellram, 1993: 16). Bunlara ilaveten, müşteri talebinin nicelik ve nitelik olarak sürekli değişiklik göstermesinden dolayı, etkin bir TZY için TZ üyeleri arasındaki bilginin sıkça güncellenmesi gerektiği de unutulmamalıdır (Cooper, Lambert ve Pagh, 1997: 8).

TZY'nin müşteri memnuniyetini artırarak rekabet avantajı yaratması için zincir üyeleri arasında uzun dönemli güvenilir ilişkilerin kurulması oldukça önemlidir. Bu nedenle etkili bir TZY için, rekabet avantajı sağlayan risk ve ödüllerin paylaşılması da uzun dönemli olmalıdır (Cooper ve Ellram, 1993: 17). Ortak bir amaç için bir araya gelmiş işletmelerin kısa dönemli ortaklıklarını genellikle içermeyen TZY, esas olarak zincirde yer alan işletmeler arasında oldukça yakın ilişkiler kurulmasını gerektirmektedir. Malzeme, bilgi ve nakit akışının etkin bir biçimde gerçekleştirilmesini sağlayacak olan işletmeler arası yakın ilişkilerin kurulması ise kısa zamanda gerçekleştirilemeyecek bir şeydir. Dolayısıyla tedarik zinciri üyeleri arasındaki ödül ve risk paylaşımının da uzun süreli olması oldukça önemlidir.

Etkili bir TZY için zincir üyeleri arasında, bir iş ilişkisinde daha iyi sonuç elde edebilmek için ilişkide yer alan şirketlerce benzer veya tamamlayıcı, koordineli faaliyetlerin gerçekleştirilmesi olarak tanımlanabilen işbirliğinin olması da gerekmektedir (J.T.Mentzer vd., 2001: 8 – 9).

Tedarik zincirlerinde aynı amaca ve aynı odağa sahip olmak için politika bütünlüğünün sağlanmış olması gerekmektedir. La Londe ve Masters (1994: 38 – 39), eğer zincirin tüm üyeleri aynı amacı taşıyorsa ve müşteri memnuniyetine odaklanıyorsa o tedarik zincirinin başarılı olacağını ileri sürmektedir.

TZY uygulaması, tedarik zinciri boyunca kaynaktan üretime ve oradan da dağıtıma kadar olan tüm süreçlerin bütünleştirilmesine gereksinim duymaktadır. Bütünleşme, çapraz – fonksiyonel takımlar, üretim yerindeki

tedarikçi personel ve üçüncü dereceden hizmet sunucular tarafından gerçekleştirilmektedir (J.T. Mentzer vd., 2001: 9).

Son olarak etkili bir TZY, tedarik zinciri üyeleri arasında malzeme – ürün ve bilgi akışının en iyi şekilde gerçekleşmesini sağlayacak ve sürekli değişen çevre koşullarına adaptasyonu kolaylaştıracak olan uzun süreli ilişkilerin kurulması sayesinde başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Cooper, Ellram, Gardner ve Hanks,1997: 6; Ellram ve Cooper, 1990: 4; Tyndall vd., 1998: 20).

I.1.3.3. Yönetim Süreçleri Seti Olarak TZY

TZY'ni yönetim süreçlerine odaklanarak ele alan yazarlardan Davenport (1993: 236–237) süreçleri, özel bir müşteri veya piyasa için özel bir ürün üretmek için dizayn edilen hesaplanmış ve oluşturulmuş faaliyetler seti olarak tanımlamaktadır. La Londe (1997:6–7) TZY'nin, tedarikten son ürünün tüketimine kadar geçen tüm aşamalardaki malzeme, bilgi ve nakit akışının senkronize bir biçimde yönetilmesi yoluyla müşteri hizmet kalitesinin ve ekonomik değerinin artırılması için malzemelerin şirket içi ve şirket dışı akışının, bilginin ve ilişkilerin yönetilmesi süreci olduğunu ileri sürmektedir. Ross (1998: 34) tedarik zinciri sürecini, ürünleri ve hizmetleri piyasaya tedarik hatları ile sunan özel bir tedarik zincirini karakterize eden gerçek iş fonksiyonları, kurumlar ve faaliyetler olarak ifade etmektedir. Başka bir

deyişle sürecin, bir başlangıcı ve bir sonu olan iş faaliyetlerinin zaman ve yer bakımından bir sıraya konulduğu, açık bir biçimde girdi ve çıktılarının söz konusu olduğu ve tüm bunların gerçekleştiği bir yapı olduğunu belirtmektedir.

Cooper, Lambert ve Pagh (1997: 5) ise tedarik zinciri süreçlerini, Davenport gibi özel bir müşteri veya piyasa için belli bir çıktıyı üretmek üzere dizayn edilmiş ve yapılandırılmış faaliyetler seti olarak tanımlamışlardır. Ayrıca, Global Tedarik Zinciri Forumunun (The Global Supply Chain Forum) üyesi olan ve aynı zamanda da beş farklı tedarik zincirinde yer alan 11 tane şirket ile yapılan derinlemesine mülakat sonucunda şu yedi adet iş sürecinin başarılı bir TZY için oldukça önemli olduğunu tespit etmişlerdir (Cooper, Lambert ve Pagh, 1997: 5 – 6):

- Müşteri İlişkileri Yönetimi
- Müşteri Hizmet Yönetimi
- Talep Yönetimi
- Sipariş Karşılama
- Üretim Akış Yönetimi
- Malzeme Tedarik Etme (Temin Etme – Procurement)
- Ürün Geliştirme ve Ticarileştirme

Cooper vd. (1997) tarafından önemli olduğu tespit edilen bu iş süreçlerinden “Müşteri İlişkileri Yönetimi” hedef pazarın ve müşterilerin belirlenmesi ve bunlara uygun stratejilerin geliştirilmesi aşamalarını içermektedir. “Müşteri Hizmet Yönetimi” ise hızlı bir şekilde değişen müşteri

talebine anında ve en düşük maliyetle yanıt verebilmek için on – line bilgi sistemlerinin kullanımını gerektiren bir süreç olarak ifade edilmektedir. “Talep Yönetimi” sürecinde doğru tahminlerde bulunarak uygun senaryoların geliştirilmesi ve bu yolla karşılaşılabilecek risklerin en düşük seviyeye indirilmesi önemlidir. Taleplerin tam zamanında ve uygun miktarlarda karşılanmasının da “Sipariş Karşılama” sürecinin bir sonucu olduğu bilinmektedir. “Üretim Akış Yönetimi” süreci daha fazla esnek olmayı amaçlayarak müşteri isteklerinin karşılanması için sarf edilen çabaların senkronizasyonunu sağlamaktadır. “Malzeme Tedarik Etme” süreci adından da anlaşılacağı üzere, zincirde üretilen ürün veya hizmeti oluşturan alt bileşenlerin elde edilmesi ile ilgilidir. Bu süreçte az sayıda tedarikçiyle uzun dönemli stratejik işbirliklerinin kurulması ön plana çıkmaktadır. Az sayıda tedarikçiyle işbirliği kurulmasının nedeni, zincirde yer alan birimler arasında kalite temeline dayalı yakın bir ilişki kurmak ve bu yolla değişen çevre koşullarına hızlı bir biçimde yanıt verebilmektir. Gerçekten de, eğer çok sayıda tedarikçi ile ilişkide bulunulursa, zincir üyeleri arasındaki iletişim ağı karmaşıklaşacak ve bu da etkin çalışmayı engelleyecektir. Süreçlerden sonuncusu olan “Ürün Geliştirme ve Ticarileştirme” sürecinde tedarikçilerin ve müşterilerin katılımı esastır. Çünkü önemli tedarikçilerin ve müşterilerin bu sürece katılımı, pazara yeni bir ürün sunulduğunda maliyet ve zaman açısından avantaj yaratacaktır.

Yukarıda bahsedilen üç farklı bakış açısına göre yapılan tüm TZY tanımlarında TZ’lerin çok sayıda şirketten oluştuğu ve bu çok sayıda şirket tarafından müşteriye katma değer ekleyen malzeme, bilgi ve nakit akışının sağlandığı ve bu yolla da TZY’nin etkin bir biçimde gerçekleştirilebileceği

ifade edilmektedir. Ayrıca TZY'nin, nihai tüketiciyi de içeren süreç ve faaliyetleri bütünleştirmeyi, işbirliğinin geliştirilmesi aracılığıyla müşteri memnuniyetini artırmayı ve müşteri gereksinimlerinin karşılanması için kullanılan kaynak miktarını azaltmayı amaçladığı ifade edilmektedir. Bu ortak unsurları göz önünde bulundurarak TZY'nin, tedarikçinin tedarikçisi, tedarikçi, üretici, toptancı, perakendeci, fon sağlayıcılar, üçüncü derece lojistik sağlayıcılar gibi çok sayıda şirketin ve müşterinin oluşturduğu tedarik zincirlerinde süreç ve faaliyetlerin bütünleştirilmesi suretiyle müşterilere katma değer ekleyen, malzeme, bilgi ve nakit akışının etkin bir biçimde gerçekleştirilmesini sağlayan ve zincirin bütünü için değer ve rekabet avantajı yaratan bir yaklaşım olduğu ifade edilebilir.

TZY'nin tanımı bu şekilde ifade edilmeye çalışıldıktan sonra, etkin bir TZY için gerekli olan, en genel anlamda değişikliklere yanıt verebilme yeteneği olarak kabul edilen esneklik kavramını açıklamakta fayda vardır. TZY'nin de amaçlarından birisinin değişikliklerden kaynaklanan riskleri minimize etmek olduğunu ifade edersek, esneklik kavramının neden önemli olduğu daha rahat anlaşılacaktır. Bu bağlamda, sürekli değişen çevre koşullarına uyum göstermede oldukça önemli bir yere sahip olan esneklik kavramının TZY bakımından anlamını ortaya koymak oldukça yararlı olacaktır.

1.2. Tedarik Zinciri Yönetiminde Esneklik

Geçmişten günümüze işletmelerin üretim sistemlerinin yapısını belirleyen temel öge pazar koşulları olmuştur. Pazar koşulları tamamıyla üretici lehine olan İkinci Dünya Savaşı öncesinde üreticiler neredeyse ürettikleri tüm ürünleri satabilmekteydiler. Pazarlar ulusal pazarlardı ve bir dış rekabet sorunu mevcut değildi. Ancak İkinci Dünya Savaşının hemen sonunda çok hızlı gelişen yeni bir üretim ve uluslararası ticaret dönemi başladı. Endüstrileşmiş ülkeler, ülke ekonomisindeki gelişimin ancak verimlilik artışı sağlayan yeni materyaller ve üretim tekniklerinin bulunuşu ile sağlanabileceğini fark ettiler. Bu verimlilik artışı ürün fiyatlarının düşmesine, fiyatların düşmesi de üreticilerin yüksek miktarlarda ve etkin biçimde üretim yapmalarına neden olmuştur. İşte etkinlik kavramı o dönemde üretim sistemlerinin tasarımında ve uygulanmasında en önemli öge olmuştur ve dönemin sembol kavramı haline gelmiştir.

İkinci Dünya Savaşından yirmi yıl sonra uluslararası rekabet daha da yaygınlaşmıştır. Fiyatlar düşebileceği en düşük noktaya kadar düşmüş ve sonuçta tüketicinin alım gücü çok yükselmiştir. Bu olay pazar odağını üreticiden tüketiciye kaydırmıştır. Fiyatlar olabildiğince düşük olduğu için tüketiciler daha yüksek kaliteyi talep etmeye başlamışlardır.

Kalite ile etkinlik kavramları üretim firmaları için önemli kavramlar olmuşlardır. Bu dönem ve öncesinde yüksek miktarda üretim, etkinliğin sağlanmasında en önemli yöntemlerden biriydi. 70'lerin sonlarında üreticiler

başka sorunlarla karşı karşıya kalmaya başlamışlardır. Tüketici ihtiyaçlarındaki değişimleri karşılama sorunu ortaya çıktığı için klasik yüksek miktarda üretim yöntemi, tüketici ihtiyaçlarındaki hızlı değişimleri karşılamakta yetersiz kalmıştır. Bu nedenle üreticilerin gündeminde yeni bir kavram ortaya çıkmıştır: Esneklik.

Esneklik, günümüzde giderek daha fazla yoğunlaşan rekabet ortamında rekabet edebilme gücünün büyük bir belirleyicisi olarak düşünülmektedir (Pujawan I.N., 2004: 79). Sarker, Krishnamurthy ve Kuthethur (1994: 513) esneklik kavramını, değişiklik yapma arzusunu harekete geçirebilme, beklenmedik değişikliklere sürekli olarak yanıt verebilme ve planlanan değişikliklerin beklenmedik sonuçlarına uyum gösterebilme yeteneği olarak ifade etmektedir.

Esneklik ayrıca yaygın bir biçimde, başarılı bir üretim stratejisinin en önemli parçalarından birisi olarak da kabul edilmektedir (De Groote, 1994: 933). Çevresel koşullardan dolayı meydana gelen istikrarsızlıklarla ve değişen durumlarla başa çıkmanın yolu olarak tanımlanan esnekliğin, toplam üretim performansının da kritik bir ölçütü olmasından dolayı herhangi bir üretim sisteminin önemli amaçlarından birisi olması gerektiği ifade edilmektedir (Gupta ve Somers, 1992: 166).

Sethi ve Sethi (1990) esnekliği, çeşitli üretim faaliyetlerini gerçekleştirecek olan üretim ekipmanlarının uyumlu bir şekilde çalışmasını sağlamak için, bunların dizayn edilmesini ve birbirleriyle ilişkilendirilmesini gerektiren sistem elemanlarının bir özelliği olarak kabul etmişlerdir. Bir başka deyişle esnekliği, makul bir kalite düzeyine sahip farklı ürünlerin üretilmesi

için üretim kaynaklarını yeniden düzenleyebilme becerisi olarak ifade etmişlerdir.

Yapılan bu esneklik tanımlarında, esnekliğin rekabet gücünün önemli bir belirleyicisi olduğu, sürekli değişim içerisinde olan çevre koşullarına uyum gösterebilme yeteneği olduğu ve bunlarla birlikte sistem performansının da bir ölçütü olduğu göze çarpmaktadır. Yapılan tanımlardaki ortak olan bu unsurlar dikkate alındığında esneklik, çevresel koşullardaki değişikliklere karşı hızlı bir biçimde yanıt vermek suretiyle güçlü bir rekabet avantajı yaratan bir yetenek olarak ifade edilebilir.

Esneklik bu şekilde açıklanmaya çalışıldıktan sonra literatürde üzerinde sıklıkla durulan esneklik türlerine bakmakta yarar vardır.

I.2.1. Esneklik Türleri

Literatürde çok sayıda esneklik türü yer almaktadır. Esneklik türlerinin sınıflandırılmasına yönelik ilk defa 1990 yılında Sethi ve Sethi tarafından yapılan kapsamlı bir çalışmada, 1970'lerden sonra esnek üretim sistemlerinin yaygınlaşmasının bir sonucu olarak ortaya çıkan ve çoğu birbirinin yerine geçebilen en azından 50 tane farklı isme sahip esneklik türü tespit edilerek sınıflandırılmıştır. Burada ise üzerinde sıklıkla durulan esneklik türleri kısaca açıklanmaya çalışılacaktır. Ele alınan belli başlı esneklik türleri şu şekildedir:

- Makine Esnekliği
- Faaliyet Esnekliği
- Genişleme Esnekliği
- Rota Esnekliği
- Malzeme Kullanımı (Material Handling) Esnekliği
- Üretim Esnekliği
- Ürün Esnekliği
- Hacim Esnekliği
- Süreç Esnekliği

Makineler bir üretim sisteminin vazgeçilmez parçalarıdır ve makine esnekliği diğer esneklikler için daha önceden var olmalıdır. Başka bir deyişle, makine esnekliği olmadan diğer esneklikler mümkün değildir. Gerçekten de tedarik zincirinin hedefine ulaşması için programlanabilir otomasyonlu teknolojiler ve bilgisayar yazılımları en önemli unsurlardandır. Eğer kullanılan makineler karmaşık bir yapıda ise, bu ileri düzey teknolojiler ekstra bir esneklik yaratmada faydalı olamayacaktır (Sethi ve Sethi, 1990: 298).

Makine esnekliği, bir faaliyetten başka bir faaliyete geçilirken aşırı maliyete maruz kalmadan çeşitli işlerin yerine getirilebilme kabiliyeti olarak ifade edilmektedir (Sarker vd., 1994: 514). Eğer TZ makine esnekliğine sahip ise zinciri yönetmek oldukça kolay olacaktır. Çünkü makine esnekliği, tedarik zincirlerine daha küçük parti büyüklükleri ile çalışma olanağı sağlar ve bu sayede süreç içi parçalarda azalma meydana gelir, dizayn değişikliklerinde ve yeni ürünün piyasaya tanıtılmasında ön süreleri azaltır ve üretim

programlarında rahatlıkla değişiklik yapabilme imkânı tanır. Ayrıca bir uygulamadan başka bir uygulamaya geçiş çalışmalarında sağladığı tasarruf sayesinde daha iyi işgücü ve makine kullanım oranlarının gerçekleşmesini sağlar.

Faaliyet esnekliği, iş parçalarının (işin belli bir kısmının), iş planlarının veya işlemlerin farklı teknolojik sıralamalarla işlenebilirliğinin olması demektir. Bir işin belli bir parçasının yüksek düzeydeki faaliyet esnekliği, makineler arasındaki optimum iş yükünün dengelenebilmesi anlamına gelir. Bu durum söz konusu üretim sisteminin sahip olduğu potansiyel üretim kapasitesinin artmasına yol açar. Faaliyet esnekliği bir iş parçası türünün özelliğidir ve ayrıca faaliyet esnekliği tek bir iş parçası türü için farklı iş planlarının uygulanması ile gelişir (Avunduk, 1998: 28).

Genişleme esnekliği, bir üretim sisteminin makine sayılarını ve hazırlık istasyonları gibi temel üretim ekipmanlarını azaltma veya artırma ile genişlemenin yapılıp yapılamayacağını ve yapılacaksa ne kadar yapılacağını açıklayan bir esneklik türüdür (Sethi ve Sethi, 1990: 309). Bu esneklik türü genişlemek isteyen şirketlerin üretim sistemlerinin adaptasyonuna imkan tanır ve işte bu yüzden yeni piyasalara girmek gibi genişleme stratejilerine sahip olan bir şirket için oldukça önemlidir.

Üretim gereksinimlerindeki değişmeler nedeni ile birbirine benzer makineler grubu, bu yeni gereksinimlere yanıt vermede güçlük çektiği zaman büyüme söz konusu olabilecektir. Bu durumda üretim gücüne yeni bir makine eklenmesi ile büyüme sağlanmalıdır. Bir üretim sistemindeki konfigürasyon değişikliği ile yeni bir iş yapılmak istendiği, ancak mevcut üretim sisteminin

yapısında bulunan makinelerle o işin yapılamadığı durumda, sisteme söz konusu işi yapacak makinenin ve/veya ilgili diğer ekipmanların dahil edilmesi sonucunda büyüme kaçınılmaz olacaktır.

Genişleme esnekliği, aslında tüm sistemin ortak bir özelliğidir. Genişleme esnekliği geleceği göz önüne alarak yapılan bir yerleşim düzeni planı, modüler donanım ve yazılım kavramları ile çok daha fazla geliştirilebilir. Örneğin; gelecekte üretim sistemine dâhil olacak makine veya makineler için yerleşim düzeni içinde boş alanların bırakılması gibi.

Rota esnekliği, belirlenen iş planları ile bir işin belli bir kısmının TZ' de farklı rotalar takip edilerek yapılabildiği durumlarda gerçekleşen bir esneklik türüdür. Rota esnekliği, birçok özdeş makine belirli bir işlemi uygulamak için seçenekli olarak kullanılabilirdiği zaman söz konusu olur. Bu daha çok makinelerin bozulduğu zamanlarda önem kazanmaktadır. Rota esnekliği, bir tedarik zincirinde üretim birimlerinin sahip olduğu bir özelliktir. Bu özellik daha çok özdeş üretim birimi sayısına ve gereksinim duyulan alt parçaların ne kadar hızlı tedarik edilebildiğine bağlıdır. Başka bir esneklik türüne geçmeden önce rota esnekliğinin faaliyet esnekliğinden farklı olduğunu belirtmekte yarar vardır. Rota esnekliği sistemin bir özelliğidir ancak faaliyet esnekliği sadece belli bir iş parçası için söz konusudur (Sethi ve Sethi, 1990: 305 – 306).

Malzeme kullanımı esnekliği aynı zamanda malzeme yönetimini de içermektedir. Bu esneklik türü malzeme işleme birimlerinin, işlenen ürünlerin veya işlenecek alt parçaların zincir boyunca ilgili birimler arasında etkili bir biçimde mobilizasyonunu sağlama yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Gupta ve Somers, 1992: 170). Yani eğer bir tedarik zinciri malzeme kullanımı

esnekliği olarak ifade edilen bu esneklik türüne sahip olursa zincir boyunca hareket eden alt bileşen ve/veya ürünlerin depolar arası ve üretim birimleri arası hareketi en ucuz şekilde sağlanabilecektir. Son olarak, bu esneklik türünün depodaki nihai ürünlerin hazır hale getirilme süresini azalttığı ve mevcut makinelerin daha fazla ürün işlemlerini sağladığı söylenebilir.

Üretim esnekliği, bir üretim sisteminin büyük bir sermaye ekipmanı eklenmeksizin üretebileceği ürün evreni olarak tanımlanmaktadır (Sethi ve Sethi, 1990: 311). Yani üretim esnekliği, mevcut üretim sistemi ile ekstra yatırımlar yapılmaksızın farklı ürün / parça grubunun üretilebilirliği ile ilgilidir. Bu esneklik türü, fabrika bilgi ve kontrol sistemleri, malzeme kullanımı esnekliği ve mevcut makinelerin çok yönlü ve çeşitli olması gibi pek çok faktöre bağlıdır. Sethi ve Sethi (1990: 312) üretim esnekliğinin, makine ve malzeme kullanımı esnekliklerinin bir araya gelmesi ile ortaya çıktığını ifade etmektedir.

Üretim esnekliğinin düzeyi, makinelerin teknik tasarımlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıca makinelerin özdeşlik veya tamamlayıcılık derecelerine bağlı olarak üretim esnekliği farklılaşmaktadır. Özdeş makineleri içeren üretim sistemlerine oranla, tamamlayıcı makinelerle oluşturulmuş üretim sistemlerinin daha yüksek üretim esnekliği potansiyeline sahip olduğu ifade edilmektedir (Avunduk, 1998: 30).

Ürün esnekliği, mevcut ürün setine yeni ürünlerin eklenmesinin veya yeni ürünlerin mevcut ürünlerin yerini almasının kolay olması anlamına gelmektedir (Sethi ve Sethi, 1990: 304). Başka bir deyişle ürün esnekliği, yeni ürünler hakkında müşterilere bilgi verilmesi veya daha geniş bir biçimde hem

yeni ürünlerin tanıtılması hem de mevcut ürünlerin modifikasyonu anlamına gelmektedir (Koste ve Malhotra, 1999: 85). Yeni ürünlerin kısa bir sürede, düşük maliyetlerle geliştirilip üretilmesi ve müşterilere sunulması ürün esnekliğini gerekli kılmaktadır. Bu esneklik türü, yeni dizayn edilmiş bir ürünün piyasaya hızlı bir şekilde sunulması ve tanıtılması bakımından tedarik zincirinde yer alan şirketlere oldukça yarar sağlamaktadır. Ayrıca gelecekteki ürün dizaynlarının genellikle bilinmiyor olmasından dolayı zincirdeki üretim birimlerinin bilgisayar destekli dizayn sistemleri aracılığıyla ürün esnekliğine sahip bir biçimde yapılandırılması ve geliştirilmesi şirketlere, karşı konulması güç bir rekabet avantajı sağlamaktadır (Sethi ve Sethi, 1990: 304 – 305).

Hacim esnekliği farklı kapasite kullanım oranlarında ekonomik üretim yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Gupta ve Somers, 1992: 170). Talep seviyesindeki belirsizlikler, pazar payının artırılması ve bu pazar payının korunması açısından bir sorun oluşturmaktadır ve bu nedenle de hacim esnekliği gereklidir. Bu bağlamda hacim esnekliğinin, bir tedarik zincirinde yer alan firmalara, toplam talep seviyesinde artış veya azalış olduğu zaman, bu değişikliklere hızlı ve etkin bir şekilde yanıt verebilme imkânı tanıdığı ifade edilebilir.

Literatürde sıklıkla üzerinde durulduğu belirtilen esneklik türlerinden sonuncusu olan süreç esnekliği, bir tedarik zincirinin değişen çevre koşullarına etkin bir biçimde yanıt verebilmesi bakımından oldukça önemlidir. Sürekli değişen çevre koşullarına etkin bir şekilde yanıt verebilmek için bazı iş parçalarının aynı üretim yerinde üretilmesi gerekmektedir. Buna imkân tanınması, beklenmedik durumlara karşı veya planlanan bazı durumların

beklenmedik sonuçlarına karşı önlem alınmasını da sağlamaktadır. Örneğin, zincirde üretilen bir ürüne olan talep beklenenden fazlayken başka bir ürüne olan talep de beklenenden az olabilir. Bu durumda, eğer bu ürünler aynı üretim hattında üretilebiliyorsa talebi beklenenden az olan üründen daha az üretilmesi yoluyla ortaya çıkan fazla kapasite, talebi beklenenden daha fazla olan ürünün üretilmesinde kullanılabilir ve bu şekilde beklenmeyen bir durumla başa çıkılmış olacaktır. Ayrıca süreç esnekliği, ileride açıklanacak olan farklı tedarik zinciri konfigürasyonlarının performanslarının karşılaştırılmasında kullanılan önemli bir esneklik türü olarak da dikkati çekmektedir. Süreç esnekliği, tedarik zincirlerinin performanslarının değerlendirilmesinde ve bu zincirlerin etkin bir biçimde çalışmasında gerekli olduğu için üzerinde daha ayrıntılı bir biçimde durulması gereken bir esneklik türüdür.

I.2.2. Süreç Esnekliği

Esneklik türlerinden birisi, farklı ürün tiplerinin aynı üretim yerinde veya aynı üretim hattında aynı anda üretilebilme kabiliyetinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Esnek üretim sistemleri ile ilgili yazında bu esneklik türü genellikle “süreç esnekliği” (process flexibility) olarak ifade edilmektedir (Jordan ve Graves, 1995: 577; Sethi ve Sethi, 1990: 302–303). Bu esneklik türü, bir ürünün çok sayıda üretim yerinde veya çok sayıda üretim hattında üretilebilme kabiliyetini temsil etmektedir (Akşin, Karaesmen ve Örmeci, 2005: 1). Başka bir deyişle süreç esnekliği ürün tahsis kararları ile ilgilidir. Yani süreç esnekliğinin yardımıyla hangi ürünlerin hangi üretim yerinde veya hangi üretim hattında üretileceğine ilişkin verilmesi gereken kararlar verilebilmektedir.

Graves ve Tomlin’e göre (2003: 907) süreç esnekliği, belirsiz bir taleple karşı karşıya olan çok ürünlü tedarik zincirlerinde, zincirdeki bir üretim yerinin birden fazla ürün üretmesini sağlayan kritik bir role sahiptir. Buradaki esas zorluk ise yüksek bir dalgalanma gösteren talebi karşılamaya yönelik üretim şeklini belirlerken maliyet açısından da en uygun maliyetli olan konfigürasyonu seçmektir.

Daha fazla esnekliğin daha iyi performans göstereceği herkes tarafından kabul edilmektedir. Ancak bununla beraber, bu esnekliği oluşturmak ve sürdürmek için katlanması gereken maliyetler vardır ve bu da sistemin daha karmaşık bir hale gelmesine yol açmaktadır (Akşin ve

Karaesmen, 2004: 1). Bu nedenle, karmaşık sistemlerden kaynaklanacak olan yönetim güçlüklerinin üstesinden gelebilmek için süreç esnekliğinden önce derinlemesine anlaşılması gereken hususlardan birisi fayda – maliyet analizidir. Eğer talebi karşılamak için, elde edilebilecek faydaların parasal değerinden daha fazla bir harcama yapılması gerekiyorsa, bu durumda esnekliğin pek de istenen bir durum olmadığı açıktır. Onun için bir sistemin esnek olmasından dolayı elde edilebilecek faydalar ile esneklik adına katlanması gereken maliyetler iyi bir şekilde karşılaştırılmalı ve en uygun seçim yapılmalıdır (Akşin, Karaesmen ve Örmeci, 2005: 1–2).

Süreç esnekliğinin ne düzeyde olacağına ve tedarik zincirinde hangi ürünlerin hangi üretim yerinde üretileceğini gösteren yeni bağlantıların eklenip eklenmemesi gerektiğine karar vermek için ayrıntılı bir fayda – maliyet analizi yapılması gerekmektedir. Dolayısıyla süreç esnekliğinin daha iyi modellenmesi ve anlaşılabilmesi için Jordan ve Graves (1995) tarafından geliştirilen esneklik ilkelerinin daha detaylı bir şekilde incelenmesi yararlı olacaktır.

I.2.3. Süreç Esneklik İlkeleri

Sürekli ve hızlı bir şekilde değişen müşteri ihtiyaçlarına anında yanıt verebilmek için oldukça önemli bir role sahip olan süreç esnekliği, günümüzde işletmelerin önemle üzerinde durması gereken bir konudur.

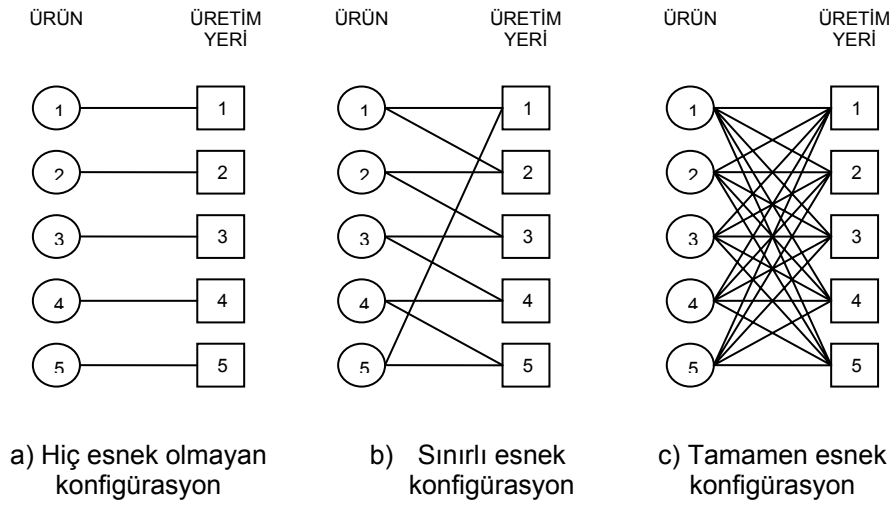
Süreç esnekliği, işletmelere ani talep dalgalanmalarına karşı yanıt verebilme imkânı tanımakta ve bu sayede işletmelere güçlü bir rekabet avantajı yaratmaktadır. Ancak bu esneklik türü sisteme doğru bir şekilde kazandırılmazsa maliyetler faydasını aşacaktır. Bu nedenle de süreç esnekliği TZ' ye doğru bir şekilde ilave edilmelidir. Jordan ve Graves (1995: 578–582) süreç esnekliğinin TZ'e doğru bir şekilde ilave edilmesi için şu ilkelere bağlı kalınması gerektiğini ifade etmektedir:

- Üretim yeri başına düşen ürün sayısı her bir üretim yeri için birbirine eşit olmalı,
- Ürün başına düşen üretim yeri sayısı her bir ürün için birbirine eşit olmalı ve
- Olabildiğince çok ürün ve üretim yerini içeren az sayıda ve kapalı bir döngü oluşturan bir zincir meydana getirilmelidir.

Süreç esnekliği ile ilgili ilkelerin nasıl ortaya konulduğunu açıklamadan önce TZ esneklik konfigürasyon türlerine kısaca değinmekte fayda vardır. Bunun için öncelikle bilinmesi gereken şey tedarik zincirlerinde süreç esnekliğinin iki uç noktası olduğudur. Bu iki uç noktadan birinde hiç esnek olmayan bir sistem, diğerinde ise mükemmel esnekliğe sahip bir sistem yer almaktadır. Hiç esnek olmayan bir sistemde her üretim yerinde sadece tek bir ürün üretilebilirken, tamamen esnek olan bir sistemde ise her bir üretim yerinde tüm ürünler üretilebilmektedir. Bu iki uç nokta arasında ise sınırlı

esnekliğe sahip bir sistem mümkündür. Sınırlı esnek bir sistemde ise sadece birkaç üretim yeri sadece birkaç ürünü işleme tabi tutmaktadır.

Bahsedilen bu esneklik konfigürasyon türleri, beş adet ürünün beş farklı üretim yerinde üretildiği tedarik zincirlerinin yer aldığı aşağıdaki Şekil 5 yardımıyla şu şekilde gösterilebilir (Graves ve Tomlin, 2003: 908):

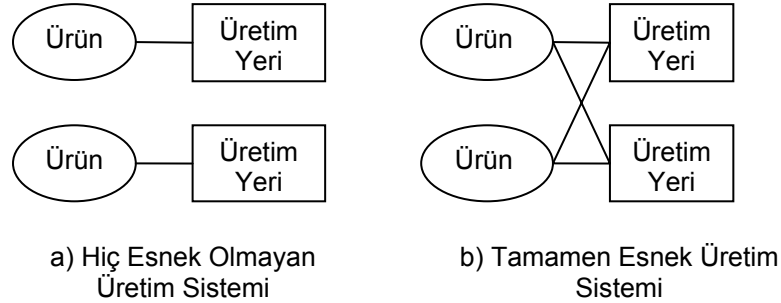


Şekil 5: Tedarik Zincirlerinde Süreç Esneklik Konfigürasyonları

Şekil 5.a'da da görüldüğü gibi hiç esnek olmayan konfigürasyonda her bir üretim yeri sadece tek bir ürünü üretebilmektedir. Şekil 5.b ise sınırlı esnekliği göstermektedir ve bu şekildeki sınırlı esnek sistemde her bir üretim yeri iki adet ürünü üretebilmekte ve her bir ürün iki farklı üretim yerinde üretilmektedir. Şekil 5.c'deki tamamen esnek konfigürasyonda ise görüldüğü gibi tüm üretim yerleri tüm ürünleri üretebilmektedir.

Esneklik konfigürasyonları bu şekilde kısaca açıklandıktan sonra, süreç esnekliği ile ilgili ilkelerin nasıl ortaya konulduğunu açıklamak için, süreç esnekliğinden elde edilen faydaları beklenen satışlardaki artışların hesaplanması suretiyle ölçen bir örnek ele alınsın:

Her birinin yıllık üretim kapasitesi 100 birim olan ve iki tane ürün üreten iki tane üretim yeri olsun. İki ürünün de rassal ama bağımsız bir talebe sahip olduğu ve üretim seviyesinin de talep gerçekleştiikten sonra belirlendiği varsayalım. Şimdi de şu iki durum ele alınsın: 1) Hiç esnek olmayan bir üretim yapısı (her üretim yeri sadece bir ürünü üretebiliyor) (Şekil 6.a), 2) Tamamen esnek bir üretim yapısı (iki üretim yeri her iki ürünü de üretebiliyor) (Şekil 6.b).

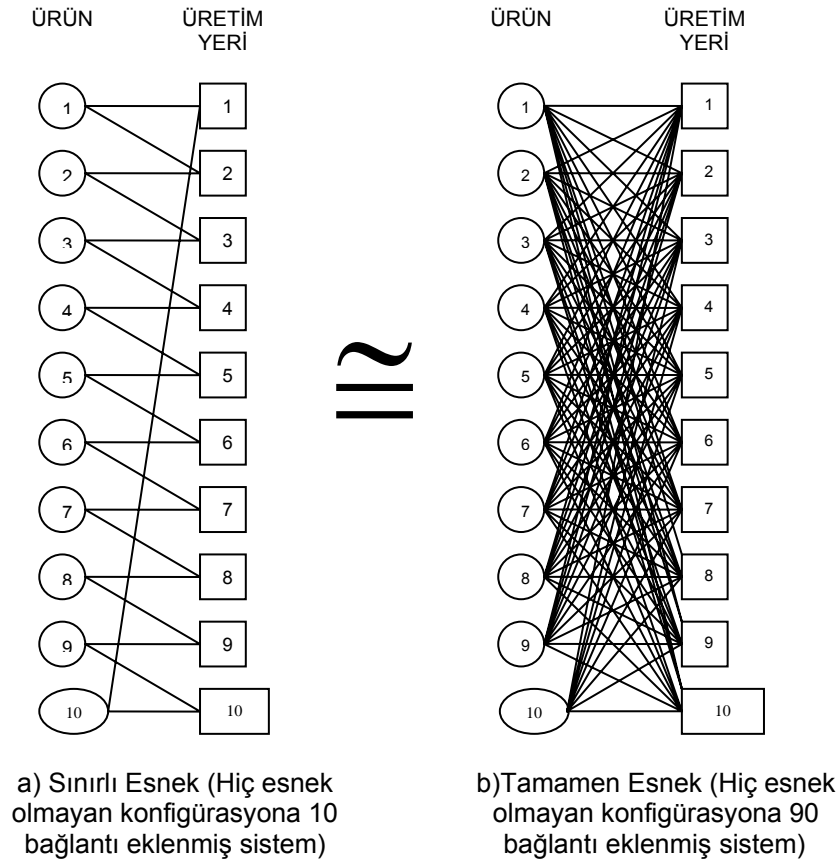


Şekil 6: İki Ürün – İki Üretim Yeri Sahip Esneklik Konfigürasyonları
(Jordan ve Graves, 1990: 578–579)

Eğer iki üründen birine olan talep 50, diğerine olan talep 150 birim ise esnek olan sistemde herhangi bir satış kaybı olmayacaktır ama sistem esnek değilse talebin %25'i karşılanamayacaktır.

Eğer bir üretim firması yukarıdaki gibi sadece iki ürün ve iki üretim yerinden oluşan bir sisteme sahipse esnekliğe ilişkin karar vermek oldukça

kolaydır. Ancak daha çok sayıda üretim yerinin ve ürünün olduğu sistemlerde bu kararları vermek bazı nedenlerden dolayı daha karmaşıktır. Bu nedenlerden birisi, satışlardan ve esneklikten elde edilen faydaların hesaplanmasının zor oluşudur. Bir diğeri ise, olası ürün atama konfigürasyonlarının sayısının ürün ve üretim yeri miktarları ile birlikte üstel bir biçimde artıyor olmasıdır. Bunun için iyi bir atamanın nasıl olduğunu ve hiç esnek olmayan bir konfigürasyona yeni bağlantılar eklendiğinde bundan nasıl fayda elde edildiğini anlamak için 10 ürün ve 10 üretim yerinden oluşan bir sistem ele alınsın (Jordan ve Graves, 1990: 578–593).



Şekil 7: 10 Ürün – 10 Üretim Yerinden Oluşan Konfigürasyonlar
(Jordan ve Graves, 1990: 581)

Jordan ve Graves (1995: 580) hiç esnek olmayan (yani 1. üretim yerinde sadece 1. ürünün üretildiği, 2. üretim yerinde sadece 2. ürünün üretildiği vb.) tedarik zincirlerinin en düşük performansı sergilediklerini ortaya koymuştur. Ancak hiç esnek olmayan bir sisteme 10 bağlantı daha ilave edildiğinde, bu yeni sistemin de (Şekil 7.a) tamamen esnek olan sisteme (Şekil 7.b) oldukça yakın bir performans sergilediğini göstermişlerdir.

Tamamen esnek bir sistem yatırım ve üretim maliyetleri açısından gerçekçi olmamasına rağmen diğer sistemlerin etkinliklerinin kıyaslanmasını sağlamaktadır. Gerçekten de bir üretim sisteminin tamamen esnek olması çok yüksek düzeyde harcama gerektirecektir. Bu durumda, tedarik zinciri esnekliğinden elde edilecek faydaların öğrenilmesi amacıyla tamamen esnek bir tedarik zincirinin kurulması yerine gerçek sistemlere oldukça yakın sonuç üreten bir simülasyon modelinin geliştirilmesi ve bu suretle uygun konfigürasyonların araştırılması daha mantıklı olacaktır.

Önemli bir soru da şudur: Kayda değer kullanım faydalarına ve satışlara erişebilmek için ne kadar esnekliğe ihtiyaç vardır? Başka bir deyişle, tamamen esnek bir sistemden elde edilebilecek faydalar daha az esnek bir sistemle elde edilebilir mi? Bunu yanıtlamak için esnekliğin hiç esnek olmayan bir sisteme ilave edilerek artırıldığı zaman sistem performansının nasıl değiştiği izlenmelidir. Bunun için her bir ürün kendinden sonra gelen ilk üretim yerinde işlem görebilecek şekilde yeni bağlantılar oluşturulur ve bu yolla sisteme esneklik ilave edilir. Yani 1. üretim yerinde üretilen 1. ürün ile 2. üretim yeri arasında da bir bağlantı oluşturulmuş olunur (Bu, 1. ürünün hem 1. üretim yerinde hem de 2. üretim yerinde üretilebileceği anlamına

gelmektedir). Onuncu bağlantı ise 10. ürün ile 1. üretim yeri arasında kurulmaktadır. Şu da bilinmelidir ki, bu ilave bağlantılar keyfi bir biçimde yapılmamıştır; bu bağlantılar yukarıda kısaca değinilen ilkelere dayanılarak oluşturulan ve en büyük faydayı elde edecek olan bağlantılardır.

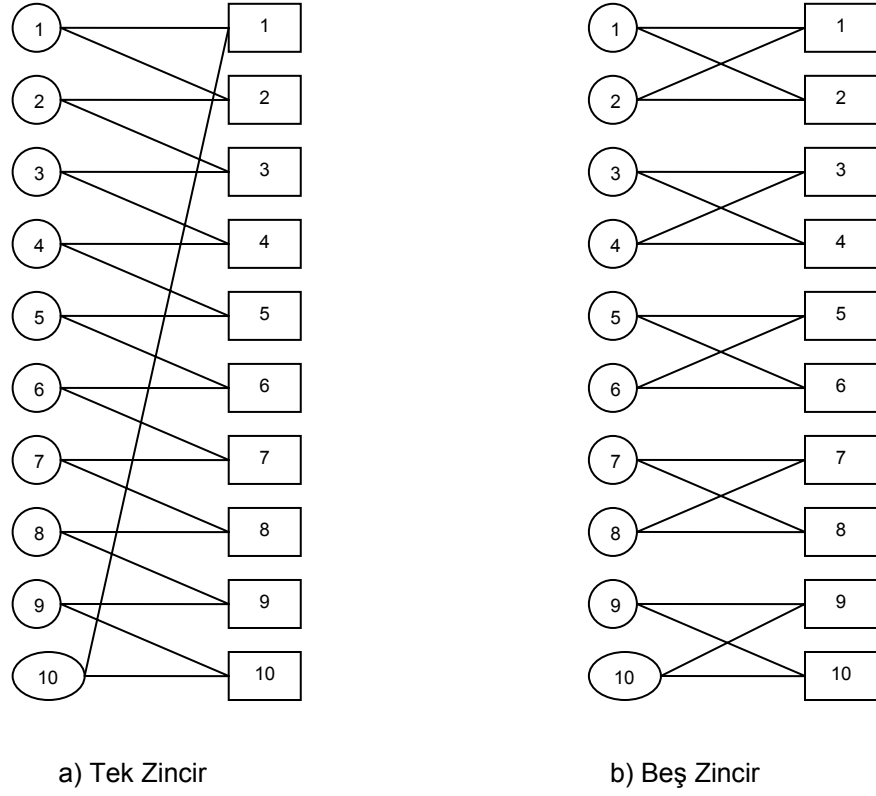
Her bağlantı ilave edilmişinde satışlarda ve kullanım faydasında artış meydana gelmektedir. Ancak 10. bağlantı da eklendikten sonra, tamamen esnek olan sistemin gerçekleştirdiği satış ve fayda miktarının %95'i başarılmaktadır. Hiç esnek olmayan bir sisteme 10 adet bağlantı eklenmesiyle elde edilen sonuçla, tamamen esnek bir sistem kurulması için gereken 90 bağlantı ile elde edilebilecek sonuç hemen hemen aynıdır (Jordan ve Graves, 1995: 580). Yani hiç esnek olmayan bir sisteme 10 yeni bağlantı ilave edilmesi sonucunda, bu sistem tamamen esnek bir sisteme oldukça yakın bir performans göstermektedir.

Bununla birlikte, Şekil 7.a'daki gibi, her üretim yerinde iki ürün ve her ürün de iki üretim yerinde üretildiği zaman doğru esneklik düzeyinin sağlanmış olduğu kesin bir şekilde söylenemez. Tamamen esnek bir sistemin başarısını yakalamak için gerekli olan üretim yeri başına düşen ürün sayısı, ürün başına düşen üretim yeri sayısı ve ürün tahsisleri, belirli sayıda ürün ve üretim yerine, üretim yerlerinin kapasitelerine, beklenen ürün talebine ve talep belirsizlik seviyesine bağlıdır. Bu unsurlar da sektörden sektöre, şirketten şirkete farklılık gösterebilecektir. Burada önemli olan nokta, bir sistemin tamamen esnek olan bir sistemden elde edilebilecek faydalara eşit miktarda fayda yaratması için her bir üretim yerinin tamamen esnek olmasına gerek olmadığına bilinmesidir. Yani az miktarda bir esneklik düzeyi tamamen

esnek bir sistemin neredeyse tüm faydalarına oldukça yakın bir fayda sağlamaktadır.

Burada, üretim yeri – ürün atamalarının nasıl yapılacağına karar verilmesi suretiyle esnekliğin artırılması için “zincir” kavramının önemini tekrar ifade etmekte yarar vardır. Bir “zincir”, ürün tahsis kararları sonucu birbirleriyle doğrudan veya dolaylı olarak bağlantılı olan ürün ve üretim yerlerinin oluşturmuş olduğu bir gruptur. Bu grup içerisinde ürün tahsis bağlantıları aracılığıyla herhangi bir üründen veya bir üretim yerinden başka herhangi bir ürün veya üretim yerine doğru bir yol çizilmektedir. Zincirdeki ürünler zincirin dışında yer alan başka bir üretim yeri tarafından üretilmemekte ve bir üretim yeri de zincir dışında yer alan başka bir ürünü üretilmemektedir.

Zincir kurmanın tedarik zincirinin performansı üzerindeki etkisi aşağıda yer alan Şekil 8’de iki konfigürasyonun karşılaştırılması yoluyla gösterilmektedir (Jordan ve Graves, 1990: 582):



Şekil 8: Daha Az Sayıda Zincirin Daha Fazla Fayda Sağladığını Gösteren Esneklik Konfigürasyonları

Jordan ve Graves (1995: 580 – 582) aşağıdaki iki ölçüte göre yukarıdaki şekilde yer alan konfigürasyonların aynı düzeyde esnekliğe sahip olduğunu ifade etmektedir:

- Her iki konfigürasyonda da her bir ürün iki üretim yerinde üretilebilmektedir ve
- Her iki konfigürasyon da her bir üretim yerinin iki ürünü işleme tabi tuttuğu 20 adet ürün – üretim yeri bağlantısına sahiptir.

Ancak Şekil 8.a tek bir zincire sahip olan bir konfigürasyonu göstermekte iken Şekil 8.b'deki konfigürasyon beş tane zincire sahiptir. Jordan ve Graves (1995: 593) kurdukları bir model aracılığıyla bu konfigürasyon türlerini satışlar ve kapasite kullanım oranları bakımından karşılaştırmıştır.

Jordan ve Graves tarafından geliştirilen modeli incelemeye başlamadan önce modelde kabul edilen varsayımların belirtilmesi gerekmektedir. m adet ürünün n adet üretim yerinde üretildiğini kabul eden bu modeldeki varsayımlar şu şekilde sıralanabilir:

- Herhangi bir i . ürünün talebi d_i rassal bir değişkendir ve toplam talep D_i , ortalaması μ ve standart sapması σ olan normal dağılıma sahiptir.
- Ürün talepleri arasındaki korelasyon katsayısı ρ aynıdır.
- Her üretim yeri aynı kapasiteye c sahiptir.
- Ürünler ve üretim yerleri K adet zincirde yer almaktadır ve zincir başına düşen ürün sayısı α ve zincir başına düşen üretim yeri sayısı β sürekli değişkenlerdir:

$$\alpha = \text{ürün sayısı} / \text{zincir sayısı} = m / K$$

$$\beta = \text{üretim yeri sayısı} / \text{zincir sayısı} = n / K$$

Bu varsayım pek gerçekçi olmasa da büyük oranda analizi kolaylaştırmakta ve j . zincirde yer alan toplam talep (D_i) ile yine j . zincirde yer

alan tüm ürünlerin satış miktarlarını (S_j) çok küçük farklılıklarla da olsa birbirine eşitlemektedir.

- Her bir zincirdeki ürün atama kararları, tamamen esnek bir sistemden elde edilebilecek faydalara ulaşmak için yeterlidir.

Bu varsayımın bir sonucu olarak j . zincirde yer alan ürünlerin toplam satış miktarı, üretim kapasitesine βc veya o ürünlere olan toplam talepten D_j küçük olanın değerine eşit olacaktır. Yani;

$$S_j = \min (\beta c, D_j). \quad (1)$$

D_j , normal dağılıma sahip rassal talep değişkenlerinin toplamına eşit olduğu için aynı zamanda aşağıdaki parametrelerle birlikte normal dağılım sergilemektedir:

$$E [D_j] = \alpha \mu \quad (2)$$

$$\begin{aligned} V [D_j] &= \alpha \sigma^2 + \alpha (\alpha - 1) \rho \sigma^2 \\ &= \sigma^2 \{ \alpha^2 \rho + \alpha (1 - \rho) \} \end{aligned} \quad (3)$$

Burada;

$E [D_j]$: j . zincirde yer alan ürünlerin beklenen toplam talebini,

$V [D_j]$: j . zincirde yer alan ürünlerin talebine ilişkin varyansı

göstermektedir.

$\phi(\cdot)$ ve $\Phi(\cdot)$, sırasıyla standart normal sıklık dağılımı fonksiyonunu ve kümülatif dağılım fonksiyonunu gösterirken j . zincirde yer alan ürünlerin beklenen toplam satış miktarı aşağıdaki denklem aracılığıyla bulunur;

$$E[S_j] = \int_{-\alpha}^{\beta c} x \phi\left(x - \frac{E[D_i]}{\sqrt{V[D_i]}}\right) dx + \beta c(1 - \Phi(z)) \quad (4)$$

Burada z ;

$$z = (\beta c - E[D_i]) / \sqrt{V[D_i]} \quad (5)$$

(2) ve (3) nolu denklemlerdeki $E[D_i]$ ve $V[D_i]$ değerleri (4) nolu denklemdeki yerlerine konularak integral çözülürse aşağıdaki eşitliğe ulaşılır:

$$E[S_j] = \alpha \mu \Phi(z) - \sigma \sqrt{\alpha^2 \rho + \alpha(1 - \rho)} \phi(z) + \beta c [1 - \Phi(z)] \quad (6)$$

Tüm zincirlerdeki ürünlerin toplam satışları T 'e eşittir. Yani $T = \sum S_j$ 'dir. O halde, tek bir zincirdeki beklenen satışları $E[S_j]$, zincir sayısı K ile çarparsak tüm zincirler için beklenen satışları buluruz;

$$E[T] = m \mu \Phi(z) - \sigma \sqrt{m^2 \rho + Km(1 - \rho)} \phi(z) + nc [1 - \Phi(z)] \quad (7)$$

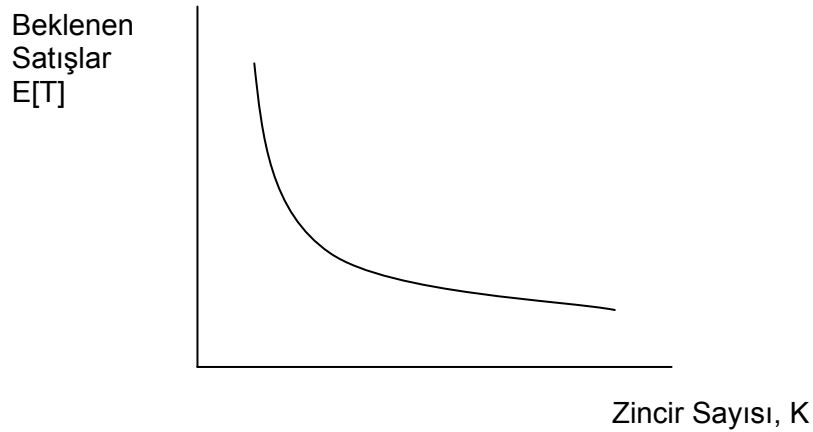
Burada z ;

$$\begin{aligned} z &= (\beta c - \alpha \mu) / \sigma \sqrt{\alpha^2 \rho + \alpha(1 - \rho)} \\ &= (nc - m \mu) / \sigma \sqrt{m^2 \rho + Km(1 - \rho)}. \end{aligned} \quad (8)$$

Bazı özel durumlarda, özellikle toplam kapasitenin toplam beklenen taleple dengede olduğu durumlarda, $nc = m\mu$ iken, bu eşitlikler analizi önemli derecede kolaylaştırmaktadır. Bu durumda $z=0$, $\phi(z)=0,3989$ ve $\Phi(z)=0,5$ olacaktır. O halde (7) nolu denklem şu hali alacaktır:

$$E[T] = m\mu - 0,3989\sqrt{m^2\rho + Km(1-\rho)} \quad (9)$$

Bu eşitliğin gösterdiği gibi, kapasite beklenen taleple dengeye geldiği zaman beklenen toplam satışlar $E[T]$, zincir sayısı K ile dışbükeydir (Şekil 9). Yani zincir sayısı K azaldıkça beklenen toplam satışlar $E[T]$ artmaktadır. Böylelikle, tedarik zincirindeki zincir sayısının azaltılması ve mümkün olduğunca çok sayıda ürün – üretim yerini içeren zincir veya zincirlerin oluşturulması yoluyla beklenen satışların artırılması ve bu suretle de getirilerin artırılması mümkündür. Ancak bu artış, esnekliğin tüm faydaları gibi ürün talep korelasyonu ρ arttıkça azalır.



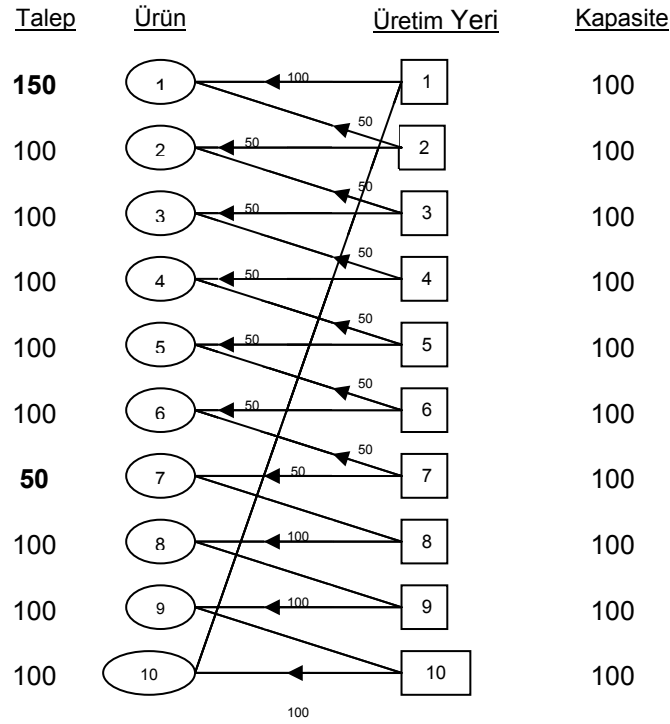
Şekil 9: Satışlar ile Zincir Sayısı Arasındaki Ters Yönlü İlişki

Esnekliğin faydaları ile ürün talep korelasyonu arasındaki bu ters yönlü ilişkinin anlaşılabilmesi için hangi ürünlerin hangi üretim yerlerinde üretileceğine ilişkin karar verilirken ürün talep korelasyonunun ρ önemli bir faktör olup olmadığına karar verilmesi gerekmektedir (Jordan ve Graves, 1990: 583). O halde, negatif korelasyona sahip ürünler belirlenebilmişse, bu ürünlerin aynı üretim yerinde üretilmesi önemli midir? Daha önce de ifade edildiği gibi zincir oluşturmanın arkasında yatan, zincirde yer alan tüm ürünlere yine zincirde yer alan tüm üretim yerlerinin kapasitelerinin etkin bir şekilde tahsis edilmesi olgusu bu sorunun yanıtının “önemli değil” şeklinde verilmesini gerektirmektedir. Aslında önemli olan, negatif korelasyona sahip ürünlerin aynı zincirde yer almasıdır. Negatif korelasyona sahip ürünlerin aynı üretim yerinde üretilmesine ise gerek yoktur. Zincir oluşturmanın arkasındaki kilit nokta budur. Sonuç olarak esnekliğin sadece çok sayıda ürün – üretim yeri bağlantısı aracılığıyla yaratılamayacağını, aynı zamanda korelasyon katsayıları düşük ürünlerin daha uzun zincirlerde bulundurulmasıyla tesis edilebileceği söylenebilir.

Daha uzun zincirlerin daha yararlı olduğuna ilişkin bu sezgiyi kavramak o kadar da zor değildir. Ürün ve üretim yerlerini içeren daha uzun bir zincirde, bir ürün için gerçekleşen talep beklenen talepten düşük olduğu zaman ortaya çıkacak olan fazla kapasite, başka bir ürün için gerçekleşen talep o ürünün beklenen talebini aştığında ortaya çıkacak olan fazla kapasite gereksiniminin karşılanması için kullanılacaktır.

Bunu daha iyi anlayabilmek için üretim yerlerindeki kapasitelerin ürünlere hangi miktarlarda tahsis edildiğini gösteren aşağıdaki Şekil 10'a

bakmakta yarar vardır. Şekildeki okların yönü üretim yerlerinden hangi ürünlere kapasite tahsis edildiğini ve yanlarındaki sayılar da ne kadarlık bir kapasitenin bu ürünlere ayrıldığını göstermektedir:



Şekil 10: Uzun ve Kapalı Bir Döngüye Sahip Zincirlerde Esneklik

Yukarıdaki şekilde tüm ürünlerin beklenen talep miktarlarının birbirlerine eşit ve 100 birim olduğu, üretim yerlerinin kapasitelerinin beklenen talep miktarlarına eşit olduğu, 1. ürün için gerçekleşen talebin o ürünün beklenen talebinden daha fazla olduğu ve 7. ürün için gerçekleşen talebin de bu ürünün beklenen talebinden daha az olduğu kabul edilsin. Bu durumda uzun bir zincire sahip sistemde 1. ürün için söz konusu olan fazla kapasite gereksinimi 7. üretim yerindeki fazla kapasite kullanılarak karşılanabilecektir. Örneğin 1. ürün için gerçekleşen talep miktarının 150 birim olduğu ve 7. ürün

için gerçekleşen talep miktarının da 50 birim olduğu varsayalım. Bu durumda 7. üretim yerinde oluşan 50 birimlik fazla kapasite, 6. ürünün 50 biriminin üretilmesinde kullanılabilir. Böylelikle 6. üretim yerinde ortaya çıkan 50 birimlik fazla kapasite de 5. ürünün 50 biriminin üretilmesi için kullanılabilir. Aynı şekilde 5. üretim yerinde ortaya çıkan fazla kapasite de 4. ürünün 50 biriminin üretilmesinde kullanılacaktır ve bu süreç 1. ürün için 2. üretim yerinde ortaya çıkan 50 birimlik fazla kapasite kullanılana kadar ve bu suretle 1. ürün için gerçekleşen fazla talep karşılanana kadar sürecektir.

Bu şekilde kapalı bir döngü oluşturan ve daha uzun olan bir zincirde, diğer üretim yerlerindeki üretim kapasitelerinin fazla kısımlarının aktarılması yoluyla bir ürünün talebine ilişkin değişikliklere hızlı bir biçimde yanıt verilebilmekte ve bu örnekte talebin tamamı karşılanmaktadır. Bir başka deyişle, karşılanamayan talep miktarı demek olan “kayıp satış miktarı” sıfırlanmaktadır. Ancak bu örneğimizde tek bir zincir yerine beş zincirli başka bir sistem olmuş olsaydı, 1. ürüne beklenenden aşırı bir talep olduğunda, bu aşırı talebin 7. ürünün daha az üretilmesiyle ortaya çıkan fazla kapasitenin kullanılarak karşılanması mümkün olmayacaktı.

Bu noktada esneklik seviyesinin artırılması için açık bir yol gösterici ifade şudur: esneklik, satışları artırmada daha etkin olmak için olabildiğince fazla sayıda ürün ve üretim yerini içeren daha az sayıda ve daha uzun zincirler oluşturacak yeni bağlantılar kurularak artırılır. Ancak bu, sadece tek bir zincir oluşturmak için esneklik ilave edilmelidir diye anlaşılmalıdır. Yukarıdaki örnekte 10. ürün ile 1. üretim yeri arasındaki bağlantı kaldırılırsa da Şekil 10 halen tek bir zincirdir. Ama eğer bu bağlantı kaldırılırsa eskisine göre

beklenen satışlar ve kapasite kullanımları bakımından daha az bir performans düzeyi başarılacaktır. Bunun nedenleri de açıktır: 10. ürün – 1. üretim yeri bağlantısı olmaksızın (yani 10. ürünün 1. üretim yerinde işlem göremeyeceği durum) 10. ürün için beklenenden daha fazla talep gerçekleşirse, bu aşırı talep karşılanamayacaktır. Yani 1. üretim yerinde veya diğer üretim yerlerinden herhangi birisinde fazla kapasite oluştuğunda, bu fazla kapasite 10. üründen daha fazla üretmek için kullanılamayacaktır.

Başka bir deyişle, bir zincir oluşturmak için yeterli seviyede esnekliğin ilave edilmesi tek başına yeterli değildir. Bununla birlikte, bir zincire ilave esnekliğin nasıl ekleneceği hususuyla ilgili genel bir yol haritası çizmek de oldukça zordur. Yukarıdaki örnek ise ideal bir durum için iyi bir açıklayıcıdır. Bu örnekte üretim yeri ve ürün sayıları birbirine eşit ve beklenen talep ile üretim kapasiteleri birbirinin aynıdır. Ayrıca bu örnekte döngü oluşturacak bir “kapalı zincir” yapısı oluşturmanın en az maliyetli yolu için özel bir yöntem de yoktur.

Daha gerçekçi durumlarda, kapalı bir döngü oluşturan bir zincir için yeni bağlantılar kurulması yoluyla esneklik düzeyinin artırılması zorunlu değildir. Zaten bir zincirde esnekliğin ilave edilmesine ilişkin rehber niteliğinde bir bilgiye de sahip değiliz. Ancak yine de az önce üzerinde durulan örneğe dayanarak, bu bölümün başında kısaca değinilen süreç esneklik ilkeleri daha ayrıntılı bir şekilde şu şekilde ifade edilebilir (Jordan ve Graves, 1995: 582):

- Zincirde her bir ürünün doğrudan bağlı olduğu üretim yerlerinin sayısı (toplam kapasiteye göre) birbirine eşitlenmeye çalışılmalıdır. Yani, eğer bir ürün x sayıda üretim yerinde işlem görüyorsa diğer ürünlerin her biri de x sayıda üretim yerinde işlem görmelidir. Bir başka deyişle üretim yerlerinde her bir ürün için ayrılan kapasiteler birbirine eşit olmalıdır.
- Zincirde her bir üretim yerinin doğrudan bağlı olduğu ürünlerin sayısı (beklenen talebe göre) birbirine eşitlenmeye çalışılmalıdır. Yani, eğer bir üretim yerinde x sayıda ürün işleme tabi tutuluyorsa diğer üretim yerlerinde de x sayıda ürün işleme tabi tutulmalıdır.
- Zincir olabildiğince çok sayıda ürün ve üretim yerini kapsamalı ve kapalı bir döngüye sahip olmalıdır.

Başarılı bir tedarik zinciri uygulaması için bu ilkelerin izlenmesi yararlı olacaktır. Çünkü daha az sayıda ve daha uzun bir zincirin oluşmasını sağlayacak bağlantıların kurulması ile elde edilen düşük düzeyde bir esneklik dahi sisteme kazandırıldığında tamamen esnek bir sistemden elde edilebilecek faydaların neredeyse tamamı elde edilebilmektedir. Dolayısıyla tamamen esnek bir sistem kurmaktansa sınırlı esnekliğe sahip bir sistem kurmanın maliyet açısından çok daha fazla avantajlı olduğu söylenebilir.

Jordan ve Graves'in (1995: 593) zincir kurmanın sağladığı faydaları gösteren modeli sonucunda elde edilen bu ilkelerle birlikte süreç esnekliğini etkileyen faktörleri de unutmamak gerekir. Az önce açıklanmaya çalışılan,

daha az sayıda zincir kurmanın beklenen satışlar bakımından daha fazla fayda sağladığını gösteren modelin (7) nolu eşitliğinden;

$$E[T] = m\mu\Phi(z) - \sigma\sqrt{m^2\rho + Km(1-\rho)}\phi(z) + nc[1 - \Phi(z)]$$

anlaşılacağı üzere süreç esnekliğinin,

- m ürün ve n üretim yeri sayısından,
- ρ ürün talep korelasyonundan,
- K kurulan zincir sayısından ve
- nc toplam üretim kapasitesinden etkilendiğini söyleyebiliriz.

Süreç esnekliğinden elde edilen faydalar ile ürün talep korelasyonu arasındaki ters yönlü ilişkiyi az önceki örnek aracılığıyla daha rahat anlayabiliriz. Az önceki örnekte 1. ürün için gerçekleşen talep beklenenden fazlayken 7. ürün için gerçekleşen talep ise beklenenden daha azdı. Üretim yerlerindeki kapasiteler birbirine eşitti ve 7. ürünün daha az üretilmesiyle ortaya çıkan fazla kapasitenin, zincirdeki bağlantılar kullanılarak diğer ürünlerin üretimine tahsis edilmesiyle 1. ürüne olan aşırı talep karşılanabilmekteydi. Bu örnekte 1. ve 7. ürünler arasında negatif korelasyon olması Şekil 10 ile açıklanmaya çalışılan sürecin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Yukarıdaki denklemden de anlaşılmaktadır ki, ürün talep korelasyonu ρ arttıkça beklenen satışlar azalmaktadır. Yani süreç esnekliğinden fayda sağlayabilmek için, bir ürünün talebi beklenenden fazlayken başka bir ürünün talebi de beklenenden az olmalıdır ki ortaya çıkacak olan kapasite gereksinimleri ve kapasite fazlaları dengelenebilsin.

Bir tedarik zincirinde süreç esnekliğinden elde edilebilecek faydalar ile kurulan zincir sayısı arasında da ters yönlü bir ilişki vardır. Eğer olabildiğince çok çeşitte ürün ve üretim yerini kapsayan az sayıda zincir kurulursa, o zaman esneklikten elde edilecek faydalar artırılabilir. Yani zincir sayısı K azaldıkça tedarik zincirinin performansı artacaktır. Sonuç olarak, tedarik zincirlerindeki zincir sayısı değiştirilerek süreç esnekliğini etkilemenin mümkün olduğu söylenebilir.

Son olarak esneklik ve kapasite arasındaki temel ilişkinin anlaşılabilmesi için bazı uç örnekler düşünülmelidir. Eğer her bir üretim yerinin kapasitesi her bir ürünün minimum olası talebinden az ise, o zaman her bir üretim yerinin kapasitesi herhangi bir olası talep karşısında tamamen kullanılacaktır. Bu durumda esneklik ilave edilmesinin bir değeri olmayacaktır. Diğer bir uç örnekte, eğer her bir üretim yerinin kapasitesi maksimum olası ürün talep miktarından fazla ise, o zaman talebin tamamı her zaman karşılanacak ve yine ilave esnekliğin bir değeri olmayacaktır. Ancak Jordan ve Graves (1995: 583) geliştirdikleri model ile toplam kapasitenin beklenen talep ile dengede olduğu durumlarda ($nc = m\mu$), esnek olmayan sistemlere esneklik ilave edilmesi sonucunda beklenen satışların arttığını ve buna paralel olarak toplam kapasite ile beklenen talep arasında fark olduğu durumlarda da ilave esnekliğin bir değerinin olmadığını göstermişlerdir. Yani esnekliğin ilave edilmesinden bir değer elde edebilmemiz için beklenen talep ile kabaca dengede olan bir kapasiteye ihtiyacımız olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu nedenle de, süreç esnekliğini

etkileyen faktörlerden birisinin toplam üretim kapasitesi olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Süreç esneklik ilkeleri ve süreç esnekliğini etkileyen faktörler bu şekilde açıklandıktan sonra, izleyen bölümde daha önce bahsedilen TZY'deki esneklik konfigürasyonlarının performansları kurulacak olan matematiksel modeller aracılığıyla karşılaştırılacak ve en iyi konfigürasyon yapısının hangisi olduğu sorusuna yanıt bulunmaya çalışılacaktır.

II. TZY'DE SÜREÇ ESNEKLİK KONFIGÜRASYONLARININ PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Birçok şirket, talepteki dalgalanmalar, teknolojideki hızlı ilerlemeler sonucu üretim sistemlerinin yeni teknolojilere uyumu ve müşteri ihtiyaçlarının değişmesi gibi çevre koşullarındaki değişikliklerden kaynaklanan zorluklarla mücadele etmek zorunda kalmaktadır. İşte bu noktada esneklik, üretim şirketleri için hayati derecede önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Üretim esnekliklerinden birisi, aynı anda birden fazla ürünü aynı makine veya üretim yerinde üretebilme yeteneği olarak ifade edilmektedir. Daha önce belirtildiği gibi bu esneklik türü süreç esnekliği olarak adlandırılmaktadır. Çalışmada bundan sonra esneklik sözcüğü başka türlü nitelendirilmedikçe “süreç esnekliği” anlamında kullanılacaktır.

Üretici şirketler üretim yapmadan önce gelecekteki ürün talebinin ne olacağını tahmin etmek zorundadırlar. Ancak ne var ki, üretime başlandığı vakit, en iyi tahminler yapılmış olsa bile gelecekteki talep miktarı belirsizliğini koruyacaktır. Talep miktarları her ne kadar tahmin edilmeye çalışılsa da, bir üretim yeri sadece tek bir ürünü üretecek şekilde dizayn edilmişse ve talep miktarı beklenenden fazla gerçekleşmişse ortaya çıkan bu aşırı talep karşılanamayacaktır. Veya tek bir ürün üreten üretim yerinde talep beklenenden az miktarda gerçekleşmişse, bu durumda ortaya çıkan fazla

kapasite, diğer ürünlerin olası aşırı talep düzeylerini karşılamak üzere tahsis edilemeyecektir. Dolayısıyla üretim yerlerinde tek bir ürün üretilmesindense, bir üretim yerinde aynı anda birden fazla ürünün üretilmesi daha uygundur. Bunun için üreticiler, toplam talebi en iyi şekilde karşılayacak olan etkin bir ürün – üretim yeri ataması yapmak zorundadırlar. Ancak bunu gerçekleştirmek için belli bir maliyete katlanmak gerekmektedir, çünkü bir üretim yerindeki üretim araçlarının başka ürünleri de üretebilecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bu da doğal olarak o üretim yerindeki maliyetleri artıracaktır. İşte bu nedenle, bir üretim yerinde sadece tek bir ürünün üretildiği duruma nazaran, birden fazla ürünün üretildiği durumda daha fazla sabit maliyete katlanılmaktadır.

Esneklik için daha fazla maliyete maruz kalınmaktadır ancak bununla beraber esneklik, şirketlere talep belirsizlikleri ile başa çıkmak için alternatif yollar sunmaktadır. Üretim yerlerinin birden fazla/çok sayıda ürün üretmesi sağlanarak, bir üretim yerinin sadece tek bir ürün ürettiği duruma göre, belirsizliklere karşı daha iyi korunma sağlanması mümkündür. Esneklik sayesinde, talep miktarları kesinleştiği zaman, bir üretim yerinde ortaya çıkan fazla kapasite, başka bir ürüne ilişkin aşırı talebin karşılanması için daha etkin bir şekilde tahsis edilebilmektedir.

Literatürde tamamen esnek sistemler ile hiç esnek olmayan sistemler yaygın bir biçimde karşılaştırılarak incelenmiştir. Fine ve Freund (1990), Gupta vd. (1992), Van Mieghem (1998) ve Raturi ve Subramani (2002) gibi yazarlar, tamamen esnek sistemler ile hiç esnek olmayan sistemleri

karşılaştırmışlardır. Sınırlı esnek sistemler ise daha az ilgi çekmiştir (Jordan ve Graves, 1995).

Bu bölümde, Jordan ve Graves'in (1995) çalışmasındaki gibi tek bir aşamadan oluşan (sadece üretim aşamasından oluşan) ve çok sayıda ürün ve üretim yerini içeren tedarik zinciri konfigürasyonlarından elde edilebilecek faydalar incelenecek ve esneklik konfigürasyonlarının performansları karşılaştırılacaktır.

II.1. Model

Bu çalışmadaki amaç, çok sayıda üretim yerinde çok sayıda ürünün üretildiği bir tedarik zincirinin üretim aşamasındaki üç farklı esneklik konfigürasyonunun performanslarını araştırdıktan sonra en uygun konfigürasyonu seçmektir. Anımsanacağı gibi, sınırlı esnek bir tedarik zincirinin tamamen esnek bir tedarik zincirine oldukça yakın bir performans sergileyeceği ifade edilmişti. Bu çalışma ile ayrıca, sınırlı esnekliğe sahip bir konfigürasyonun tamamen esnek bir konfigürasyonla karşılaştırması da yapılacaktır. Bunun için iki tane doğrusal programlama modeli geliştirilecek ve bu modeller aracılığıyla da performanslar karşılaştırılacaktır.

Geliştirilecek modellerin amacı belli bir tedarik zinciri konfigürasyonu için tahmin edilen talep düzeylerinin nasıl karşılanacağını belirlemektir. Bu amaca en iyi performansı sergileyecek olan konfigürasyon seçilerek

ulaşılabilir. En iyi performansı gösteren konfigürasyonun seçilmesiyle hem gelecekteki taleplerin nasıl karşılanacağı belirlenirken hem de en az maliyetli yol seçilmiş olacaktır.

En iyi konfigürasyon aranırken kullanılacak ölçütlerden birisi “kayıp miktarı”dır. Kayıp miktarı, çeşitli kısıtlıklardan dolayı karşılanamayan talebi ifade etmektedir ve toplam talep miktarı ile üretimle karşılanan talep miktarı arasındaki farka eşittir. Örneğin, bir ürüne olan talep 100 birim iken bizim üretimimiz 80 birim ise, kayıp miktarımız karşılanamayan talep miktarı kadar, yani 20 birim olacaktır. Eğer kayıp miktarını 20 birimden 10 birime indirirsek, talep veri iken satışlarımız 80 birimden 90 birime çıkacak, yani 10 birim yükselecek ve böylelikle performansımız da artacaktır. Dolayısıyla en iyi performansa sahip konfigürasyon aslında kayıp miktarını en aza indiren konfigürasyon olacaktır.

Farklı tedarik zinciri konfigürasyonlarının performansları, bu konfigürasyonların karşılayabilecekleri talep miktarlarına bakılarak da karşılaştırılmaktadır. Örneğin beklenen talep düzeyi 100 birim iken iki konfigürasyondan birincisi talebin %70’ini karşılayabiliyor, ikincisi %85’ini karşılayabiliyor ise, doğal olarak ikinci konfigürasyonun daha başarılı olduğu rahatlıkla söylenebilir. Dolayısıyla karşılaştırma yaparken kullanılan ölçütlerden birisi de beklenen talep miktarının karşılanma düzeyidir.

En iyi konfigürasyon seçilirken, bu performans ölçütlerini (kayıp miktarını ve karşılanan talep miktarını) kullanarak aynı sonucu veren iki farklı doğrusal programlama modeli kurulacak ve performansları değerlendirilecektir. Kurulacak doğrusal programlama modellerinin amaç

fonksiyonu ya kayıp miktarlarının minimize edilmesi ya da beklenen talep miktarının karşılanan kısmının maksimize edilmesi biçiminde olacaktır. Çalışmada bundan sonra aksi belirtilmedikçe kayıp miktarlarının minimize edilmesi amacını taşıyan model Model 1, beklenen talep miktarının karşılanan kısmının maksimize edilmesi amacını taşıyan model de Model 2 olarak ifade edilecektir.

Modellerin geliştirilmesine başlanmadan önce kullanılan varsayımların belirtilmesinde yarar vardır. Farklı tedarik zinciri konfigürasyonlarının performanslarını incelemek ve en nihayetinde sınırlı esnekliğin faydalarını göstermek için kurulacak olan modellerde kullanılan bazı varsayımlar şunlardır:

- m tane ürün üretmeye müsait n tane üretim yeri vardır,
- Her bir üretim yerinin yıllık üretim kapasitesi bellidir. Bu nedenle sadece, her bir üretim yerinin nasıl yapılandırılacağına veya hangi ekipmanlarla donatılacağına karar verilecektir. Yani bir yıllığına, gelecek yıl için sadece hangi üretim yerinin hangi ürünleri üreteceğine karar verilmesi gerekmektedir.
- Bir adet ürün talebini karşılamak için, üretim yerinde bir birimlik kapasiteye gereksinim vardır.
- Her bir ürünün yıllık talebinin önce sabit daha sonra da rassal bir değişken olduğu kabul edilecektir. Hatırlanacak olursa daha önce, esneklikten yarar sağlanabilmesi için kapasite ile talebin kabaca dengede olması gerektiği ifade edilmişti. Bu nedenle

kapasite ile talebin kabaca dengede olduğu ama talebin kapasiteden biraz fazla olduğu varsayılacaktır.

Bu varsayımları yaptıktan sonra, ilerideki aşamalarda kavram karmaşası yaşamamak için, oluşturulacak konfigürasyonlardaki ilişkileri gösteren bilimsel adlandırmaları belirtmekte yarar vardır.

Bir konfigürasyondaki ürün – üretim yeri eşleşmelerini gösteren tüm bağlantılar A bağlantı setini oluşturmaktadır ve bu sette yer alan her bir bağlantı $(j, i) \in A$ şeklinde gösterilmektedir. Bu gösterim j . üretim yerinin i . ürünü ürettiğini ifade etmektedir. Ayrıca üzerinde çalışılacak olan konfigürasyonları iki parçalı bir yapıda düşünmekte fayda vardır. Bu parçalardan birisi az önce ifade edilen A bağlantı seti, diğeri ise $(m + n)$ adet bağlantı noktasıdır. Bu bağlantı noktaları ürünleri ve üretim yerlerini göstermektedir. Varsayımlarda da belirtildiği gibi, bağlantı noktası sayısını bulmaya yarayan m ve n , sırasıyla ürün ve üretim yerlerinin sayısını göstermektedir. Sonuç olarak bir konfigürasyonun A gibi bir bağlantı setinden ve $(m + n)$ sayıda bağlantı noktasından oluştuğu kabul edilmektedir. Burada, analitik kolaylık sağlaması için $(j, i) \in A$ bağlantı setinde yer alan herhangi bir i ürününden bir birim üretmek için j üretim yerinde bir birimlik kapasiteye gereksinim olduğunun varsayıldığını da hatırlatmakta yarar vardır.

Kayıp miktarını bir performans ölçütü olarak kabul eden ve bu miktarın minimize edilmesini amaçlayan (Model 1) veya üretim yerleri tarafından karşılanabilecek talep miktarını bir performans ölçütü olarak kabul eden ve bu miktarın maksimize edilmesini amaçlayan (Model 2) iki model

geliştirileceği daha önce de ifade edilmişti. Geliştirilen her iki modelde de, önce rassal talep değişkenlerinin kesinleştiğini, daha sonra ise her bir üretim yerinin kaç çeşitte ürün üreteceğine karar verildiği varsayılmaktadır.

Talep miktarı belli olduktan sonra, aşağıdaki doğrusal programlama modeli çözülerek A bağlantı setini içeren konfigürasyon için minimum kayıp miktarı, yani minimum karşılanamayan talep, $V(A)$, bulunabilir:

$$V(A) = \min \sum_{i=1}^m s_i$$

Kısıtlar:

$$\sum_{(j,i) \in A} x_{j,i} + s_i \geq d_i \quad \forall i=1,2,\dots,m,$$

$$\sum_{(j,i) \in A} x_{j,i} \leq c_j \quad \forall j=1,2,\dots,n.$$

$$x_{j,i}, s_i \geq 0$$

Burada;

i = ürünleri,

j = üretim yerlerini,

s_i = kayıp miktarını (karşılanamayan talep miktarını) ($s_i = \sum d_i - \sum x_{j,i}$),

$x_{j,i}$ = j . üretim yerinde üretilen i . ürünün miktarını (Bu karar değişkeni

sadece, eğer j . üretim yeri i . ürünü üretecek şekilde düzenlenmişse tanımlanır),

d_i = ürünlere olan talebi,

c_j = j. üretim yerindeki kapasiteyi,

m = üretilen ürün sayısını,

n = üretim yerleri sayısını göstermektedir.

Yukarıdaki Model 1'in amaç fonksiyonu kayıp miktarları toplamının minimize edilmesidir. Ayrıca modelde üç tane de kısıt vardır. Bunlardan ilki talep gereksinimlerini göstermektedir ve kayıp miktarını tanımlamaktadır. İkincisi ise kapasite kısıtlılığına işaret etmektedir. Üçüncü ve son kısıtlık ise doğrusal programlamanın doğası gereği olan değişkenlerin negatif değer alamaması kısıtıdır. Buradaki dolaylı varsayım ise kayıp miktarlarının eşit maliyetlere sahip olduğudur. Bu noktada, maliyetlerin birbirinden farklı olabileceği ve bu yüzden performansların karşılaştırılmasında tam anlamıyla başarılı olunamayacağı akla gelebilir. Ancak eşit olduğu varsayılan maliyetlerde, daha sonra belli bir ağırlıklandırma yapılarak bu sorun kolaylıkla halledilebilir.

Yukarıdaki Model 1 ile aynı sonucu üretecek olan başka bir modelin oluşturulması da mümkündür. Ancak bu modelde, amaç fonksiyonu karşılanan talep miktarının maksimize edilmesi şeklinde ifade edilecektir. Karşılanan talep miktarını maksimize edecek olan model, $P(A)$, şu şekildedir:

$$P(A) = \max \sum_{i=1}^m x_{j,i}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{(j,i) \in A} x_{j,i} \leq d_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, m,$$

$$\sum_{(j,i) \in A} x_{j,i} \leq c_j \quad \forall j = 1, 2, \dots, n.$$

$$x_{j,i} \geq 0$$

Burada amaç, j. üretim yerinde üretilen i. ürünün miktarını maksimize etmektir. Yani bir başka deyişle amaç, üretim yerlerinden talep merkezlerine doğru olan ürün akışının maksimize edilmesidir.

Modelde yer alan kısıtlardan ilki talep gereksinimine işaret etmektedir. İkincisi ise kapasiteye ilişkindir. Üçüncü ve son kısıtlık ise negatif olmama kısıtıdır.

Yukarıda ifade edilen Model 1 ve Model 2 elde edilecek sonuçlar açısından karşılaştırıldığında, iki modelin de farklı yollardan aynı sonuçları ürettiği görülmektedir. Model 1 aracılığıyla kayıp miktarı minimum olmakta, Model 2 aracılığıyla da üretimle karşılanan talep miktarı maksimum olmaktadır. Daha önce kayıp miktarının toplam talep miktarı ile üretimle karşılanan talep miktarı arasındaki farka eşit olduğu ifade edilmişti. Dolayısıyla kayıp miktarını aşağıdaki gibi ifade edebiliriz:

Kayıp Miktarı = Toplam Talep – Toplam Üretim Miktarı

$$= \sum d_i - \sum x_{j,i}$$

Görüleceği üzere kayıp miktarının minimum olması, toplam talep sabit iken toplam üretim miktarının maksimum olmasına bağlıdır. Yani aslında kayıp miktarı minimum olduğunda toplam üretim miktarı da maksimum olmaktadır. Aynı şekilde eğer önce toplam üretim miktarı maksimize edilirse, yine talep veri iken kayıp miktarı minimum olur. Dolayısıyla hem Model 1'den hem de Model 2'den elde edilecek olan sonuçlar aslında birbirinin aynısı olacaktır. Bir başka deyişle, her iki model ile ulaşılan sonuçlar birbirinin aynısıdır ancak bu sonuçlar farklı yollarla elde edilmektedir.

II.2.Uygulama

Çalışmanın bu bölümünde uygulamaya yer verilecektir. Bu bölümde Yazlar Pazarlama Beton ve Petrol Ürünleri Sanayi Ticaret A.Ş.'nin üretim ve pazarlama departmanından elde edilen veriler kullanılarak, bir önceki bölümde kurulmuş olan modeller çözülecektir. İlk olarak bu şirketin temel ürün – üretim yeri atamalarını içeren konfigürasyon esas alınarak talep miktarlarının sabit olduğu kabul edilecek ve Model 1 çözülecek, daha sonra da Model 2 çözülecektir. Daha sonra talebin her bir ürün için farklı

ortalamalara ve standart sapmalara sahip rassal bir değişken olduğu kabul edilerek dinamik bir model sınanacaktır.

Yazlar Pazarlama Beton ve Petrol Ürünleri Sanayi Ticaret A.Ş. (bundan sonra kısaca YAZLAR A.Ş. olarak ifade edilecektir) 1978 yılında yapı sektöründe faaliyete geçmiştir. 2005 yılı cirosu 5.9 milyon YTL olan YAZLAR A.Ş. 150 kişiye istihdam sağlamaktadır. Bunlara ek olarak 50'ye yakın ürün üretebilme kapasitesine sahiptir¹.

YAZLAR A.Ş. altı ürün grubu altında 50'e yakın ürün üretmektedir. Bu ürünlerin bir kısmı yarı otomasyonla üretilen ürünler olduğu için günde bir veya iki adet ancak üretilmektedir. Bu nedenle bu ürünler çalışmaya dâhil edilmemiştir. Çalışmada yer verilen 6 adet ürün grubunda yer alan toplam 20 adet ürünün modellerin sınanması için yeterli olduğu kabul edilmekte ve bu ürünler aşağıda gösterilmektedir.

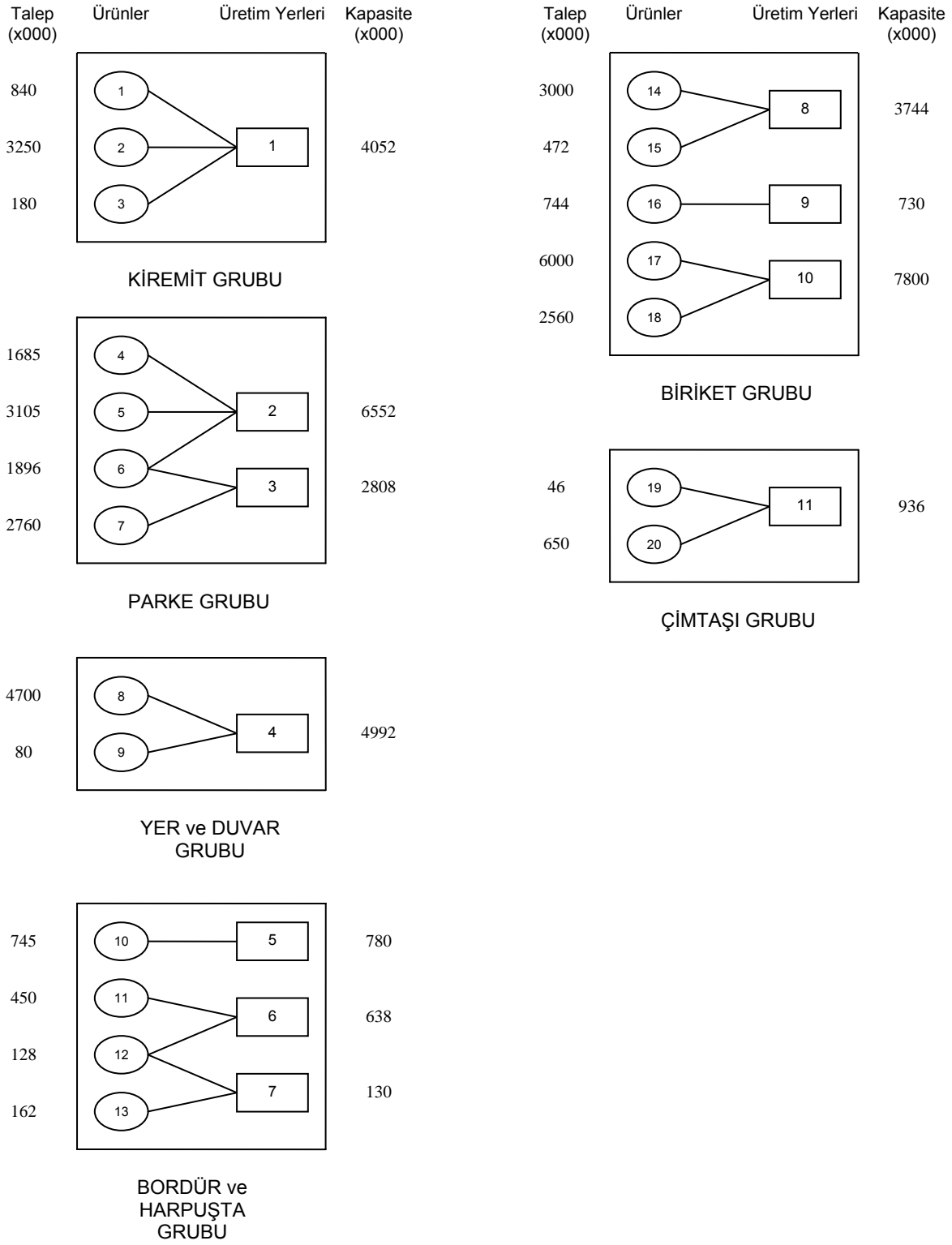
- Kiremit grubu:
 - Venedik serisi
 - Roman serisi
 - Mahya
- Parke grubu:
 - Rampa parkesi
 - Küçük/Büyük daire parke
 - Baklava parke
 - Kilitli parke

¹ Şirkete ilişkin bilgilere <http://www.yp.com.tr> adresli internet sayfasından ulaşılabilir

- Yer ve duvar grubu:
 - Dekoratif duvar karosu
 - Dekoratif yer karosu
- Bordür ve harpuşta grubu:
 - Dekoratif bahçe bordürü
 - Dekoratif kaldırım bordürü
 - Küçük/Büyük bordür
 - Klasik/Dekoratif harpuşta
- Biriket grubu:
 - Bims biriket
 - Kuyu biriketi
 - Kabartma biriket
 - Klasik biriket
 - Pomstra
- Çimtaşı grubu:
 - Dekoratif yuvarlak çimtaşı
 - Klasik çimtaşı

Ürünlerin üretimini iki farklı yerleşkede toplam 11 üretim hattında gerçekleştiren firma sadece kalıpları değiştirerek aynı makinede aynı ürün grubunda yer alan farklı ürünleri üretebilmektedir.

YAZLAR A.ř.'nin temel ürün – üretim yeri atamalarını, ürünlere ilişkin ortalama beklenen talepleri ve üretim yerlerinde bu ürünler için ayrılan kapasiteyi gösteren konfigürasyon aşağıda yer alan şekil 11'deki gibidir:



Şekil 11: Yazlar A.Ş. Temel Ürün – Üretim Yeri Atamaları

Yukarıdaki şekilde 20 adet ürünün 11 adet üretim yerinde üretildiği görülmektedir. Ürün grupları sırasıyla kiremit, parke, yer ve duvar, bordür ve harpuşta, biriket ve çimtaşı olarak sıralanmıştır (sol sütundan başlamak üzere aşağıya doğru bir sıralama yapılmıştır). Bu belirtilen sıralamaya uygun bir biçimde ürün ve üretim yerleri sırasıyla numaralandırılmıştır. Yani kiremit grubunda yer alan ilk ürüne (ilk daireye) 1 numaralı ürün adı verilmiştir ve o gruptaki ilk üretim yerine de (ilk dikdörtgene) 1 numaralı üretim yeri adı verilmiştir. Bu şekilde numaralandırma yapıldığında 20 adet ürünün 11 farklı üretim yerinde üretildiği görülmektedir.

Yukarıdaki Şekil 11'de, her bir ürüne ilişkin ortalama beklenen talep ve kapasite miktarları verilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi ilk önce talebin bilindiği ve değişmediği varsayılarak statik bir çalışma yapılacaktır, daha sonra ise talebin normal bir dağılıma sahip rassal bir değişken olduğu kabul edilerek dinamik bir çalışma yapılacaktır. Yani ilk olarak Şekil 11'de yer alan her bir ürüne ilişkin talep miktarlarının bilindiği ve değişmediği kabul edilecektir. Şekildeki her bir ürüne ilişkin talep miktarları tek tek toplanarak toplam talep miktarı 33.453.000 adet olarak hesaplanmıştır. Her bir üretim yerinin kapasitesi ise hem statik hem de dinamik çalışmada sabit kabul edilecektir. Toplam üretim kapasitesi de 33.162.000 adettir. Talep ve kapasite miktarları göz önünde bulundurulduğunda bunların kabaca dengede olduğu söylenebilmektedir. Bu arada, daha önce de belirtildiği gibi, üretim yerlerindeki bir birimlik kapasitenin bir adet ürüne karşılık geldiğinin varsayıldığını hatırlatmakta fayda vardır.

$$\begin{aligned}
x_{1,1} + x_{1,2} + x_{1,3} &\leq c_1 \\
x_{2,4} + x_{2,5} + x_{2,6} &\leq c_2 \\
x_{3,6} + x_{3,7} &\leq c_3 \\
x_{4,8} + x_{4,9} &\leq c_4 \\
x_{5,10} &\leq c_5 \\
x_{6,11} + x_{6,12} &\leq c_6 \\
x_{7,12} + x_{7,13} &\leq c_7 \\
x_{8,14} + x_{8,15} &\leq c_8 \\
x_{9,16} &\leq c_9 \\
x_{10,17} + x_{10,18} &\leq c_{10} \\
x_{11,19} + x_{11,20} &\leq c_{11}
\end{aligned}$$

$$x_{j,i}, s_i \geq 0$$

Yukarıdaki modelde belirtilmiş olan amaç fonksiyonu, karşılanamayan talep miktarını yani kayıp miktarını minimize etmeyi amaçlamaktadır. Aslında amaç fonksiyonunda üretim yerlerinde üretilip satışa gönderilen ürün miktarları da yer almaktadır ancak burada modelin amacına uygun bir biçimde bu değişkenlerin katsayıları sıfır olarak kabul edilmiştir. Dolayısıyla burada gösterilmelerine gerek görülmemiştir.

Amaç fonksiyonundan sonra yazılmış olan ilk kısıt grubu, talep gereksinimlerini gösteren ve kayıp miktarını ifade eden kısıtlardır.

İkinci kısıt grubu, üretim yerlerinde üretilip satışa gönderilen ürün miktarlarının kapasiteden fazla olamayacağını gösteren kısıtları ifade etmektedir. Sonuncu kısıt ise negatif olmama kısıtıdır. Bu son kısıt üretim

yerlerinde üretilen ürün miktarlarının ve karşılanamayan talep miktarlarının negatif bir değer alamayacağını ifade etmektedir.

Yukarıda kurulmuş olan modelde ortalama beklenen talep ve kapasite verileri yerlerine konup model WinQSB bilgisayar programında çözüldükten sonra elde edilen sonuçlara ilişkin bilgisayar çıktısı Ek 1'de gösterilmiştir. WinQSB programının çözümlenmesinden sonra elde edilen rapora göre kayıp satış miktarları, temel atamalardan oluşan konfigürasyona göre 1.110.000 adettir. Yani toplam talebin 1.110.000 adetlik kısmı karşılanamamaktadır. Ayrıca bu raporda, üretim yerlerinde üretilen ürün miktarlarına ilişkin sonuçlar da yer almaktadır. Buna göre üretim yerlerinde üretilip satışa gönderilen tüm $x_{j,i}$ 'ler toplanarak hesaplanan toplam üretim miktarı 32.343.000 adettir.

Şimdi de Model 2 bir önceki bölümde belirtildiği gibi önce amaç fonksiyonu daha sonra da kısıtlar yazılarak şu şekilde ifade edilebilir:

$$P(A) = \max(x_{1,1} + x_{1,2} + x_{1,3} + x_{2,4} + x_{2,5} + x_{2,6} + x_{3,6} + x_{3,7} + x_{4,8} + x_{4,9} + x_{5,10} + x_{6,11} + x_{6,12} + x_{7,12} + x_{7,13} + x_{8,14} + x_{8,15} + x_{9,16} + x_{10,17} + x_{10,18} + x_{11,19} + x_{11,20})$$

$$\begin{array}{ll}
x_{1,1} \leq d_1 & x_{6,11} \leq d_{11} \\
x_{1,2} \leq d_2 & x_{6,12} + x_{7,12} \leq d_{12} \\
x_{1,3} \leq d_3 & x_{7,13} \leq d_{13} \\
x_{2,4} \leq d_4 & x_{8,14} \leq d_{14} \\
x_{2,5} \leq d_5 & x_{8,15} \leq d_{15} \\
x_{2,6} + x_{3,6} \leq d_6 & x_{9,16} \leq d_{16} \\
x_{3,7} \leq d_7 & x_{10,17} \leq d_{17} \\
x_{4,8} \leq d_8 & x_{10,18} \leq d_{18} \\
x_{4,9} \leq d_9 & x_{11,19} \leq d_{19} \\
x_{5,10} \leq d_{10} & x_{11,20} \leq d_{20}
\end{array}$$

$$\begin{array}{l}
x_{1,1} + x_{1,2} + x_{1,3} \leq c_1 \\
x_{2,4} + x_{2,5} + x_{2,6} \leq c_2 \\
x_{3,6} + x_{3,7} \leq c_3 \\
x_{4,8} + x_{4,9} \leq c_4 \\
x_{5,10} \leq c_5 \\
x_{6,11} + x_{6,12} \leq c_6 \\
x_{7,12} + x_{7,13} \leq c_7 \\
x_{8,14} + x_{8,15} \leq c_8 \\
x_{9,16} \leq c_9 \\
x_{10,17} + x_{10,18} \leq c_{10} \\
x_{11,19} + x_{11,20} \leq c_{11}
\end{array}$$

$$x_{j,i} \geq 0$$

Temel atamalardan oluşan konfigürasyona ait yazılmış olan Model 2 WinQSB programında çözülmüştür. Elde edilen raporun çıktısı Ek 2'de yer almaktadır. Ek 2'de yer alan rapora göre üretim yerlerinde üretilen ürün miktarları maksimum 32.343.000 adet olarak gerçekleşmektedir. Kayıp

miktarlarının minimize edilmesi amacının taşıyan modele göre, YAZLAR A.Ş.'nin temel ürün – üretim yeri atamalarını gösteren konfigürasyonun minimum kayıp miktarı 1.110.000 adetti. Bu kayıp miktarı toplam talep ile maksimum üretim miktarı arasındaki fark kadardır.

$$\begin{aligned}\text{Kayıp Miktarı} &= \sum d_i - \sum x_{j,i} \\ &= \text{Toplam Talep} - \text{Maksimum Üretim Miktarı} \\ &= 33.453.000 - 32.343.000 = 1.110.000\end{aligned}$$

Yukarıdaki eşitlikten de görüldüğü gibi, talep veri iken, aslında kayıp miktarlarının minimize edilmesi ile üretim miktarlarının maksimize edilmesi bize aynı sonuçları vermektedir. Yani kayıp miktarlarının minimize edilmesi sonucunda aslında üretim miktarları da maksimize edilmektedir.

Acaba temel ürün – üretim yeri atamalarını gösteren bu konfigürasyona ilave bağlantılar eklenirse daha iyi bir sonuç elde edilebilir mi? Bu sorunun yanıtını verebilmek için öncelikle üretim sistemi sınırlı esnekliğe sahip olacak bir biçimde yapılandırılmalıdır. Bunun için, temel konfigürasyona göre hangi üretim yerlerinde kapasite fazlası olduğu tespit edilmeli ve bu fazla kapasitelerin kayıp miktarlarının karşılanabilmesi için nasıl kullanılacağına, yani söz konusu olan fazla kapasitelerin kullanılabilmesi için gerekli olan ürün – üretim yeri atamalarının nasıl olması gerektiğine karar verilmelidir.

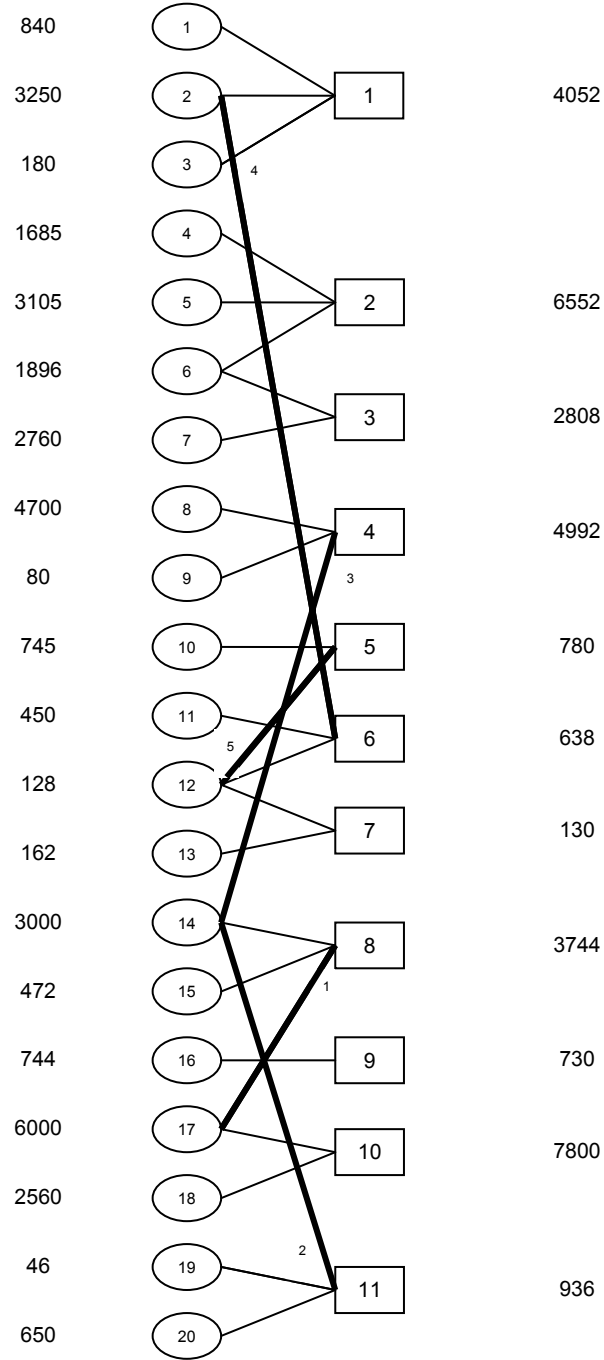
Uygulamada ele alınan temel konfigürasyonda hangi üretim yerlerinde fazla kapasite olduğu hem Ek 1'deki rapordan hem de Ek 2'deki rapordan görülmektedir. Her iki ekte de, 21. ve sonraki kısıtlar kapasite kısıtına ilişkin

olan kısıtlardır. Bu kısıtların sol ve sağ taraf değerleri arasındaki fark bize üretim yerlerindeki fazla kapasiteyi vermektedir. Bu raporlara göre, 4 no'lu üretim yerinde 212.000, 5 no'lu üretim yerinde 35.000, 6 no'lu üretim yerinde 60.000, 8 no'lu üretim yerinde 272.000 ve 11 no'lu üretim yerinde 240.000 adetlik fazla kapasite olduğu görülmektedir. Bu fazla kapasiteler, taleplerinin bir kısmı karşılanamayan ürünlerin üretimine tahsis edilecektir.

Hangi ürünün ne kadarlık bir karşılanamayan talebi olduğu da Ek 1'deki rapordan görülebilmektedir. Ek 1'e göre 1, 3, 4, 13, 16 ve 17 no'lu ürünlerin sırasıyla 38.000, 180.000, 86.000, 32.000, 14.000 ve 760.000 adetlik talepleri karşılanamamaktadır. Bu kayıp miktarlarının fazla kapasiteler kullanılarak karşılanabilmesi için, öncelikle en çok fazla kapasiteye sahip üretim yerleri ile karşılanamayan talebi en çok olan ürünler arasında yeni bağlantılar kurulması yoluyla mevcut sisteme esneklik katılarak sistem performansı artırılmaya çalışılır. Her ilave bağlantıdan sonra model çözülerek kapasite fazlaları ve karşılanamayan talep miktarları yeniden tespit edilir ve yine en çok kapasite fazlasına sahip üretim yeri ile en çok karşılanamayan talebi olan ürün arasında yeni bir bağlantı kurulur. Bu süreç, üretim yerlerinde dağıtılacak fazla kapasite bitene kadar devam ettirilir.

Aşağıdaki Şekil 12'de, temel konfigürasyona ilave edilen ve koyu çizgilerle gösterilen yeni bağlantılar sırasıyla $X_{8,17}$, $X_{11,14}$, $X_{4,14}$, $X_{6,2}$ ve $X_{5,12}$ şeklinde daha önce açıklamış olduğumuz ilkelere ve az önce çözülmüş olan Model 1'in sonuçlarına göre ilave edilmişlerdir. Yeni bağlantıların yanındaki rakamlar, o bağlantının sisteme kaçınıcı sırada ilave edildiğini göstermektedir.

Talep Ürünler Üretim Yerleri Kapasite



$$\sum d_i = 33.453$$

$$\sum c_i = 33.162$$

Şekil 12: Temel Konfigürasyona İlave Edilen Yeni Bağlantılar

Her yeni bağlantı sonrasında elde edilen sonuçlar incelenmiş ve buna uygun olarak yeni ürün – üretim yeri atamalarına karar verilmiştir. Her yeni bağlantı sonrasında modelin çözülmesi ile elde edilen raporlar sırasıyla Ek 3 – Ek 7’de gösterilmiştir. Tablo 1, az önce belirtilen yeni bağlantıların temel konfigürasyona sırasıyla eklendikçe sistemin kayıp satış miktarları ile üretim miktarlarının nasıl değiştiğini göstermektedir. Bu tablo oluşturulurken Model 2 ile aynı sonucu verdiği için sadece Model 1’in sonuçları kullanılmıştır.

Tablo 1: Temel Konfigürasyona Esneklik İlave Edilmesinin Etkileri (Statik)

Konfigürasyon	Kayıp Miktarı (000)	Maksimum Üretim Miktarı (000)
Temel	1.110	32.343
(1.) $X_{8,17}$ bağlantısından sonra (Ek 3)	838	32.615
(2.) $X_{11,14}$ bağlantısından sonra (Ek 4)	598	32.855
(3.) $X_{4,14}$ bağlantısından sonra (Ek 5)	386	33.067
(4.) $X_{6,2}$ bağlantısından sonra (Ek 6)	326	33.127
(5.) $X_{5,12}$ bağlantısından sonra (Ek 7)	291	33.162
(6.) Tamamen Esneklik (Ek 8)	291	33.162

Tablonun incelenmesinden de anlaşılacağı gibi temel konfigürasyona yeni bağlantılar sırasıyla eklendikçe sistemin performansı gittikçe artmaktadır. En nihayetinde $X_{5,12}$ bağlantısından sonra toplam üretim

kapasitesinin tamamı kullanılmakta ve böylelikle tamamen esnek konfigürasyonun sergileyeceği performansın tamamı başarılmaktadır. Tamamen esnek konfigürasyonun çözüm raporu Ek 8'de yer almaktadır. Ek 8'de de görüldüğü gibi tamamen esnek konfigürasyonda kayıp miktarı minimum 291.000 adet olarak gerçekleşmiştir. Yani, tamamen esnek konfigürasyonda toplam üretim kapasitesinin tamamı kullanılmıştır.

Ek 7 ve Ek 8'deki raporlar karşılaştırıldığında, nihai amacın aynı derecede gerçekleştirildiği görülmekte, sadece bu amaca ulaşılırken karar değişkenlerine ilişkin değerlerin farklı olduğu görülmektedir.

$X_{5,12}$ bağlantısı ilave edildikten sonra (Ek 7) 1, 2, 8, 10, 13 ve 16 no'lu ürünlerin kayıp miktarları sırasıyla 30.000, 86.000, 36.000, 93.000, 32.000 ve 14.000 adet olarak gerçekleşmiştir. Tamamen esnek konfigürasyonda ise (Ek 8) 1, 13 ve 14 no'lu ürünlerin kayıp miktarları sırasıyla 69.000, 162.000 ve 60.000 adet olarak gerçekleşmiştir. Görüldüğü gibi farklı ürünler için farklı miktarlarda kayıp miktarı söz konusudur ama her iki konfigürasyonda da toplam karşılanamayan talep miktarı 291.000 adettir. Dolayısıyla YAZLAR A.Ş. için söz konusu olan temel konfigürasyona 5 yeni bağlantı ($X_{8,17}$, $X_{11,14}$, $X_{4,14}$, $X_{6,2}$ ve $X_{5,12}$) ilave edilerek tamamen esneklikten elde edilen faydaların tamamı sağlanabilmektedir. Oysa tamamen esnek konfigürasyon için temel konfigürasyona 198 adet yeni bağlantı kurulması gerekmektedir. Doğal olarak, aynı performansı gösterecek olan bu iki alternatiften daha az maliyetli olanını seçmek, yani 5 yeni bağlantı kurmak daha mantıklıdır.

Yukarıdaki Tablo 1'den görülebileceği üzere YAZLAR A.Ş.'nin temel konfigürasyonuna 5 yeni bağlantı ilave edildiği zaman, tamamen esnek bir

konfigürasyondan elde edilebilecek olan faydaların tümü karşılanabilmektedir. Ancak şunu da belirtmekte fayda vardır ki, bu çalışmada dinamik bir talep ile çalışma yapılmamıştır. Oysa ki YAZLAR A.Ş.'nin son 10 yıllık talep verilerine bakıldığında, YAZLAR A.Ş.'nin normal dağılıma sahip rassal bir talep ile karşı karşıya olduğu görülmektedir. YAZLAR A.Ş.'nin her bir ürünü için söz konusu ortalama talep miktarları ve standart sapmaları aşağıdaki Tablo 2'deki gibidir:

Tablo 2: Ürünlere İlişkin Ortalama Talep Ve Standart Sapma Verileri

Ürünlere İlişkin Talepler	Ortalama Talep Düzeyi (x000)	Standart Sapma	Ürünlere İlişkin Talepler	Ortalama Talep Düzeyi (x000)	Standart Sapma
d₁	840	48	d₁₁	449	25
d₂	3250	31	d₁₂	128	17
d₃	181	30	d₁₃	165	39
d₄	1686	23	d₁₄	2998	30
d₅	3105	21	d₁₅	471	34
d₆	1896	18	d₁₆	743	39
d₇	2761	34	d₁₇	6000	34
d₈	4701	39	d₁₈	2559	34
d₉	80	20	d₁₉	44	15
d₁₀	744	40	d₂₀	650	41

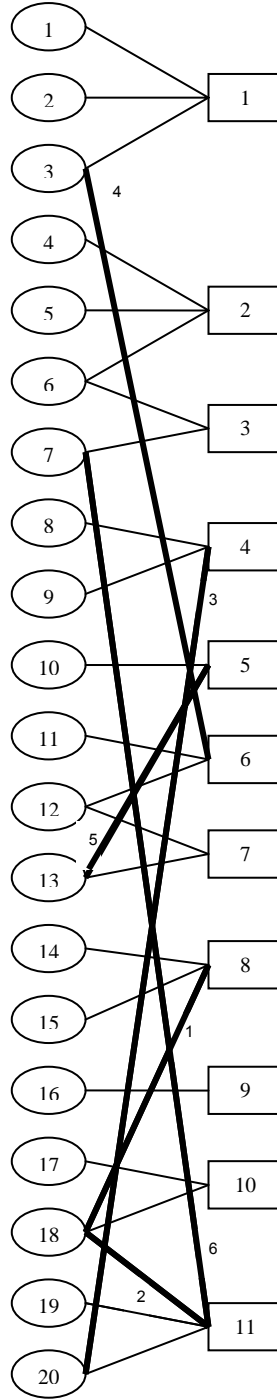
Yukarıdaki tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda her bir ürün için Minitab bilgisayar programında 1000'er adet rassal talep verisi türetilmiştir. 1000 farklı talep gerçekleşmesi için Model 1'in nasıl bir sonuç vereceğini araştıran bir simülasyon modeli kurulmuştur. Simülasyon modelinde, her bir rassal talep gerçekleşmesinin aynı olasılıkla meydana geldiği varsayılmış ve elde edilen sonuçların ortalamaları dikkate alınmıştır. Simülasyon modelinden elde edilen kayıp miktarlarına ve kapasite kullanım oranlarına ilişkin sonuçlar aşağıdaki tablodaki gibidir:

Tablo 3: Temel Konfigürasyona Esneklik İlave Edilmesinin Etkileri (Dinamik)

Konfigürasyon	Kayıp Miktarı (000)	Kapasite Kullanım Oranı
Temel	1.132	%97,4
(1.) $X_{8,18}$ bağlantısından sonra	856	%98,2
(2.) $X_{11,18}$ bağlantısından sonra	615	%99,0
(3.) $X_{4,20}$ bağlantısından sonra	428	%99,5
(4.) $X_{6,3}$ bağlantısından sonra	364	%99,7
(5.) $X_{5,13}$ bağlantısından sonra	326	%99,9
(6.) $X_{11,7}$ bağlantısından sonra	308	%99,94
Tamamen Esnek	290	%99,99

Bu tablodan da anlaşılacağı üzere talep dinamik olarak kabul edildiğinde temel konfigürasyona 6 adet yeni bağlantı eklendiği zaman tamamen esnek konfigürasyondan elde edilebilecek faydaların %94,15'i ($290/308=0,9415$) elde edilebilmektedir. Aynı şekilde kapasite kullanım oranı da neredeyse tamamen esnek konfigürasyona eşit çıkmaktadır. YAZLAR A.Ş.'nin temel konfigürasyonuna yukarıdaki yeni bağlantılar ilave edilerek oluşturulan sınırlı esnekliğe sahip konfigürasyon aşağıdaki Şekil 13'teki gibidir. Şekildeki koyu çizgiler temel konfigürasyona ilave edilen yeni bağlantıları, koyu çizgilerle gösterilen bağlantıların yanında yer alan sayılar da bu bağlantıların sisteme kaçınıcı sırada ilave edildiklerini göstermektedir. Bu şekildeki sınırlı esnek konfigürasyon, daha önce ifade edilen esneklik ilkelerine ve simülasyondan elde edilen sonuçlara göre oluşturulmuştur.

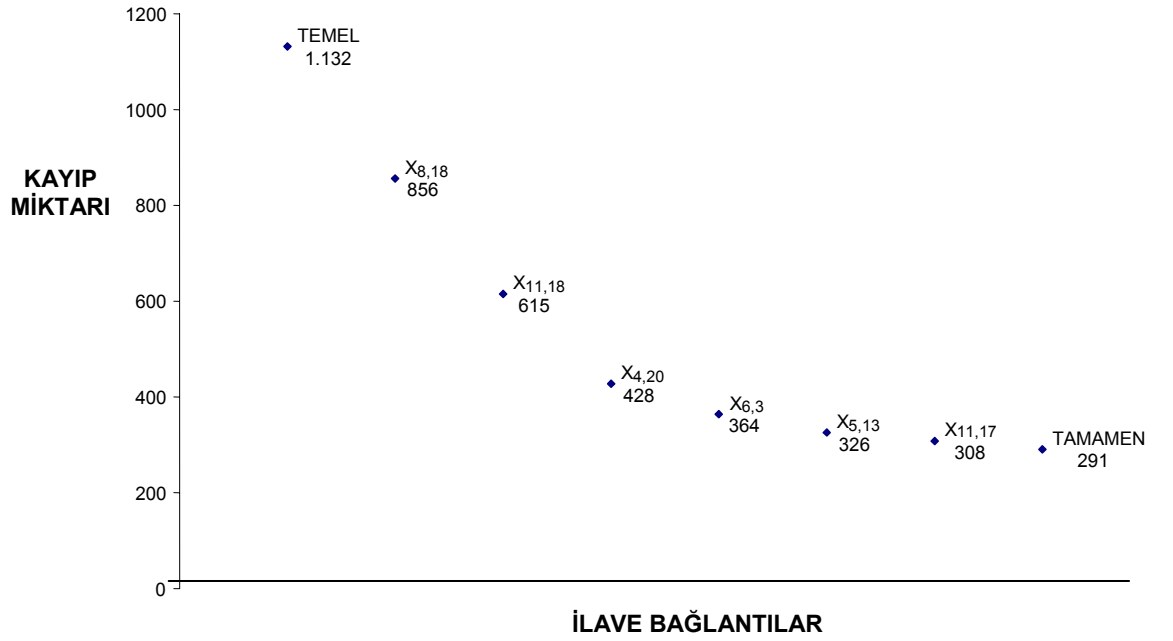
Ürünler Üretim Yerleri



Şekil 13: Sınırlı Esnek Konfigürasyon

İlave bağlantılar eklendikçe kayıp miktarlarının azaldığı ve ilave 6. bağlantıdan sonra tamamen esnek konfigürasyonun kayıp miktarına oldukça yakın bir sonuç elde edildiği aşağıdaki Grafik 1 ile gösterilebilmektedir:

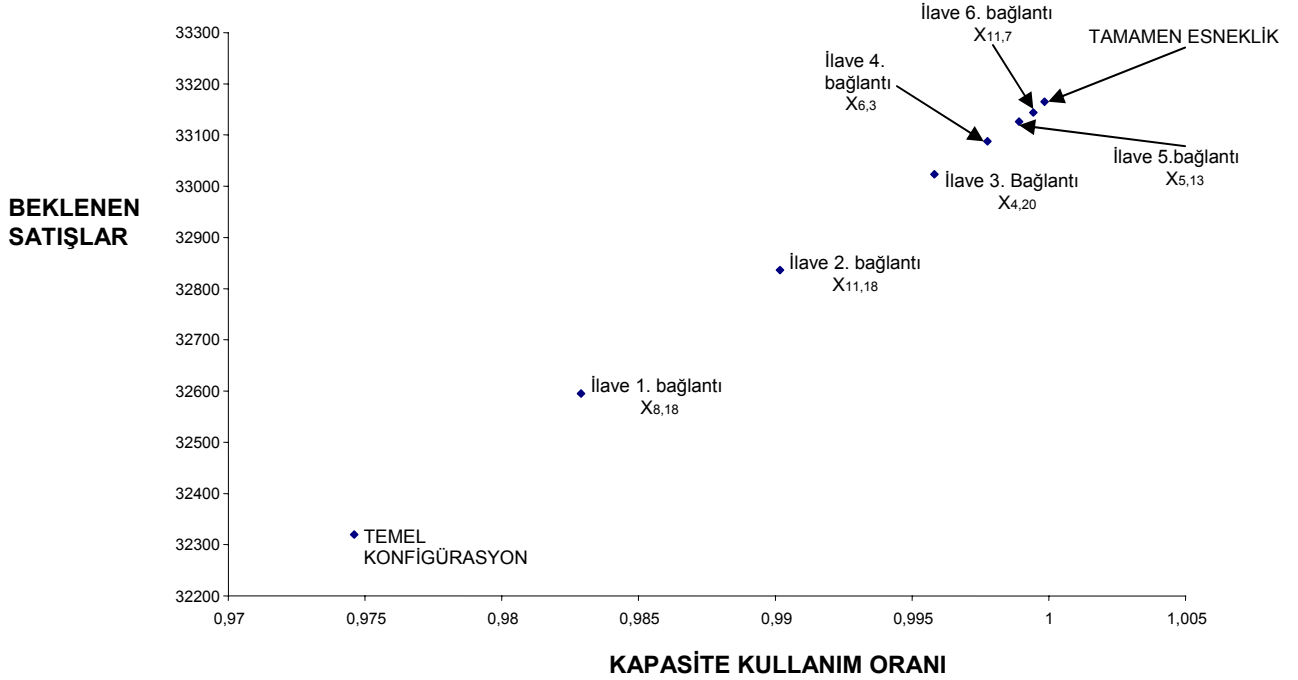
Grafik 1: İlave Bağlantı - Kayıp Satış İlişkisi



Grafik 1’de de görüldüğü gibi, temel konfigürasyona sırasıyla X_{8,18}, X_{11,18}, X_{4,20}, X_{6,3}, X_{5,13} ve X_{11,7} bağlantıları ilave edildikçe kayıp miktarları azalmaktadır. Ayrıca ilave bağlantı sayısı arttıkça tamamen esnekliğin göstermiş olduğu performansa oldukça yaklaşılmaktadır. Ancak X_{11,7} bağlantısından sonra yeni bağlantılar eklenmesi kayıp miktarlarını çok fazla azaltmayacaktır.

Esneklik ilave etmenin beklenen satışlar ve kapasite kullanımı üzerindeki etkilerini gösteren grafik de aşağıdaki gibidir:

Grafik 2: Esneklik ilave etmenin beklenen satışlar ve kapasite kullanımı üzerindeki etkileri



Grafik 2'den de görüleceği üzere temel konfigürasyona ilave bağlantılar eklendikçe kapasite kullanım oranı ve beklenen satışlar artmaktadır. Ancak 6. bağlantıdan sonra tamamen esnekliğe ilişkin kapasite kullanım oranının neredeyse tamamının elde edilmesinden dolayı, artık kapasite kullanım oranlarındaki ve beklenen satışlardaki artışlardan daha fazla fayda elde edilemeyecektir.

Yukarıdaki sınırlı esnek konfigürasyon oluşturulurken mümkün olduğu ölçüde üretim yeri başına düşen ürün sayıları ile bir ürünün üretilebileceği üretim yeri sayıları birbirine eşitlenmeye çalışılmıştır. Burada, üretim yeri başına düşen ürün sayısı 2 ile 4 arasında değişmekte ve bir ürün 1 veya 3 üretim yerinde üretilebilmektedir. Ancak daha önce de belirtildiği gibi,

esneklikten fayda sağlanması için, sisteme esneklik kazandırılmasının standart bir yolu yoktur. Başlangıç temel konfigürasyonuna başka bağlantılar ilave edilerek de tamamen esneklikten elde edilebilen faydaların neredeyse tamamına yakını elde edilebilmektedir.

Az önce elde edilen sonuca tam olarak eşit bir sonuç elde edilemese de buna oldukça yakın sonuç veren alternatif ilave bağlantılar vardır. Örneğin YAZLAR A.Ş.'nin temel konfigürasyonuna, az önceki çalışmada olduğu gibi 6 adet başka yeni bağlantı eklenerek de sınırlı esnek bir sistem oluşturulabilmektedir. $X_{11,3}$, $X_{4,18}$, $X_{8,18}$, $X_{11,7}$, $X_{6,18}$ ve $X_{5,20}$ bağlantıları sırasıyla eklenerek tamamen esneklikten elde edilen faydaların yine neredeyse tamamı elde edilebilmektedir. Belirtilen bu alternatif bağlantılara ilişkin sonuçlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 4: Temel Konfigürasyona Esneklik İlave Etmenin Alternatif Bir Yolu

Konfigürasyon	Kayıp Miktarı (000)	Kapasite Kullanım Oranı
Temel	1.132	%97,4
(1.) $X_{11,3}$ bağlantısından sonra	963	%97,9
(2.) $X_{4,18}$ bağlantısından sonra	752	%98,6
(3.) $X_{8,18}$ bağlantısından sonra	477	%99,4
(4.) $X_{11,17}$ bağlantısından sonra	426	%99,6
(5.) $X_{6,18}$ bağlantısından sonra	362	%99,7
(6.) $X_{5,20}$ bağlantısından sonra	345	%99,8
Tamamen Esnek	290	%99,99

Tablo 4'e bakıldığında, yeni bağlantılarla oluşturulan sınırlı esneklik ile de tamamen esnek bir sistemden elde edebilecek faydaların neredeyse tamamına yakınının elde edilebildiği görülmektedir. Yani tamamen esneklikten elde edilebilen faydalara, farklı sınırlı esnek konfigürasyonlarla da erişilebilmesi mümkündür. Ancak şuna da dikkat etmekte yarar vardır ki, bu alternatif konfigürasyondan elde edilen sonuçlar ile daha önce geliştirilen sınırlı esnek konfigürasyonun sonuçları tam olarak birbirine eşit değildir. Çünkü ilk oluşturulan konfigürasyonda, her yeni bağlantı sonrasında ortaya çıkan fazla kapasiteler tespit edilmiş ve en çok fazla kapasiteye sahip üretim yeri ile en çok karşılanamayan talebi olan ürün arasında yeni bağlantılar

oluşturulmuştur. Böylelikle en etkin şekilde ürün – retim yeri atamaları yapılmaya çalışılmıştır. Oysa ki alternatif olarak oluşturulan konfigürasyonda böyle bir yol izlenmemiştir. Her yeni bağlantı sonrasında ortaya çıkan fazla kapasiteler, talebi karşılanamayan ürünlere gelişigüzel tahsis edilmiştir. Bunun neticesinde de, alternatif konfigürasyondan elde edilen sonuçlar ile daha önce oluşturulan konfigürasyondan elde edilen sonuçlar tamamen aynı çıkmamıştır.

II.3. Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu çalışmada 20 farklı ürünü 11 farklı üretim yerinde üreten YAZLAR A.Ş.'e ait farklı TZ esneklik konfigürasyonlarının performansları karşılaştırılmıştır. Performansların karşılaştırılmasında üç farklı ölçüt kullanılmıştır. Bu ölçütler; kayıp miktarları, beklenen satışlardaki artışlar ile kapasite kullanım oranlarındaki artışlardır.

Performansların karşılaştırılmasında ilk olarak, talebin bilindiği ve hiç değişmediği kabul edilmiş ve dolayısıyla statik bir analiz yapılmıştır. Daha sonra ise şirketin karşı karşıya olduğu talebin normal dağılıma sahip rassal bir değişken olduğu kabul edilmiş ve buna bağlı olarak dinamik bir analiz yapılmıştır.

Yapılan karşılaştırmalar neticesinde hiç esnek olmayan konfigürasyonların en düşük performansı sergilediği, sınırlı esnek konfigürasyonların da tamamen esnek konfigürasyonlarla neredeyse aynı performansı sergilediği ortaya konmuştur. Bununla beraber, sınırlı esneklikten fayda sağlanabilmesi için standart bir yol olmadığı ifade edilmiştir. Bir başka deyişle, tamamen esneklikten elde edilebilecek faydalara ulaşabilmek için farklı sınırlı esneklik konfigürasyonlarından yararlanılabileceği söylenebilmektedir. Şunu da belirtmekte fayda vardır ki, hiç esnek olmayan konfigürasyona kaç adet yeni bağlantı ilave edilmesi gerektiğine ilişkin standart herhangi bir yol yoktur. Çünkü sektörden sektöre şirketten şirkete talep ve kapasiteler farklılaşmaktadır. Bunun sonucu olarak

da her Şirketin kendine 6zgü bir esneklik konfigürasyonu olacağı ifade edilebilmektedir.

GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Günümüz yoğun rekabet ortamında artık rekabetin şirketler arasında değil, bu şirketlerin oluşturmuş oldukları tedarik zincirleri arasında olduğu kabul edilmektedir. Bu nedenle şirketler, hızlı bir biçimde değişen müşteri ihtiyaçlarına anında yanıt verebilmek için TZ'ler kurmaktadır. Aynı zamanda günümüz şirketleri, etkin bir TZY için yoğun bir çaba sarf etmektedirler. Dolayısıyla günümüzde artık TZY oldukça önemli bir konu olarak kabul edilmekte ve güçlü bir rekabet avantajının yaratıcısı olduğu öne sürülmektedir.

TZY herkes tarafından oldukça önemli bir konu olarak kabul edildiği halde, çok yeni bir kavram olmasından ötürü literatürde henüz ortak bir tanımı üzerinde anlaşma sağlanamamıştır. Bu nedenle çalışmanın birinci bölümünde, önce "Tedarik Zinciri" (TZ) ve "Tedarik Zinciri Yönetimi" (TZY) kavramları ayrıntılı bir biçimde incelenmeye çalışılmıştır.

Literatür taraması sırasında karşılaşılan TZ tanımlarındaki tüm ortak unsurlar göz önünde bulundurularak yapılmış olan TZ tanımı şu şekildedir: Tedarik zinciri, nihai müşterilerin ihtiyaçlarına yanıt vermeye yönelik birbirinden farklı fonksiyonları yerine getiren çok sayıda bağımsız şirketin, aşağı ve yukarı yönlü malzeme, bilgi ve nakit akışı eşlemeleri yoluyla birbirine bağlandığı bir organizasyon modelidir.

Az önce de ifade edildiği gibi son yıllarda oldukça popüler bir konu olan TZY kavramı ise halen üzerinde tartışılan bir konu olmaya devam

etmektedir. Literatürde TZY kavramı üç farklı yaklaşım çerçevesinde ele alınmaktadır:

- TZY'ni bir yönetim felsefesi olarak ele alanlar,
- TZY'ni yönetim felsefesinin bir uygulaması olarak yani işletme faaliyetleri olarak ele alanlar,
- TZY'ni bir yönetim süreçleri seti olarak ele alanlar.

Farklı sınıflandırmalar altında yapılan tüm TZY tanımlarındaki ortak unsurlar dikkate alındığında TZY kavramı şu şekilde tanımlanabilmektedir: TZY, tedarikçinin tedarikçisi, tedarikçi, üretici, toptancı, perakendeci, fon sağlayıcılar, üçüncü derece lojistik sağlayıcılar (3DL) gibi çok sayıda şirketin ve müşterinin oluşturduğu tedarik zincirlerinde süreç ve faaliyetlerin bütünleştirilmesi suretiyle müşterilere katma değer ekleyen, malzeme, bilgi ve nakit akışının etkin bir biçimde gerçekleştirilmesini sağlayan ve zincirin bütünü için değer ve rekabet avantajı yaratan bir yaklaşımdır.

TZ ve TZY kavramları ifade edilmeye çalışıldıktan sonra, TZY'nin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için hayati derecede önemli olan esneklik kavramı ayrıntılı bir biçimde incelenmeye çalışılmıştır. Literatürde sıklıkla üzerinde durulan esneklik türleri ifade edilmeye çalışılmış ve değişen çevre koşullarına uyum sağlamada gerekli olduğu ifade edilen süreç esnekliği üzerinde daha ayrıntılı bir şekilde durulmuştur.

Süreç esnekliği, belirsiz bir taleple karşı karşıya olan çok ürünlü tedarik zincirlerinde, üretim yerlerinin birden fazla ürün üretebilmesini

sağlayan bir esneklik türü olarak ifade edilmiştir. Süreç esnekliğinin aynı zamanda farklı konfigürasyonlara sahip zincirlerin performanslarının karşılaştırılmasında da kullanılan bir ölçüt olduğu belirtilmiştir. Buna göre, daha yüksek kapasite kullanım oranlarını ve daha yüksek satış miktarlarını sağlayan süreç esnekliğinin daha yüksek bir performansa sahip olduğu kabul edilmektedir. Veya daha yüksek süreç esnekliğine sahip zincirlerin daha düşük kayıp satış miktarına sahip olduğu ifade edilmektedir.

Süreç esnekliğinin bir performans ölçütü olarak kullanılabildiği ifade edildikten sonra, kayıp miktarlarının minimize ve üretim miktarlarının maksimize edilmesi amacını taşıyan doğrusal programlama modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller önce talebin sabit olduğu varsayımı altında, daha sonra da değişken olduğu varsayımı altında çözülmüştür. Geliştirilen bu doğrusal programlama modelleri ile temel konfigürasyona ilave yeni bağlantılar eklenerek sınırlı esneklikten elde edilen faydalar gösterilmeye çalışılmıştır. Modellerden elde edilen sonuçlara göre, hiç esnek olmayan konfigürasyonlara az sayıda ilave bağlantı eklenerek tamamen esneklikten elde edilebilen faydaların neredeyse tamamının elde edilebileceği görülmüştür.

Şunu da belirtmekte fayda vardır ki, temel konfigürasyona yeni bağlantılar rasgele ilave edilmemiştir. Esnekliğin en etkin bir biçimde sisteme ilave edilmesi için bazı ilkeler geliştirilmiştir. Bu esneklik ilkeleri şunlardır:

- Zincirde her bir ürünün doğrudan bağlı olduğu üretim yerlerinin sayısı birbirine eşitlenmeye çalışılmalıdır. Yani, eğer bir ürün x sayıda üretim yerinde işlem görüyorsa diğer ürünlerin her biri de x sayıda üretim yerinde işlem görmelidir. Bir başka deyişle

Üretim yerlerinde her bir ürün için ayrılan kapasiteler birbirine eŖit olmalıdır.

- Zincirde her bir üretim yerinin doğrudan bağlı olduğu ürünlerin sayısı birbirine eŖitlenmeye alıŖılmalıdır. Yani, eğer bir üretim yerinde x sayıda ürün iŖleme tabi tutuluyorsa diğer üretim yerlerinde de x sayıda ürün iŖleme tabi tutulmalıdır.
- Zincir olabildiğince çok sayıda ürün ve üretim yerini kapsamalı ve kapalı bir döngüye sahip olmalıdır.

Esnek olmayan konfigürasyonlara, bu esneklik ilkelerine uygun bir biçimde esneklik ilave edilmesi ile aŖađıdaki sonuçlara ulaŖılmıŖtır:

- Esnek olmayan konfigürasyona doğru Ŗekilde ilave edilen az sayıda bağlantı ile tamamen esneklikten elde edilebilen faydaların neredeyse tamamı elde edilebilmektedir.
- Esnek olmayan bir sisteme, az sayıda ve kapalı döngü oluŖturacak bir zincir kurulmasıyla tamamen esneklikten elde edilebilen faydalara ulaŖmak mümkündür.
- Bir kez temel konfigürasyon oluŖturulduktan sonra az miktarda esneklik yeterli olabilir. Bu esneklik, ürün – retim yeri atamalarını en iyi Ŗekilde dengeleyecek ve bir döngü oluŖturacak Ŗekilde sisteme ilave edilmelidir.
- Tamamen esneklikten elde edilebilen faydaları sağlayabilen tek bir sınırlı esneklik yoktur.

Pek çok uygulamacı, esneklik kavramından sadece tamamen esnekliği anlamaktadır. Oysaki bu ilkeler ve sonuçlar, esneklik denildiğinde sadece tamamen esnekliğin anlaşılmaması gerektiğini ortaya koymaktadır. Zaten çalışmadan elde edilen sonuçlar da göstermektedir ki, tamamen esnek konfigürasyondan elde edilebilen faydaların tamamına yakını sınırlı esnekliğe sahip konfigürasyonlarla da elde edilebilmektedir. Dolayısıyla sistem performansını artırmak için, çok pahallı olduğu düşünölen tamamen esneklik yerine çok daha az maliyetli olan sınırlı esneklik tercih edilmelidir. Bir başka deyişle işletmeler, sınırlı esnekliğe sahip olmak için, dikkat edilmesi gereken ilkeleri göz önünde bulundurarak, tamamen esnekliğe nazaran çok daha az maliyete katlanarak tamamen esneklik yerine sınırlı esnekliği tercih etmelidirler.

Sonuç olarak günümüzde artık tüm işletmeler, ister imalatçı bir firma olsun ister ticari bir firma olsun hem nitelik hem de nicelik bakımından sürekli değişen bir talep ile karşı karşıyadır. İşletmelerin sürekli değişen evre koşullarına uyum gösterebilmeleri için esnek bir TZY'ne sahip olmaları gerekmektedir. Çünkü artık bilinmektedir ki günümüzde rekabet işletmeler arasında değil, işletmelerin içinde yer aldıkları tedarik zincirleri arasındadır. Bu nedenle, üretimden itibaren işletmelerin kalite temeline dayanarak ve müşteri odaklı bir yaklaşıma sahip olacak biçimde birlikte hareket etmeleri gerekmektedir. Eğer işletmeler tedarikçileri ile uzun vadeli, ortak risk ve ödöl paylaşımına dayalı sıkı işbirlikleri oluştururlarsa hem maliyetlerini azaltacak hem de müşteri memnuniyetini artıracaklardır. Bu da işletmeler için yoğun

rekabet ortamında karşı konulması ve taklit edilmesi güç bir rekabet avantajı yaratacaktır.

ÖZET

Günümüzde yoğun rekabet baskısı altında faaliyet göstermek zorunda olan işletmeler, rekabet avantajı elde etmede işletmeler arası ilişkilerin önemini anlamış, tedarikçileri ve müşterileriyle olan ilişkilerini işbirliği ve menfaat esasına bağlı olarak yeniden yapılandırmaya başlamıştır. İşletmeler, ürün kalitesinin artırılması, satın alınan ürünlerin maliyetinin düşürülmesi, üretim ve dağıtım esnekliğinin geliştirilmesi, müşteri memnuniyetinin artırılması gibi amaçlarla tedarikçilerle ve müşterilerle sıkı işbirlikleri kurmaya başlamışlardır. Bu bağlamda, 1980'lerden bu yana Tedarik Zinciri ve Tedarik Zinciri Yönetimi kavramlarının önemi gittikçe artmıştır.

Çalışmada ilk olarak, işletmelerin rekabet avantajı elde etmesinde oldukça önemli olduğu düşünülen görece yeni olan ve üzerinde oldukça tartışılan bu iki kavram üzerinde durulmuştur. Daha sonra, işletmelerin başarılı olmasında kilit bir öneme sahip olan esneklik kavramı Tedarik Zinciri Yönetimi açısından ele alınmıştır. Ayrıca farklı tedarik zinciri konfigürasyonlarının performanslarının değerlendirilmesinde kullanılan bir ölçüt olan süreç esnekliği üzerinde odaklanılmıştır.

Çalışmanın uygulama bölümünde ise, farklı tedarik zinciri konfigürasyonlarının performansları karşılaştırılmıştır. Performans değerlemesinde, tedarik zincirlerinin karşı karşıya olduğu talebin karşılanamayan miktarının minimize edilmesi ve üretim miktarının maksimize edilmesi şeklinde iki doğrusal programlama modeli kullanılmıştır. Geliştirilen

doğrusal programlama modelleri ile önce talebin bilindiği ve değişmediği varsayımı altında performans analizi yapılmış daha sonra da talebin normal dağılıma sahip rassal bir değişken olduğu varsayımı altında bir performans analizi yapılmıştır. Sonuç olarak, karşılanamayan talep miktarını minimum kılan veya üretim miktarını maksimum kılan sınırlı esnek konfigürasyonların en iyi performansı gösterdiği ortaya konulmuştur.

ABSTRACT

Today the enterprises that have to activate under intense competition have comprehended the importance of the inter-enterprises relationships towards gaining the competitive advantage and started to reconstruct their relationships with the suppliers and the customers in accordance with cooperation and interest principle. The enterprises started to establish sound relations with the suppliers and the customers so as to achieve increasing the quality of product, reducing the cost of the products that have been purchased, improving the flexibility of production and distribution and increasing the customer satisfaction. In this manner, since 1980's, the concepts of "Supply Chain" and "Supply Chain Management" have become more and more important.

In the study, first of all, these two relatively new concepts that it is thought important for enterprises' acquisition of competitive advantage were dwelled on. Later, the flexibility concept which has key importance in enterprises' success was examined. Furthermore, the study also focused on "Process Flexibility", a measure that is used to evaluate the performances of different supply chains.

In the application part of the study, the performances of different supply chain configurations have been compared. In performance evaluation, two linear programming models such as minimizing the excess demand that

the supply chain faces and maximizing the production amount have been used. First of all, under the assumption that the demand is known and constant, performance analyses are done with linear programming models. Then, performance analyses are done under the assumption that the demand is a normally distributed random variable. Consequently, it has been displayed that the limited flexibility configurations that minimize the unmet, excess demand or maximize the quantity produced display the greatest performance.

EKLER

Ek.1:YAZLAR A.S. Temel Atamalar Minimizasyon

	<u>Decision Variable</u>	<u>Solution Value</u>	<u>Unit Cost or Profit c(j)</u>	<u>Total Contribution</u>	<u>Reduced Cost</u>	<u>Basis Status</u>	<u>Allowable Min. c(j)</u>	<u>Allowable Max. c(j)</u>
1	S1	38,0000	1,0000	38,0000	0	basic	1,0000	1,0000
2	S2	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
3	S3	180,0000	1,0000	180,0000	0	basic	0	1,0000
4	S4	86,0000	1,0000	86,0000	0	basic	0	1,0000
5	S5	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
6	S6	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
7	S7	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
8	S8	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
9	S9	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
10	S10	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
11	S11	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
12	S12	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
13	S13	32,0000	1,0000	32,0000	0	basic	0	M
14	S14	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
15	S15	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
16	S16	14,0000	1,0000	14,0000	0	basic	0	M
17	S17	760,0000	1,0000	760,0000	0	basic	0	1,0000
18	S18	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
19	S19	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
20	S20	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
21	X1,1	802,0000	0	0	0	basic	0	0

22	X1,2	3.250,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
23	X1,3	0	0	0	0	at bound	0	M
24	X2,4	1.599,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
25	X2,5	3.105,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
26	X2,6	1.848,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
27	X3,6	48,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
28	X3,7	2.760,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
29	X4,8	4.700,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
30	X4,9	80,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
31	X5,10	745,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
32	X6,11	450,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
33	X6,12	128,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
34	X7,12	0	0	1,000	0	at bound	-1,0000	M
35	X7,13	130,0000	0	0	0	basic	-M	1,0000
36	X8,14	3.000,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
37	X8,15	472,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
38	X9,16	730,0000	0	0	0	basic	-M	1,0000
39	X10,17	5.240,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
40	X10,18	2.560,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
41	X11,19	46,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
42	X11,20	650,0000	0	0	0	basic	0	1,0000

Objective Function (Min.) = 1.110,0000 (Note: Alternate Solution Exists!!)

	<u>Constraint</u>	<u>Left Hand Side</u>	<u>Direction</u>	<u>Right Hand Side</u>	<u>Slack or Surplus</u>	<u>Shadow Price</u>	<u>Allowable Min. RHS</u>	<u>Allowable Max. RHS</u>
1	C1	840,0000	>=	840,0000	0	1,0000	802,0000	M
2	C2	3.250,0000	>=	3.250,0000	0	1,0000	3.212,0000	4.052,0000

3	C3	180,0000	>=	180,0000	0	1,0000	0	M
4	C4	1.685,0000	>=	1.685,0000	0	1,0000	1.599,0000	M
5	C5	3.105,0000	>=	3.105,0000	0	1,0000	3.019,0000	4.704,0000
6	C6	1.896,0000	>=	1.896,0000	0	1,0000	1.810,0000	3.495,0000
7	C7	2.760,0000	>=	2.760,0000	0	1,0000	2.674,0000	2.808,0000
8	C8	4.700,0000	>=	4.700,0000	0	0	0	4.912,0000
9	C9	80,0000	>=	80,0000	0	0	0	292,0000
10	C10	745,0000	>=	745,0000	0	0	0	780,0000
11	C11	450,0000	>=	450,0000	0	0	0	510,0000
12	C12	128,0000	>=	128,0000	0	0	0	188,0000
13	C13	162,0000	>=	162,0000	0	1,0000	130,0000	M
14	C14	3.000,0000	>=	3.000,0000	0	0	0	3.272,0000
15	C15	472,0000	>=	472,0000	0	0	0	744,0000
16	C16	744,0000	>=	744,0000	0	1,0000	730,0000	M
17	C17	6.000,0000	>=	6.000,0000	0	1,0000	5.240,0000	M
18	C18	2.560,0000	>=	2.560,0000	0	1,0000	1.800,0000	7.800,0000
19	C19	46,0000	>=	46,0000	0	0	0	286,0000
20	C20	650,0000	>=	650,0000	0	0	0	890,0000
21	C21	4.052,0000	<=	4.052,0000	0	-1,0000	3.250,0000	4.090,0000
22	C22	6.552,0000	<=	6.552,0000	0	-1,0000	4.953,0000	6.638,0000
23	C23	2.808,0000	<=	2.808,0000	0	-1,0000	2.760,0000	2.894,0000
24	C24	4.780,0000	<=	4.992,0000	212,0000	0	4.780,0000	M
25	C25	745,0000	<=	780,0000	35,0000	0	745,0000	M
26	C26	578,0000	<=	638,0000	60,0000	0	578,0000	M
27	C27	130,0000	<=	130,0000	0	-1,0000	0	162,0000
28	C28	3.472,0000	<=	3.744,0000	272,0000	0	3.472,0000	M
29	C29	730,0000	<=	730,0000	0	-1,0000	0	744,0000
30	C30	7.800,0000	<=	7.800,0000	0	-1,0000	2.560,0000	8.560,0000
31	C31	696,0000	<=	936,0000	240,0000	0	696,0000	M

Ek.2: YAZLAR A.S. Temel Atamalar Maksimizasyon

	<u>Decision Variable</u>	<u>Solution Value</u>	<u>Unit Cost or Profit c(j)</u>	<u>Total Contribution</u>	<u>Reduced Cost</u>	<u>Basis Status</u>	<u>Allowable Min. c(j)</u>	<u>Allowable Max. c(j)</u>
1	X1,1	840,0000	1,0000	840,0000	0	basic	1,0000	M
2	X1,2	3.212,0000	1,0000	3.212,0000	0	basic	1,0000	1,0000
3	X1,3	0	1,0000	0	0	at bound	-M	1,0000
4	X2,4	1.685,0000	1,0000	1.685,0000	0	basic	1,0000	M
5	X2,5	3.105,0000	1,0000	3.105,0000	0	basic	1,0000	M
6	X2,6	1.762,0000	1,0000	1.762,0000	0	basic	0	1,0000
7	X3,6	134,0000	1,0000	134,0000	0	basic	1,0000	2,0000
8	X3,7	2.674,0000	1,0000	2.674,0000	0	basic	0	1,0000
9	X4,8	4.700,0000	1,0000	4.700,0000	0	basic	0	M
10	X4,9	80,0000	1,0000	80,0000	0	basic	0	M
11	X5,10	745,0000	1,0000	745,0000	0	basic	0	M
12	X6,11	450,0000	1,0000	450,0000	0	basic	0	M
13	X6,12	128,0000	1,0000	128,0000	0	basic	0	M
14	X7,12	0	1,0000	0	-1,0000	at bound	-M	2,0000
15	X7,13	130,0000	1,0000	130,0000	0	basic	0	M
16	X8,14	3.000,0000	1,0000	3.000,0000	0	basic	0	M
17	X8,15	472,0000	1,0000	472,0000	0	basic	0	M
18	X9,16	730,0000	1,0000	730,0000	0	basic	0	M
19	X10,17	6.000,0000	1,0000	6.000,0000	0	basic	1,0000	M
20	X10,18	1.800,0000	1,0000	1.800,0000	0	basic	0	1,0000
21	X11,19	46,0000	1,0000	46,0000	0	basic	0	M
22	X11,20	650,0000	1,0000	650,0000	0	basic	0	M

	Objective	Function	(Max.) =	32.343,0000	(Note: Alternate Solution Exists!!)			
	<u>Constraint</u>	<u>Left Hand Side</u>	<u>Direction</u>	<u>Right Hand Side</u>	<u>Slack or Surplus</u>	<u>Shadow Price</u>	<u>Allowable Min. RHS</u>	<u>Allowable Max. RHS</u>
1	C1	840,0000	<=	840,0000	0	0	802,0000	4.052,0000
2	C2	3.212,0000	<=	3.250,0000	38,0000	0	3.212,0000	M
3	C3	0	<=	180,0000	180,0000	0	0	M
4	C4	1.685,0000	<=	1.685,0000	0	0	1.599,0000	3.447,0000
5	C5	3.105,0000	<=	3.105,0000	0	0	3.019,0000	4.867,0000
6	C6	1.896,0000	<=	1.896,0000	0	0	1.810,0000	4.570,0000
7	C7	2.674,0000	<=	2.760,0000	86,0000	0	2.674,0000	M
8	C8	4.700,0000	<=	4.700,0000	0	1,0000	0	4.912,0000
9	C9	80,0000	<=	80,0000	0	1,0000	0	292,0000
10	C10	745,0000	<=	745,0000	0	1,0000	0	780,0000
11	C11	450,0000	<=	450,0000	0	1,0000	0	510,0000
12	C12	128,0000	<=	128,0000	0	1,0000	0	188,0000
13	C13	130,0000	<=	162,0000	32,0000	0	130,0000	M
14	C14	3.000,0000	<=	3.000,0000	0	1,0000	0	3.272,0000
15	C15	472,0000	<=	472,0000	0	1,0000	0	744,0000
16	C16	730,0000	<=	744,0000	14,0000	0	730,0000	M
17	C17	6.000,0000	<=	6.000,0000	0	0	5.240,0000	7.800,0000
18	C18	1.800,0000	<=	2.560,0000	760,0000	0	1.800,0000	M
19	C19	46,0000	<=	46,0000	0	1,0000	0	286,0000
20	C20	650,0000	<=	650,0000	0	1,0000	0	890,0000
21	C21	4.052,0000	<=	4.052,0000	0	1,0000	840,0000	4.090,0000
22	C22	6.552,0000	<=	6.552,0000	0	1,0000	4.790,0000	6.638,0000
23	C23	2.808,0000	<=	2.808,0000	0	1,0000	134,0000	2.894,0000
24	C24	4.780,0000	<=	4.992,0000	212,0000	0	4.780,0000	M

25	C25	745,0000	<=	780,0000	35,0000	0	745,0000	M
26	C26	578,0000	<=	638,0000	60,0000	0	578,0000	M
27	C27	130,0000	<=	130,0000	0	1,0000	0	162,0000
28	C28	3.472,0000	<=	3.744,0000	272,0000	0	3.472,0000	M
29	C29	730,0000	<=	730,0000	0	1,0000	0	744,0000
30	C30	7.800,0000	<=	7.800,0000	0	1,0000	6.000,0000	8.560,0000
31	C31	696,0000	<=	936,0000	240,0000	0	696,0000	M

Ek.3:YAZLAR A.S. X_{8,17} Yeni Bağlantısı

	<u>Decision Variable</u>	<u>Solution Value</u>	<u>Unit Cost or Profit c(j)</u>	<u>Total Contribution</u>	<u>Reduced Cost</u>	<u>Basis Status</u>	<u>Allowable Min. c(j)</u>	<u>Allowable Max. c(j)</u>
1	S1	38,0000	1,0000	38,0000	0	basic	1,0000	1,0000
2	S2	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
3	S3	180,0000	1,0000	180,0000	0	basic	0	1,0000
4	S4	86,0000	1,0000	86,0000	0	basic	0	1,0000
5	S5	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
6	S6	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
7	S7	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
8	S8	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
9	S9	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
10	S10	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
11	S11	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
12	S12	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
13	S13	32,0000	1,0000	32,0000	0	basic	0	M
14	S14	488,0000	1,0000	488,0000	0	basic	0	1,0000
15	S15	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
16	S16	14,0000	1,0000	14,0000	0	basic	0	M
17	S17	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
18	S18	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
19	S19	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
20	S20	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
21	X1,1	802,0000	0	0	0	basic	0	0
22	X1,2	3.250,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
23	X1,3	0	0	0	0	at bound	0	M

24	X2,4	1.599,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
25	X2,5	3.105,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
26	X2,6	1.848,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
27	X3,6	48,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
28	X3,7	2.760,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
29	X4,8	4.700,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
30	X4,9	80,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
31	X5,10	745,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
32	X6,11	450,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
33	X6,12	128,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
34	X7,12	0	0	0	1,0000	at bound	-1,0000	M
35	X7,13	130,0000	0	0	0	basic	-M	1,0000
36	X8,14	2.512,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
37	X8,15	472,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
38	X8,17	760,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
39	X9,16	730,0000	0	0	0	basic	-M	1,0000
40	X10,17	5.240,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
41	X10,18	2.560,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
42	X11,19	46,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
43	X11,20	650,0000	0	0	0	basic	0	1,0000

Objective Function (Min.) = 838,0000 (Note: Alternate Solution Exists!!)

	<u>Constraint</u>	<u>Left Hand Side</u>	<u>Direction</u>	<u>Right Hand Side</u>	<u>Slack or Surplus</u>	<u>Shadow Price</u>	<u>Allowable Min. RHS</u>	<u>Allowable Max. RHS</u>
1	C1	840,0000	>=	840,0000	0	1,0000	802,0000	M
2	C2	3.250,0000	>=	3.250,0000	0	1,0000	3.212,0000	4.052,0000

3	C3	180,0000	>=	180,0000	0	1,0000	0	M
4	C4	1.685,0000	>=	1.685,0000	0	1,0000	1.599,0000	M
5	C5	3.105,0000	>=	3.105,0000	0	1,0000	3.019,0000	4.704,0000
6	C6	1.896,0000	>=	1.896,0000	0	1,0000	1.810,0000	3.495,0000
7	C7	2.760,0000	>=	2.760,0000	0	1,0000	2.674,0000	2.808,0000
8	C8	4.700,0000	>=	4.700,0000	0	0	0	4.912,0000
9	C9	80,0000	>=	80,0000	0	0	0	292,0000
10	C10	745,0000	>=	745,0000	0	0	0	780,0000
11	C11	450,0000	>=	450,0000	0	0	0	510,0000
12	C12	128,0000	>=	128,0000	0	0	0	188,0000
13	C13	162,0000	>=	162,0000	0	1,0000	130,0000	M
14	C14	3.000,0000	>=	3.000,0000	0	1,0000	2.512,0000	M
15	C15	472,0000	>=	472,0000	0	1,0000 0	2.984,0000	
16	C16	744,0000	>=	744,0000	0	1,0000	730,0000	M
17	C17	6.000,0000	>=	6.000,0000	0	1,0000	5.512,0000	8.512,0000
18	C18	2.560,0000	>=	2.560,0000	0	1,0000	2.072,0000	5.072,0000
19	C19	46,0000	>=	46,0000	0	0	0	286,0000
20	C20	650,0000	>=	650,0000	0	0	0	890,0000
21	C21	4.052,0000	<=	4.052,0000	0	-1,0000	3.250,0000	4.090,0000
22	C22	6.552,0000	<=	6.552,0000	0	-1,0000	4.953,0000	6.638,0000
23	C23	2.808,0000	<=	2.808,0000	0	-1,0000	2.760,0000	2.894,0000
24	C24	4.780,0000	<=	4.992,0000	212,0000	0	4.780,0000	M
25	C25	745,0000	<=	780,0000	35,0000	0	745,0000	M
26	C26	578,0000	<=	638,0000	60,0000	0	578,0000	M
27	C27	130,0000	<=	130,0000	0	-1,0000	0	162,0000
28	C28	3.744,0000	<=	3.744,0000	0	-1,0000	1.232,0000	4.232,0000
29	C29	730,0000	<=	730,0000	0	-1,0000	0	744,0000
30	C30	7.800,0000	<=	7.800,0000	0	-1,0000	5.288,0000	8.288,0000
31	C31	696,0000	<=	936,0000	240,0000	0	696,0000	M

Ek.4:YAZLAR A.S. X_{11,14} Yeni Bağlantısı

	<u>Decision Variable</u>	<u>Solution Value</u>	<u>Unit Cost or Profit c(j)</u>	<u>Total Contribution</u>	<u>Reduced Cost</u>	<u>Basis Status</u>	<u>Allowable Min. c(j)</u>	<u>Allowable Max. c(j)</u>
1	S1	38,0000	1,0000	38,0000	0	basic	1,0000	1,0000
2	S2	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
3	S3	180,0000	1,0000	180,0000	0	basic	0	1,0000
4	S4	86,0000	1,0000	86,0000	0	basic	0	1,0000
5	S5	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
6	S6	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
7	S7	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
8	S8	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
9	S9	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
10	S10	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
11	S11	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
12	S12	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
13	S13	32,0000	1,0000	32,0000	0	basic	0	M
14	S14	248,0000	1,0000	248,0000	0	basic	0	1,0000
15	S15	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
16	S16	14,0000	1,0000	14,0000	0	basic	0	M
17	S17	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
18	S18	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
19	S19	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
20	S20	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
21	X1,1	802,0000	0	0	0	basic	0	0
22	X1,2	3.250,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
23	X1,3	0	0	0	0	at bound	0	M

24	X2,4	1.599,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
25	X2,5	3.105,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
26	X2,6	1.848,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
27	X3,6	48,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
28	X3,7	2.760,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
29	X4,8	4.700,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
30	X4,9	80,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
31	X5,10	745,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
32	X6,11	450,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
33	X6,12	128,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
34	X7,12	0	0	0	1,0000	at bound	-1,0000	M
35	X7,13	130,0000	0	0	0	basic	-M	1,0000
36	X8,14	2.512,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
37	X8,15	472,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
38	X8,17	760,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
39	X9,16	730,0000	0	0	0	basic	-M	1,0000
40	X10,17	5.240,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
41	X10,18	2.560,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
42	X11,14	240,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
43	X11,19	46,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
44	X11,20	650,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0

Objective Function (Min.) = 598,0000 (Note: Alternate Solution Exists!!)

	<u>Constraint</u>	<u>Left Hand Side</u>	<u>Direction</u>	<u>Right Hand Side</u>	<u>Slack or Surplus</u>	<u>Shadow Price</u>	<u>Allowable Min. RHS</u>	<u>Allowable Max. RHS</u>
1	C1	840,0000	>=	840,0000	0	1,0000	802,0000	M
2	C2	3.250,0000	>=	3.250,0000	0	1,0000	3.212,0000	4.052,0000
3	C3	180,0000	>=	180,0000	0	1,0000	0	M
4	C4	1.685,0000	>=	1.685,0000	0	1,0000	1.599,0000	M
5	C5	3.105,0000	>=	3.105,0000	0	1,0000	3.019,0000	4.704,0000
6	C6	1.896,0000	>=	1.896,0000	0	1,0000	1.810,0000	3.495,0000
7	C7	2.760,0000	>=	2.760,0000	0	1,0000	2.674,0000	2.808,0000
8	C8	4.700,0000	>=	4.700,0000	0	0	0	4.912,0000
9	C9	80,0000	>=	80,0000	0	0	0	292,0000
10	C10	745,0000	>=	745,0000	0	0	0	780,0000
11	C11	450,0000	>=	450,0000	0	0	0	510,0000
12	C12	128,0000	>=	128,0000	0	0	0	188,0000
13	C13	162,0000	>=	162,0000	0	1,0000	130,0000	M
14	C14	3.000,0000	>=	3.000,0000	0	1,0000	2.752,0000	M
15	C15	472,0000	>=	472,0000	0	1,0000	224,0000	2.984,0000
16	C16	744,0000	>=	744,0000	0	1,0000	730,0000	M
17	C17	6.000,0000	>=	6.000,0000	0	1,0000	5.752,0000	8.512,0000
18	C18	2.560,0000	>=	2.560,0000	0	1,0000	2.312,0000	5.072,0000
19	C19	46,0000	>=	46,0000	0	1,0000	0	286,0000
20	C20	650,0000	>=	650,0000	0	1,0000	402,0000	890,0000
21	C21	4.052,0000	<=	4.052,0000	0	-1,0000	3.250,0000	4.090,0000
22	C22	6.552,0000	<=	6.552,0000	0	-1,0000	4.953,0000	6.638,0000
23	C23	2.808,0000	<=	2.808,0000	0	-1,0000	2.760,0000	2.894,0000
24	C24	4.780,0000	<=	4.992,0000	212,0000	0	4.780,0000	M
25	C25	745,0000	<=	780,0000	35,0000	0	745,0000	M
26	C26	578,0000	<=	638,0000	60,0000	0	578,0000	M

27	C27	130,0000	<=	130,0000	0	-1,0000	0	162,0000
28	C28	3.744,0000	<=	3.744,0000	0	-1,0000	1.232,0000	3.992,0000
29	C29	730,0000	<=	730,0000	0	-1,0000	0	744,0000
30	C30	7.800,0000	<=	7.800,0000	0	-1,0000	5.288,0000	8.048,0000
31	C31	936,0000	<=	936,0000	0	-1,0000	696,0000	1.184,0000

Ek.5: YAZLAR A.S. X_{4,14} Yeni Bağlantısı

	<u>Decision Variable</u>	<u>Solution Value</u>	<u>Unit Cost or Profit c(j)</u>	<u>Total Contribution</u>	<u>Reduced Cost</u>	<u>Basis Status</u>	<u>Allowable Min. c(j)</u>	<u>Allowable Max. c(j)</u>
1	S1	38,0000	1,0000	38,0000	0	basic	1,0000	1,0000
2	S2	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
3	S3	180,0000	1,0000	180,0000	0	basic	0	1,0000
4	S4	86,0000	1,0000	86,0000	0	basic	0	1,0000
5	S5	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
6	S6	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
7	S7	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
8	S8	36,0000	1,0000	36,0000	0	basic	0	1,0000
9	S9	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
10	S10	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
11	S11	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
12	S12	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
13	S13	32,0000	1,0000	32,0000	0	basic	0	M
14	S14	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
15	S15	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
16	S16	14,0000	1,0000	14,0000	0	basic	0	M
17	S17	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
18	S18	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
19	S19	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
20	S20	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
21	X1,1	802,0000	0	0	0	basic	0	0
22	X1,2	3.250,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
23	X1,3	0	0	0	0	at bound	0	M

24	X2,4	1.599,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
25	X2,5	3.105,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
26	X2,6	1.848,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
27	X3,6	48,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
28	X3,7	2.760,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
29	X4,8	4.664,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
30	X4,9	80,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
31	X4,14	248,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
32	X5,10	745,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
33	X6,11	450,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
34	X6,12	128,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
35	X7,12	0	0	0	1,0000	at bound	-1,0000	M
36	X7,13	130,0000	0	0	0	basic	-M	1,0000
37	X8,14	2.512,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
38	X8,15	472,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
39	X8,17	760,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
40	X9,16	730,0000	0	0	0	basic	-M	1,0000
41	X10,17	5.240,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
42	X10,18	2.560,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
43	X11,14	240,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
44	X11,19	46,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
45	X11,20	650,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0

Objective Function (Min.) = 386,0000 (Note: Alternate Solution Exists!!)

	<u>Constraint</u>	<u>Left Hand Side</u>	<u>Direction</u>	<u>Right Hand Side</u>	<u>Slack or Surplus</u>	<u>Shadow Price</u>	<u>Allowable Min. RHS</u>	<u>Allowable Max. RHS</u>
1	C1	840,0000	>=	840,0000	0	1,0000	802,0000	M
2	C2	3.250,0000	>=	3.250,0000	0	1,0000	3.212,0000	4.052,0000
3	C3	180,0000	>=	180,0000	0	1,0000	0	M
4	C4	1.685,0000	>=	1.685,0000	0	1,0000	1.599,0000	M
5	C5	3.105,0000	>=	3.105,0000	0	1,0000	3.019,0000	4.704,0000
6	C6	1.896,0000	>=	1.896,0000	0	1,0000	1.810,0000	3.495,0000
7	C7	2.760,0000	>=	2.760,0000	0	1,0000	2.674,0000	2.808,0000
8	C8	4.700,0000	>=	4.700,0000	0	1,0000	4.664,0000	M
9	C9	80,0000	>=	80,0000	0	1,0000	44,0000	4.744,0000
10	C10	745,0000	>=	745,0000	0	0	0	780,0000
11	C11	450,0000	>=	450,0000	0	0	0	510,0000
12	C12	128,0000	>=	128,0000	0	0	0	188,0000
13	C13	162,0000	>=	162,0000	0	1,0000	130,0000	M
14	C14	3.000,0000	>=	3.000,0000	0	1,0000	2.964,0000	7.664,0000
15	C15	472,0000	>=	472,0000	0	1,0000	436,0000	2.984,0000
16	C16	744,0000	>=	744,0000	0	1,0000	730,0000	M
17	C17	6.000,0000	>=	6.000,0000	0	1,0000	5.964,0000	8.512,0000
18	C18	2.560,0000	>=	2.560,0000	0	1,0000	2.524,0000	5.072,0000
19	C19	46,0000	>=	46,0000	0	1,0000	10,0000	286,0000
20	C20	650,0000	>=	650,0000	0	1,0000	614,0000	890,0000
21	C21	4.052,0000	<=	4.052,0000	0	-1,0000	3.250,0000	4.090,0000
22	C22	6.552,0000	<=	6.552,0000	0	-1,0000	4.953,0000	6.638,0000
23	C23	2.808,0000	<=	2.808,0000	0	-1,0000	2.760,0000	2.894,0000
24	C24	4.992,0000	<=	4.992,0000	0	-1,0000	328,0000	5.028,0000
25	C25	745,0000	<=	780,0000	35,0000	0	745,0000	M
26	C26	578,0000	<=	638,0000	60,0000	0	578,0000	M

27	C27	130,0000	<=	130,0000	0	-1,0000	0	162,0000
28	C28	3.744,0000	<=	3.744,0000	0	-1,0000	1.232,0000	3.780,0000
29	C29	730,0000	<=	730,0000	0	-1,0000	0	744,0000
30	C30	7.800,0000	<=	7.800,0000	0	-1,0000	5.288,0000	7.836,0000
31	C31	936,0000	<=	936,0000	0	-1,0000	696,0000	972,0000

Ek.6: YAZLAR A.S. X_{6,2} Yeni Bağlantısı

	<u>Decision Variable</u>	<u>Solution Value</u>	<u>Unit Cost or Profit c(j)</u>	<u>Total Contribution</u>	<u>Reduced Cost</u>	<u>Basis Status</u>	<u>Allowable Min. c(j)</u>	<u>Allowable Max. c(j)</u>
1	S1	30,0000	1,0000	30,0000	0	basic	1,0000	1,0000
2	S2	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
3	S3	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
4	S4	86,0000	1,0000	86,0000	0	basic	0	1,0000
5	S5	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
6	S6	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
7	S7	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
8	S8	36,0000	1,0000	36,0000	0	basic	0	1,0000
9	S9	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
10	S10	0	1,0000	0	1,0000	at bound	0	M
11	S11	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
12	S12	128,0000	1,0000	128,0000	0	basic	0	1,0000
13	S13	32,0000	1,0000	32,0000	0	basic	1,0000	M
14	S14	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
15	S15	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
16	S16	14,0000	1,0000	14,0000	0	basic	0	M
17	S17	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
18	S18	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
19	S19	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
20	S20	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
21	X1,1	810,0000	0	0	0	basic	0	0
22	X1,2	3.062,0000	0	0	0	basic	0	0
23	X1,3	180,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0

24	X2,4	1.599,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
25	X2,5	3.105,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
26	X2,6	1.848,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
27	X3,6	48,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
28	X3,7	2.760,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
29	X4,8	4.664,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
30	X4,9	80,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
31	X4,14	248,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
32	X5,10	745,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
33	X6,2	188,0000	0	0	0	basic	0	0
34	X6,11	450,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
35	X6,12	0	0	0	0	at bound	0	M
36	X7,12	0	0	0	0	at bound	0	M
37	X7,13	130,0000	0	0	0	basic	-M	0
38	X8,14	2.512,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
39	X8,15	472,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
40	X8,17	760,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
41	X9,16	730,0000	0	0	0	basic	-M	1,0000
42	X10,17	5.240,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
43	X10,18	2.560,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
44	X11,14	240,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
45	X11,19	46,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
46	X11,20	650,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0

Objective Function (Min.) = 326,0000 (Note: Alternate Solution Exists!!)

	<u>Constraint</u>	<u>Left Hand Side</u>	<u>Direction</u>	<u>Right Hand Side</u>	<u>Slack or Surplus</u>	<u>Shadow Price</u>	<u>Allowable Min. RHS</u>	<u>Allowable Max. RHS</u>
1	C1	840,0000	>=	840,0000	0	1,0000	810,0000	M
2	C2	3.250,0000	>=	3.250,0000	0	1,0000	3.220,0000	4.060,0000
3	C3	180,0000	>=	180,0000	0	1,0000	150,0000	990,0000
4	C4	1.685,0000	>=	1.685,0000	0	1,0000	1.599,0000	M
5	C5	3.105,0000	>=	3.105,0000	0	1,0000	3.019,0000	4.704,0000
6	C6	1.896,0000	>=	1.896,0000	0	1,0000	1.810,0000	3.495,0000
7	C7	2.760,0000	>=	2.760,0000	0	1,0000	2.674,0000	2.808,0000
8	C8	4.700,0000	>=	4.700,0000	0	1,0000	4.664,0000	M
9	C9	80,0000	>=	80,0000	0	1,0000	44,0000	4.744,0000
10	C10	745,0000	>=	745,0000	0	0	0	780,0000
11	C11	450,0000	>=	450,0000	0	1,0000	420,0000	638,0000
12	C12	128,0000	>=	128,0000	0	1,0000	0	M
13	C13	162,0000	>=	162,0000	0	1,0000	130,0000	M
14	C14	3.000,0000	>=	3.000,0000	0	1,0000	2.964,0000	7.664,0000
15	C15	472,0000	>=	472,0000	0	1,0000	436,0000	2.984,0000
16	C16	744,0000	>=	744,0000	0	1,0000	730,0000	M
17	C17	6.000,0000	>=	6.000,0000	0	1,0000	5.964,0000	8.512,0000
18	C18	2.560,0000	>=	2.560,0000	0	1,0000	2.524,0000	5.072,0000
19	C19	46,0000	>=	46,0000	0	1,0000	10,0000	286,0000
20	C20	650,0000	>=	650,0000	0	1,0000	614,0000	890,0000
21	C21	4.052,0000	<=	4.052,0000	0	-1,0000	3.242,0000	4.082,0000
22	C22	6.552,0000	<=	6.552,0000	0	-1,0000	4.953,0000	6.638,0000
23	C23	2.808,0000	<=	2.808,0000	0	-1,0000	2.760,0000	2.894,0000
24	C24	4.992,0000	<=	4.992,0000	0	-1,0000	328,0000	5.028,0000
25	C25	745,0000	<=	780,0000	35,0000	0	745,0000	M
26	C26	638,0000	<=	638,0000	0	-1,0000	450,0000	668,0000

27	C27	130,0000	<=	130,0000	0	-1,0000	0	162,0000
28	C28	3.744,0000	<=	3.744,0000	0	-1,0000	1.232,0000	3.780,0000
29	C29	730,0000	<=	730,0000	0	-1,0000	0	744,0000
30	C30	7.800,0000	<=	7.800,0000	0	-1,0000	5.288,0000	7.836,0000
31	C31	936,0000	<=	936,0000	0	-1,0000	696,0000	972,0000

Ek.7:YAZLAR A.S. X_{5,12} Yeni Bağlantısı

	<u>Decision Variable</u>	<u>Solution Value</u>	<u>Unit Cost or Profit c(j)</u>	<u>Total Contribution</u>	<u>Reduced Cost</u>	<u>Basis Status</u>	<u>Allowable Min. c(j)</u>	<u>Allowable Max. c(j)</u>
1	S1	30,0000	1,0000	30,0000	0	basic	1,0000	1,0000
2	S2	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
3	S3	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
4	S4	86,0000	1,0000	86,0000	0	basic	0	1,0000
5	S5	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
6	S6	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
7	S7	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
8	S8	36,0000	1,0000	36,0000	0	basic	0	1,0000
9	S9	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
10	S10	93,0000	1,0000	93,0000	0	basic	0	1,0000
11	S11	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
12	S12	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
13	S13	32,0000	1,0000	32,0000	0	basic	1,0000	M
14	S14	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
15	S15	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
16	S16	14,0000	1,0000	14,0000	0	basic	0	M
17	S17	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
18	S18	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
19	S19	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
20	S20	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
21	X1,1	810,0000	0	0	0	basic	0	0
22	X1,2	3.062,0000	0	0	0	basic	0	0
23	X1,3	180,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0

24	X2,4	1.599,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
25	X2,5	3.105,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
26	X2,6	1.848,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
27	X3,6	48,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
28	X3,7	2.760,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
29	X4,8	4.664,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
30	X4,9	80,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
31	X4,14	248,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
32	X5,10	652,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
33	X5,12	128,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
34	X6,2	188,0000	0	0	0	basic	0	0
35	X6,11	450,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
36	X6,12	0	0	0	0	at bound	0	M
37	X7,12	0	0	0	0	at bound	0	M
38	X7,13	130,0000	0	0	0	basic	-M	0
39	X8,14	2.512,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
40	X8,15	472,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
41	X8,17	760,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
42	X9,16	730,0000	0	0	0	basic	-M	1,0000
43	X10,17	5.240,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
44	X10,18	2.560,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
45	X11,14	240,0000	0	0	0	basic	0	1,0000
46	X11,19	46,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
47	X11,20	650,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0

Objective Function (Min.) = 291,0000 (Note: Alternate Solution Exists!!)

	<u>Constraint</u>	<u>Left Hand Side</u>	<u>Direction</u>	<u>Right Hand Side</u>	<u>Slack or Surplus</u>	<u>Shadow Price</u>	<u>Allowable Min. RHS</u>	<u>Allowable Max. RHS</u>
1	C1	840,0000	>=	840,0000	0	1,0000	810,0000	M
2	C2	3.250,0000	>=	3.250,0000	0	1,0000	3.220,0000	4.060,0000
3	C3	180,0000	>=	180,0000	0	1,0000	150,0000	990,0000
4	C4	1.685,0000	>=	1.685,0000	0	1,0000	1.599,0000	M
5	C5	3.105,0000	>=	3.105,0000	0	1,0000	3.019,0000	4.704,0000
6	C6	1.896,0000	>=	1.896,0000	0	1,0000	1.810,0000	3.495,0000
7	C7	2.760,0000	>=	2.760,0000	0	1,0000	2.674,0000	2.808,0000
8	C8	4.700,0000	>=	4.700,0000	0	1,0000	4.664,0000	M
9	C9	80,0000	>=	80,0000	0	1,0000	44,0000	4.744,0000
10	C10	745,0000	>=	745,0000	0	1,0000	652,0000	M
11	C11	450,0000	>=	450,0000	0	1,0000	420,0000	638,0000
12	C12	128,0000	>=	128,0000	0	1,0000	35,0000	780,0000
13	C13	162,0000	>=	162,0000	0	1,0000	130,0000	M
14	C14	3.000,0000	>=	3.000,0000	0	1,0000	2.964,0000	7.664,0000
15	C15	472,0000	>=	472,0000	0	1,0000	436,0000	2.984,0000
16	C16	744,0000	>=	744,0000	0	1,0000	730,0000	M
17	C17	6.000,0000	>=	6.000,0000	0	1,0000	5.964,0000	8.512,0000
18	C18	2.560,0000	>=	2.560,0000	0	1,0000	2.524,0000	5.072,0000
19	C19	46,0000	>=	46,0000	0	1,0000	10,0000	286,0000
20	C20	650,0000	>=	650,0000	0	1,0000	614,0000	890,0000
21	C21	4.052,0000	<=	4.052,0000	0	-1,0000	3.242,0000	4.082,0000
22	C22	6.552,0000	<=	6.552,0000	0	-1,0000	4.953,0000	6.638,0000
23	C23	2.808,0000	<=	2.808,0000	0	-1,0000	2.760,0000	2.894,0000
24	C24	4.992,0000	<=	4.992,0000	0	-1,0000	328,0000	5.028,0000
25	C25	780,0000	<=	780,0000	0	-1,0000	128,0000	873,0000
26	C26	638,0000	<=	638,0000	0	-1,0000	450,0000	668,0000

27	C27	130,0000	<=	130,0000	0	-1,0000	0	162,0000
28	C28	3.744,0000	<=	3.744,0000	0	-1,0000	1.232,0000	3.780,0000
29	C29	730,0000	<=	730,0000	0	-1,0000	0	744,0000
30	C30	7.800,0000	<=	7.800,0000	0	-1,0000	5.288,0000	7.836,0000
31	C31	936,0000	<=	936,0000	0	-1,0000	696,0000	972,0000

Ek.8: YAZLAR A.S. Tamamen Esneklik

	<u>Decision Variable</u>	<u>Solution Value</u>	<u>Unit Cost or Profit c(j)</u>	<u>Total Contribution</u>	<u>Reduced Cost</u>	<u>Basis Status</u>	<u>Allowable Min. c(j)</u>	<u>Allowable Max. c(j)</u>
1	S1	69,0000	1,0000	69,0000	0	basic	1,0000	1,0000
2	S2	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
3	S3	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
4	S4	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
5	S5	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
6	S6	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
7	S7	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
8	S8	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
9	S9	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
10	S10	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
11	S11	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
12	S12	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
13	S13	162,0000	1,0000	162,0000	0	basic	0	1,0000
14	S14	60,0000	1,0000	60,0000	0	basic	1,0000	1,0000
15	S15	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
16	S16	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
17	S17	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
18	S18	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
19	S19	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
20	S20	0	1,0000	0	0	at bound	1,0000	M
21	X1,1	0	0	0	0	at bound	0	M
22	X1,2	0	0	0	0	at bound	0	M
23	X1,3	0	0	0	0	at bound	0	M

24	X1,4	0	0	0	0	at bound	0	M
25	X1,5	0	0	0	0	at bound	0	M
26	X1,6	0	0	0	0	at bound	0	M
27	X1,7	0	0	0	0	at bound	0	M
28	X1,8	0	0	0	0	at bound	0	M
29	X1,9	0	0	0	0	at bound	0	M
30	X1,10	0	0	0	0	at bound	0	M
31	X1,11	0	0	0	0	at bound	0	M
32	X1,12	0	0	0	0	at bound	0	M
33	X1,13	0	0	0	0	at bound	0	M
34	X1,14	0	0	0	0	at bound	0	M
35	X1,15	0	0	0	0	at bound	0	M
36	X1,16	0	0	0	0	at bound	0	M
37	X1,17	796,0000	0	0	0	basic	0	0
38	X1,18	2.560,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
39	X1,19	46,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
40	X1,20	650,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
41	X2,1	0	0	0	0	at bound	0	M
42	X2,2	0	0	0	0	at bound	0	M
43	X2,3	0	0	0	0	at bound	0	M
44	X2,4	0	0	0	0	at bound	0	M
45	X2,5	0	0	0	0	at bound	0	M
46	X2,6	0	0	0	0	at bound	0	M
47	X2,7	0	0	0	0	at bound	0	M
48	X2,8	0	0	0	0	at bound	0	M
49	X2,9	0	0	0	0	at bound	0	M
50	X2,10	0	0	0	0	at bound	0	M
51	X2,11	0	0	0	0	at bound	0	M
52	X2,12	0	0	0	0	at bound	0	M

53	X2,13	0	0	0	0	at bound	0	M
54	X2,14	132,0000	0	0	0	basic	0	0
55	X2,15	472,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
56	X2,16	744,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
57	X2,17	5.204,0000	0	0	0	basic	0	0
58	X2,18	0	0	0	0	at bound	0	M
59	X2,19	0	0	0	0	at bound	0	M
60	X2,20	0	0	0	0	at bound	0	M
61	X3,1	0	0	0	0	at bound	0	M
62	X3,2	0	0	0	0	at bound	0	M
63	X3,3	0	0	0	0	at bound	0	M
64	X3,4	0	0	0	0	at bound	0	M
65	X3,5	0	0	0	0	at bound	0	M
66	X3,6	0	0	0	0	at bound	0	M
67	X3,7	0	0	0	0	at bound	0	M
68	X3,8	0	0	0	0	at bound	0	M
69	X3,9	0	0	0	0	at bound	0	M
70	X3,10	0	0	0	0	at bound	0	M
71	X3,11	0	0	0	0	at bound	0	M
72	X3,12	0	0	0	0	at bound	0	M
73	X3,13	0	0	0	0	at bound	0	M
74	X3,14	2.808,0000	0	0	0	basic	-M	0
75	X3,15	0	0	0	0	at bound	0	M
76	X3,16	0	0	0	0	at bound	0	M
77	X3,17	0	0	0	0	at bound	0	M
78	X3,18	0	0	0	0	at bound	0	M
79	X3,19	0	0	0	0	at bound	0	M
80	X3,20	0	0	0	0	at bound	0	M
81	X4,1	0	0	0	0	at bound	0	M

82	X4,2	0	0	0	0	at bound	0	M
83	X4,3	0	0	0	0	at bound	0	M
84	X4,4	0	0	0	0	at bound	0	M
85	X4,5	0	0	0	0	at bound	0	M
86	X4,6	0	0	0	0	at bound	0	M
87	X4,7	0	0	0	0	at bound	0	M
88	X4,8	3.589,0000	0	0	0	basic	0	0
89	X4,9	80,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
90	X4,10	745,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
91	X4,11	450,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
92	X4,12	128,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
93	X4,13	0	0	0	0	at bound	0	M
94	X4,14	0	0	0	0	at bound	0	M
95	X4,15	0	0	0	0	at bound	0	M
96	X4,16	0	0	0	0	at bound	0	M
97	X4,17	0	0	0	0	at bound	0	M
98	X4,18	0	0	0	0	at bound	0	M
99	X4,19	0	0	0	0	at bound	0	M
100	X4,20	0	0	0	0	at bound	0	M
101	X5,1	0	0	0	0	at bound	0	M
102	X5,2	0	0	0	0	at bound	0	M
103	X5,3	0	0	0	0	at bound	0	M
104	X5,4	0	0	0	0	at bound	0	M
105	X5,5	0	0	0	0	at bound	0	M
106	X5,6	0	0	0	0	at bound	0	M
107	X5,7	0	0	0	0	at bound	0	M
108	X5,8	780,0000	0	0	0	basic	-M	0
109	X5,9	0	0	0	0	at bound	0	M
110	X5,10	0	0	0	0	at bound	0	M

111	X5,11	0	0	0	0	at bound	0	M
112	X5,12	0	0	0	0	at bound	0	M
113	X5,13	0	0	0	0	at bound	0	M
114	X5,14	0	0	0	0	at bound	0	M
115	X5,15	0	0	0	0	at bound	0	M
116	X5,16	0	0	0	0	at bound	0	M
117	X5,17	0	0	0	0	at bound	0	M
118	X5,18	0	0	0	0	at bound	0	M
119	X5,19	0	0	0	0	at bound	0	M
120	X5,20	0	0	0	0	at bound	0	M
121	X6,1	0	0	0	0	at bound	0	M
122	X6,2	0	0	0	0	at bound	0	M
123	X6,3	0	0	0	0	at bound	0	M
124	X6,4	0	0	0	0	at bound	0	M
125	X6,5	0	0	0	0	at bound	0	M
126	X6,6	0	0	0	0	at bound	0	M
127	X6,7	307,0000	0	0	0	basic	0	0
128	X6,8	331,0000	0	0	0	basic	0	0
129	X6,9	0	0	0	0	at bound	0	M
130	X6,10	0	0	0	0	at bound	0	M
131	X6,11	0	0	0	0	at bound	0	M
132	X6,12	0	0	0	0	at bound	0	M
133	X6,13	0	0	0	0	at bound	0	M
134	X6,14	0	0	0	0	at bound	0	M
135	X6,15	0	0	0	0	at bound	0	M
136	X6,16	0	0	0	0	at bound	0	M
137	X6,17	0	0	0	0	at bound	0	M
138	X6,18	0	0	0	0	at bound	0	M
139	X6,19	0	0	0	0	at bound	0	M

140	X6,20	0	0	0	0	at bound	0	M
141	X7,1	0	0	0	0	at bound	0	M
142	X7,2	0	0	0	0	at bound	0	M
143	X7,3	0	0	0	0	at bound	0	M
144	X7,4	0	0	0	0	at bound	0	M
145	X7,5	0	0	0	0	at bound	0	M
146	X7,6	0	0	0	0	at bound	0	M
147	X7,7	130,0000	0	0	0	basic	-M	0
148	X7,8	0	0	0	0	at bound	0	M
149	X7,9	0	0	0	0	at bound	0	M
150	X7,10	0	0	0	0	at bound	0	M
151	X7,11	0	0	0	0	at bound	0	M
152	X7,12	0	0	0	0	at bound	0	M
153	X7,13	0	0	0	0	at bound	0	M
154	X7,14	0	0	0	0	at bound	0	M
155	X7,15	0	0	0	0	at bound	0	M
156	X7,16	0	0	0	0	at bound	0	M
157	X7,17	0	0	0	0	at bound	0	M
158	X7,18	0	0	0	0	at bound	0	M
159	X7,19	0	0	0	0	at bound	0	M
160	X7,20	0	0	0	0	at bound	0	M
161	X8,1	0	0	0	0	at bound	0	M
162	X8,2	0	0	0	0	at bound	0	M
163	X8,3	0	0	0	0	at bound	0	M
164	X8,4	0	0	0	0	at bound	0	M
165	X8,5	0	0	0	0	at bound	0	M
166	X8,6	1.421,0000	0	0	0	basic	0	0
167	X8,7	2.323,0000	0	0	0	basic	0	0
168	X8,8	0	0	0	0	at bound	0	M

169	X8,9	0	0	0	0	at bound	0	M
170	X8,10	0	0	0	0	at bound	0	M
171	X8,11	0	0	0	0	at bound	0	M
172	X8,12	0	0	0	0	at bound	0	M
173	X8,13	0	0	0	0	at bound	0	M
174	X8,14	0	0	0	0	at bound	0	M
175	X8,15	0	0	0	0	at bound	0	M
176	X8,16	0	0	0	0	at bound	0	M
177	X8,17	0	0	0	0	at bound	0	M
178	X8,18	0	0	0	0	at bound	0	M
179	X8,19	0	0	0	0	at bound	0	M
180	X8,20	0	0	0	0	at bound	0	M
181	X9,1	0	0	0	0	at bound	0	M
182	X9,2	0	0	0	0	at bound	0	M
183	X9,3	0	0	0	0	at bound	0	M
184	X9,4	0	0	0	0	at bound	0	M
185	X9,5	255,0000	0	0	0	basic	0	0
186	X9,6	475,0000	0	0	0	basic	0	0
187	X9,7	0	0	0	0	at bound	0	M
188	X9,8	0	0	0	0	at bound	0	M
189	X9,9	0	0	0	0	at bound	0	M
190	X9,10	0	0	0	0	at bound	0	M
191	X9,11	0	0	0	0	at bound	0	M
192	X9,12	0	0	0	0	at bound	0	M
193	X9,13	0	0	0	0	at bound	0	M
194	X9,14	0	0	0	0	at bound	0	M
195	X9,15	0	0	0	0	at bound	0	M
196	X9,16	0	0	0	0	at bound	0	M
197	X9,17	0	0	0	0	at bound	0	M

198	X9,18	0	0	0	0	at bound	0	M
199	X9,19	0	0	0	0	at bound	0	M
200	X9,20	0	0	0	0	at bound	0	M
201	X10,1	0	0	0	0	at bound	0	M
202	X10,2	3.085,0000	0	0	0	basic	0	0
203	X10,3	180,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
204	X10,4	1.685,0000	0	0	0	basic	-1,0000	0
205	X10,5	2.850,0000	0	0	0	basic	0	0
206	X10,6	0	0	0	0	at bound	0	M
207	X10,7	0	0	0	0	at bound	0	M
208	X10,8	0	0	0	0	at bound	0	M
209	X10,9	0	0	0	0	at bound	0	M
210	X10,10	0	0	0	0	at bound	0	M
211	X10,11	0	0	0	0	at bound	0	M
212	X10,12	0	0	0	0	at bound	0	M
213	X10,13	0	0	0	0	at bound	0	M
214	X10,14	0	0	0	0	at bound	0	M
215	X10,15	0	0	0	0	at bound	0	M
216	X10,16	0	0	0	0	at bound	0	M
217	X10,17	0	0	0	0	at bound	0	M
218	X10,18	0	0	0	0	at bound	0	M
219	X10,19	0	0	0	0	at bound	0	M
220	X10,20	0	0	0	0	at bound	0	M
221	X11,1	771,0000	0	0	0	basic	0	0
222	X11,2	165,0000	0	0	0	basic	0	0
223	X11,3	0	0	0	0	at bound	0	M
224	X11,4	0	0	0	0	at bound	0	M
225	X11,5	0	0	0	0	at bound	0	M
226	X11,6	0	0	0	0	at bound	0	M

227	X11,7	0	0	0	0	at bound	0	M
228	X11,8	0	0	0	0	at bound	0	M
229	X11,9	0	0	0	0	at bound	0	M
230	X11,10	0	0	0	0	at bound	0	M
231	X11,11	0	0	0	0	at bound	0	M
232	X11,12	0	0	0	0	at bound	0	M
233	X11,13	0	0	0	0	at bound	0	M
234	X11,14	0	0	0	0	at bound	0	M
235	X11,15	0	0	0	0	at bound	0	M
236	X11,16	0	0	0	0	at bound	0	M
237	X11,17	0	0	0	0	at bound	0	M
238	X11,18	0	0	0	0	at bound	0	M
239	X11,19	0	0	0	0	at bound	0	M
240	X11,20	0	0	0	0	at bound	0	M

Objective Function (Min.) = 291,0000 (Note: Alternate Solution Exists!!)

	<u>Constraint</u>	<u>Left Hand Side</u>	<u>Direction</u>	<u>Right Hand Side</u>	<u>Slack or Surplus</u>	<u>Shadow Price</u>	<u>Allowable Min. RHS</u>	<u>Allowable Max. RHS</u>
1	C1	840,0000	>=	840,0000	0	1,0000	771,0000	M
2	C2	3.250,0000	>=	3.250,0000	0	1,0000	3.181,0000	4.021,0000
3	C3	180,0000	>=	180,0000	0	1,0000	111,0000	951,0000
4	C4	1.685,0000	>=	1.685,0000	0	1,0000	1.616,0000	2.456,0000
5	C5	3.105,0000	>=	3.105,0000	0	1,0000	3.036,0000	3.876,0000

6	C6	1.896,0000	>=	1.896,0000	0	1,0000	1.827,0000	2.151,0000
7	C7	2.760,0000	>=	2.760,0000	0	1,0000	2.691,0000	3.015,0000
8	C8	4.700,0000	>=	4.700,0000	0	1,0000	4.631,0000	4.955,0000
9	C9	80,0000	>=	80,0000	0	1,0000	11,0000	335,0000
10	C10	745,0000	>=	745,0000	0	1,0000	676,0000	1.000,0000
11	C11	450,0000	>=	450,0000	0	1,0000	381,0000	705,0000
12	C12	128,0000	>=	128,0000	0	1,0000	59,0000	383,0000
13	C13	162,0000	>=	162,0000	0	1,0000	0	M
14	C14	3.000,0000	>=	3.000,0000	0	1,0000	2.940,0000	M
15	C15	472,0000	>=	472,0000	0	1,0000	412,0000	604,0000
16	C16	744,0000	>=	744,0000	0	1,0000	684,0000	876,0000
17	C17	6.000,0000	>=	6.000,0000	0	1,0000	5.940,0000	6.132,0000
18	C18	2.560,0000	>=	2.560,0000	0	1,0000	2.500,0000	2.692,0000
19	C19	46,0000	>=	46,0000	0	1,0000	0	178,0000
20	C20	650,0000	>=	650,0000	0	1,0000	590,0000	782,0000
21	C21	4.052,0000	<=	4.052,0000	0	-1,0000	3.920,0000	4.112,0000
22	C22	6.552,0000	<=	6.552,0000	0	-1,0000	6.420,0000	6.612,0000
23	C23	2.808,0000	<=	2.808,0000	0	-1,0000	0	2.868,0000
24	C24	4.992,0000	<=	4.992,0000	0	-1,0000	4.737,0000	5.061,0000
25	C25	780,0000	<=	780,0000	0	-1,0000	525,0000	849,0000
26	C26	638,0000	<=	638,0000	0	-1,0000	383,0000	707,0000
27	C27	130,0000	<=	130,0000	0	-1,0000	0	199,0000
28	C28	3.744,0000	<=	3.744,0000	0	-1,0000	3.489,0000	3.813,0000
29	C29	730,0000	<=	730,0000	0	-1,0000	475,0000	799,0000
30	C30	7.800,0000	<=	7.800,0000	0	-1,0000	7.029,0000	7.869,0000
31	C31	936,0000	<=	936,0000	0	-1,0000	165,0000	1.005,0000

KAYNAKÇA

Acar, Nesime (2003a), **Malzeme İhtiyaç Planlaması**, MPM Yayınları, No.323, Ankara, 7. Basım

Acar, Nesime (2003b), **Tam Zamanında Üretim**, MPM Yayınları, No.542, Ankara, 6. Basım

Akşin Z.O. / Karaesmen F., (2004), "Characterizing The Performance of Process Flexibility Structures", **INSEAD**, Working Paper

Akşin Z. / Karaesmen F. / Örmeci L., "On the Interaction Between Resource Flexibility and Flexibility Structures", http://home.ku.edu.tr/~karaesmen/pdfpapers/AKO_flex_takhyntos_05.pdf (Erişim Tarihi: 03/08/2005)

Aprile D. / Garavelli A.C. / Giannoccaro I., (2005), "Operations Planning And Flexibility In A Supply Chain", **Production Planning&Control**, Vol.16, No.1, 21-31

Arslan A., (1999), Developing And Implementing Supply Chain Strategies By Using System Dynamics, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul: Yeditepe Üniversitesi

Avunduk H., (1998), Endüstri İşletmelerinde Esnek Üretim Sistemleri
Ve Bir Uygulama, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), İzmir: Dokuz
Eylül Üniversitesi

Baydar M.O., (2002), Tedarik Zinciri Yönetimi Ve Siparişe Göre
Üretim Yapan Bir İşletmede Uygulaması, (Yayımlanmamış
Yüksek Lisans Tezi), İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi

Beamon B.M., (1998), "Supply Chain Design and Analysis: Models
and Methods", **International Journal of Production
Economics**, No.55, 281-294

Beamon B.M., (1999), "Measuring Supply Chain Performance",
**International Journal of Operations and Production
Management**, Vol.19, No.3, 275-292

Bowersox D.J. / Closs D.C., (1996), **Logistical Management: The
Integrated Supply Chain Process**, McGraw – Hill, New York

Bowersox D.J., (1997), "Lessons Learned from the World Class
Leaders", **Supply Chain Management Review**, Vol.1, No.1, 61
– 67

Carlson P.F., (1990), "The Long and Short of Strategic Planning",
Journal of Business Strategy, June, 15 – 19

Christopher M.L., (1992), **Logistics and Supply Chain
Management**, Pitman Publishing, London

Chou M.C. / Teo C.P. / Zheng H., (2005), "Process Flexibility Revisited: Graph Expander And Food – From – The – Heart", <http://www.kellogg.northwestern.edu/msom2005/papers/Teo.pdf> (Erişim Tarihi: 10.10.2005)

Cooper M.C. / Ellram L.M., (1993), "Characteristics of Supply Chain Management and the Implication for Purchasing and Logistics Strategy, **The International Journal of Logistics Management**, Vol.8, No.1, 1– 14

Cooper M.C. / Lambert D.M. / Pagh J.D., (1997), "Supply Chain Management : More Than a New Name for Logistics", **The International Journal of Logistics Management**, Vol.8, No.1, 1 – 14

Cooper M.C. / Ellram L.M. / Gardner J.T. / Hanks A.M., (1997), "Meshing Multiple Alliances", **Journal of Business Logistics**, Vol.18, No.1, 67-89

Çağlıyan V., (2003), Kresel Rekabet Ortamında Tedarik Zinciri Yönetimi, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Konya: Selçuk Üniversitesi

Çapar İ. , (2002), A Supply Chain Performance Measurement System: A Case Study In Automotive Industry, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul: Sabancı Üniversitesi

Davenport T.H., (1993), **Process Innovation, Reengineering Work through Information Technology**, Harvard Business Scholl Pres., Boston

David Frederick Ross, (1998), **Competing Through Supply Chain Management: Creating Market – Winning Strategies Through Supply Chain Partnerships**, Kluwer Academic Publishers, 2nd Edition

Demir Hulusi, (1982), **Üretim Yönetimi**, İstiklal Matbaası, İzmir

De Toni A. / Tonchia S., (2001), “Performance Measurement Systems – Models, Characteristics And Measures”, **International Journal of Operations&Production Management**, Vol.21, No.1/2, 46-61

Ellram L.M., (1990), “The Supplier Selection Decision in Strategic Partnerships”, **Journal of Purchasing and Materials Management**, Vol.26, No.4, 8 – 14

Ellram L.M. / Cooper M.C., (1990), “Supply Chain Management , Partnerships, and the Shipper –Third – Party Relationship”, **The International Journal of Logistics Management**, Vol.1, No.2, 1 – 10

Ettlie J.E. / Penner-Hahn J.D., (1994), “Flexibility Ratios And Manufacturing Strategy”, **Management Science**, Vol.40, No.11, 1444-1454

- Fine C.H. / Freund R.M., (1990), "Optimal Investment in Product – Flexible Manufacturing Capacity", **Management Science**, Vol.36, No.4, 449 – 466
- Ganeshan R. / Harrison T.P., (1995), "An Introduction to Supply Chain Management", http://lcm.csa.iisc.ernet.in/scm/supply_chain_intro.html (Erişim Tarihi: 10.10.2005)
- Garavelli A.C., (2001), "Performance Analysis of A Batch Production System With Limited Flexibility", **International Journal of Production Economics**, No.69, 39-48
- Garavelli A.C., (2003), "Flexibility Configurations For The Supply Chain Management", **International Journal of Production Economics**, No.85, 141-153
- Geunes J. / Panos M. Pardalos / H. Edwin Romeijn (ed.), (2002), **Supply Chain Management: Models, Applications And Research Directions**, Kluwer Academic Publishers, Netherlands
- Graves S.C. / Tomlin B.T., (2003), "Process Flexibility In Supply Chains" **Management Science**, Vol.49, No.7, 907-919
- Gupta Y.P. / Somers T.M., (1992), "The Measurement of Manufacturing Flexibility", **European Journal of Operational Research**, No.60, 166-182

- Gupta D., (1993), "On Measurement And Valuation of Manufacturing Flexibility", **International Journal of Production Research**, Vol.31, No.12
- Ho Y.C. / Moodie C.L., (1996), "Solving Cell Formation Problems In A Manufacturing Environment With Flexible Processing And Routeing Capabilities", **International Journal of Production Researchs**, Vol.34, No.10, 2901-2923
- Houlihan J.B., (1988), "International Supply Chains: A New Approach", **Management Decision**, Vol.26, No.3, 13 – 19
- Iravani S.M. / Oyen M.P.V. / Sims K.T., (2005), "Structural Flexibility: A New Perspective on The Design of Manufacturing And Service Operations", **Management Science**, Vol.51, No.2, 151-166
- Jeremy F. Shapiro, (2001), **Modeling the Supply Chain**, Duxbury, USA
- John J. Coyle / Edward J. Bardu / C. John Longley, (1992), **The Management of Business Logistics**, West Publishing Company, 5th Edition
- Jones T. / Riley D.W., (1985), "Using Inventory for Competitive Advantage through Supply Chain Management", **International Journal of Physical Distribution and Materials Management**, Vol.15, No.5, 16-26

Jordan C.W. / Graves S.C., (1995), "Principles on The Benefits of Manufacturing Process Flexibility", **Management Science**, Vol.41, No.4, 577-594

Kaplan S., (2003), Tedarik Zincirinde Toplam Kalite Yönetimi, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul: Marmara Üniversitesi

Kaufmann R.G., (2002), "Supply Management : What's In A Name?Or, Do We Know Who We Are?", **Journal of Supply Chain Management**, Vol.38, No.4, 46-50

Kobu, Bülent (1989), **Üretim Yönetimi**, Yön Ajans, İstanbul, 7. Baskı

Koste L.L. / Malhotra M.K., (1999), "A Theoretical Framework For Analyzing The Dimensions of Manufacturing Flexibility", **Journal of Operations Management**, No.18, 75-93

La Londe B.J. / Masters J.M.,(1994), "Emerging Logistics Strategies:Blueprints for the Next Century", **International Journal of Pyhsical Distribution and Logistics Management**, Vol.24, No.7, 35-47

La Londe B.J., (1997), "Supply Chain Management: Myth or Reality?", **Supply Chain Management Review**, Vol.1, Spring, 6 – 7

Lambert D.M. / Stock J.R. / Ellram L.M., (1998), **Fundamentals of Logistics Management**, MA: Irwin/McGraw-Hill, Chapter 14, Boston

Lambert D.M. / Cooper C.M. / Pagh J.D., (1998), "Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities", **International Journal of Logistics Management**, Vol.9, No.2, 1 – 18

Larson P.D. / Halldorsson A., (2002), "What is SCM?And, Where is it?", **Journal of Supply Chain Management**, Vol.38, No.4, 36 – 44

Lloréns F.J. / Molina L.M. / Verdu A.J., (Baskıda), "Flexibility of Manufacturing Systems, Strategic Change And Performance", **International Journal of Production Economics**

Mentzer J.T./ DeWitt W. / Keebler J.S. / Min S. / Nix N.W. / Smith C.D., (2001), "Defining Suply Chain Management", **Journal of Business Logistics**, Vol. 22, No.2, 1–25

Monczka R. / Trent R. / Handfield R., (1998), **Purchasing and Supply Chain Management**, OH: South-Western College Publishing, Cincinnati

Perçin S., (2004), Tedarik Zinciri Yönetimi Ve Türk Otomotiv Yan Sanayi Uygulaması, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Ankara: Ankara Üniversitesi

Pujawan I.N., (2004), "Assessing Supply Chain Flexibility: A Conceptual Framework And Case Study", **International Journal of Integrated Supply Management**, Vol.1, No.1, 79 – 97

Ralph W. Woodgate, (1991), **Managing The Manufacturing Process A Pattern For Excellence**, John Willey&Sons Inc.

Ramasesh R.V. / Jayakumar M.D., (1991), "Measurement of Manufacturing Flexibility: A Value Based Approach", **Journal of Operations Management**, Vol.10, No.4, 446-468

Raturi A.S. / Subramani J., (2002), "Upstream vs. Downstream Flexibility in a Production – Distribution Supply Chain", **Working Paper**

Richard J. Schonberger / Edward M. Knod, (1994), **Operations Management**, Richard D. Irwin Inc. , 5th Edition

Roger W. Schmenner, (1990), **Production/Operations Management Concepts And Situations**, Macmillan Publishing Company, New York, 4th Edition

Ronald G. Aksin / Charles R. Strandridge, (1993), **Modeling And Analysis of Manufacturing Systems**, John Willey&Sons. Inc.

- Ross D.F., (1998), **Competing Through Supply Chain Management: Creating Market – Winning Strategies Through Supply Chain Partnerships**, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2nd Edition
- Roze C. / Kasilingam R.G., (1996), “Sizing of Manufacturing Systems Considering Process Flexibility”, **Computers Ind. Engng.**, Vol.31, No.1/2, 151-154
- Sarker B.R. / Krishnamurthy S. / Kuthethur S.G., (1994), “A Survey And Critical Review of Flexibility Measures In Manufacturing Systems”, **Production Planning&Control**, Vol.5, No.6, 512-523
- Sethi A.K. / Sethi S.P., (1990), “Flexibility in manufacturing: a survey”, **International Journal of Flexible Manufacturing Systems**, Vol.2, 289 – 328
- Shapiro J.F., (2001), **Modeling The Supply Chain**, Duxbury, USA
- Sheikhzadeh M. / Benjaafar S. / Gupta D., (1998), “Machine Sharing In Manufacturing Systems: Total Flexibility versus Chaining”, **The International Journal of Flexible Manufacturing Systems**, No.10, 351-378
- Shewchuk D.P. / Moodie C.L., (1998), “Definition And Classification of Manufacturing Flexibility Types And Measures”, **The**

International Journal of Flexible Manufacturing Systems,
No.10, 325-349

Sivri F., (2003), İşletmelerde Tedarik Zinciri Yönetimi: Tekstil Sanayinde Bir Uygulama, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi

Spitter J.M. / Hurkens C.A.J. / DeKok A.G. / Lenstra J.K. / Negenman E.G., (2005), "Linear Programming Models With Planned Lead Times For Supply Chain Operations Planning", **European Journal of Operational Research**, No.163, 706-720

Stephen N., (1997), "The Scope of Supply Chain Management Research", **Journal of Supply Chain Management**, Vol.2, No.1, 15-26

Stevens G.C., (1989), "Integrating the Supply Chains", **International Journal of Physical Distribution and Materials Management**, Vol.23, Spring, 19-24

Sunil Chopra / Peter Meindl, (2001), **Supply Chain Management : Strategy, Planning, And Operation**, Prentice Hall, New Jersey

Tan K.C., (2001), "A Framework of Supply Chain Management Literature", **European Journal of Purchasing&Supply Management**, No.7, 39-48

Tomlin B.T., (2000), Supply Chain Design: Capacity, Flexibility And Wholesale Price Strategies, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Massachusetts Institute of Technology

Tunçer O., (2003), Esnek Üretim Sistemleri Ve Endüstri İşletmelerinde Uygulanabilirliğinin İncelenmesi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi

Tyandall G. / Christopher G. / Wolfgang P. / Kamauff J., (1998). **Supercharging Supply Chains: New Ways to Increase Value Through Global Operational Excellence**, NY: John Wiley&Sons., New York

Ulupınar M., (2004), Belirsiz Ve Dinamik Talep Altında Malzeme İhtiyaç Planlaması İçin Bir Optimizasyon Modeli, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Ankara: Hacettepe Üniversitesi

Upton D.M., (1994), "The Management of Manufacturing Flexibility", **The Management of Manufacturing Flexibility**, Winter, 72-89

Van Mieghem P., (1998), "A lower bound for the end-to-end delay in Networks: Application to voice over IP", **Globecom'98**, Nov. 8, No.12, 2508-2513

Yener M., (2003), Critical Managerial Attributes In The Success of Supply Chain Management: Based On The Strategic Evolution of Supply Chain Management", (Yayımlanmamış Doktora Tezi), İstanbul: Marmara Üniversitesi

William J. Stevenson, (1999), **Production Operations Management**, Irwin Mcgraw-Hill, 6th Edition

Xavier de Groot, (1994), "The Flexibility of Production Process: A General Framework", **Management Science**, Vol.40, No.7, 933-945