

**T.C. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ BİLİM DALI**

176389

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEDARİK ZİNCİRLERİNDE KÜMELENDİRME

**ESRA ÇAKIR
2501980276**

TEZ DANIŞMANI: DOÇ DR. NECDET ÖZÇAKAR

DÜZELTİLMİŞ TEZ

İSTANBUL, 2002

DÜZELTMELER:

- 1) İlk hazırlanan tezde sayfa numaraları sayfanın üst orta bölümündeydi.
_ Yeni hazırlanan tezde sayfa numaraları sağ alt bölüme yazılarak düzeltilmiştir.
- 2) İlk hazırlanan tezde bölüm numaraları Romen rakamlarıyla başlamaktaydı.
_ Yeni hazırlanan tezde bölüm numaraları normal Arap rakamlarıyla yazılmıştır.
- 3) İlk hazırlanan tezde öz ve önsöz bölümleri bulunmamaktaydı.
_ Yeni hazırlanan tezde öz ve önsöz bulunmaktadır.
- 4) İlk hazırlanan tezde içindekiler sayfasında numaralandırma yoktu.
_ Yeni hazırlanan tezde bu numaralandırma yapılmıştır.
- 5) İlk hazırlanan tezde giriş bölümünün içeriği ilk tezde araştırılan “tedarik zinciri sistemi” ve “kümelendirmenin incelenmesi” bölümlerinin konularını kapsıyordu ve “kümelendirme metodunun işleyişi” bölümünde anlatılan araştırılan makaledeki envanter optimizasyon sistemi ve uygulama hakkında bilgi yoktu.
_ Yeni yapılan tezde tedarik zinciri, kümelendirme ve optimizasyon sistemi konuları geniş olarak araştırıldığından ve uygulama yapıldığından girişte bu konulardan bahsedilmektedir.
- 6) İlk tezde tedarik zinciri sistemi bölümü sınırlı olarak, sadece belirli konu başlıklarını içerecek şekilde anlatılmıştı.
_ Yeni hazırlanan tezde tedarik zinciri sistemi 3-43 sayfaları arasında geniş olarak araştırılarak, kapsadığı bütün konulara değinilerek anlatılmıştır.
- 7) İlk tezde kümelendirmenin incelenmesi bölümünde kümelendirme çeşitleri, benzerlik ölçümleri, hiyerarşik kümelendirme gibi konular çok sınırlı olarak anlatılmaktaydı.
_ Yeni hazırlanan tezde yukarıda anlatılan konular diğer yan konularla birlikte geniş olarak araştırılarak, 44-64 sayfaları arasında anlatılmaktadır.
- 8) İlk tezde kümelendirme metodunun işleyişi bölümünün başında 14. sayfada bulunan Şekil 3.1'in ayrıntılı açıklaması verilmemişti.
_ Yeni hazırlanan tezde 65. sayfada bulunan Şekil 3.1'in ayrıntılı açıklaması verilmiştir.
- 9) İlk tezde kümelendirme metodunun işleyişi bölümünde 15. sayfada bulunan $d(ij)$ formülünün $C(j)[(\mu_1(j)+\mu_t(j)) \sigma_{ue}^2(j)+\mu_{ue}^2(i)(\sigma_1^2(i)+\sigma_t^2(i))^{1/2}]$ kısmında $\mu_{ue}^2(j)(\sigma_1^2(j)+\sigma_t^2(j))^{1/2}$ yerine $\mu_{ue}^2(i)(\sigma_1^2(i)+\sigma_t^2(i))^{1/2}$ ifadesi geçmektedir.
_ Bu ifade yeni hazırlanan tezde 66. sayfada $\mu_{ue}^2(j)(\sigma_1^2(j)+\sigma_t^2(j))^{1/2}$ ifadesi konularak formül düzeltilmiştir.
- 10) İlk tezde kümelendirme metodunun işleyişi bölümünde ele alınan makalede değinilen envanter optimizasyon sistemi hakkında açıklamada 19. sayfadaki c_i değeri sipariş maliyeti olarak gösterilmekteydi.
_ Yeni hazırlanan tezde 70. sayfada c_i değerinin anlamı üretim maliyeti olarak düzeltilmiştir.
- 11) İlk tezde kümelendirme metodunun işleyişi bölümünde ele alınan makalede değinilen envanter optimizasyon sistemi hakkında açıklamada 19. sayfadaki $C(k)=\sum [c_i\mu_i+c_j\sigma_iH(k_i)]$ ve $C(k)=(\sum +\sum)[c_i\mu_i+c_j\sigma_iH(k_i)]$ formüllerinde $c_j\sigma_iH(k_i)$ yerine $c_j\sigma_iH(k_i)$ ifadesi geçmekteydi.
_ Yeni hazırlanan tezde bu formül 70. sayfada düzeltilerek $c_i\sigma_iH(k_i)$ ifadesi konmuştur.
- 12) İlk tezde kümelendirme metodunun işleyişi bölümünde ele alınan makalede değinilen envanter optimizasyon sistemi hakkında açıklamada 19. sayfadaki toplam maliyet formülünün minimizasyonu tek bir paragrafta açıklanmaktaydı.
_ Yeni hazırlanan tezde bu minimizasyon 70. ve 71. sayfalarda iki paragraf halinde daha geniş olarak açıklanmaktadır.

13) İlk tezde kümелendirme metodunun işleyişi bölümünde ele alınan makalede 21. ve 22. sayfalarda açıklanan örnekte kümelendirmeden hesaplanan maliyetin optimum maliyet olduğu açıklanmamıştı.

Yeni hazırlanan tezde 73. ve 74. sayfalarda anlatılan örnekte bunun optimum maliyet olduğuna değinilmiştir.

14) İlk hazırlanan tezde tezin uygulaması yapılmamıştı.

Yeni hazırlanan tezde uygulama yapılarak 75-90 sayfaları arasında anlatılmıştır.

15) İlk hazırlanan tezde uygulama yapılmadığından sonuç da yoktu.

Yeni hazırlanan tezde yapılan araştırmaya ve uygulamada edinilen sonuçlara göre 91-92 sayfaları arasında sonuç bölümü yazılmıştır.

16) İlk hazırlanan tezde 23. sayfadaki kaynakça bölümünde kaynaklar sınırlıydı ve süreli yayın isimleri kalın yerine altı çizili olarak verilmişti.

Yeni hazırlanan tezde 93. sayfadaki kaynakçada kaynaklar daha geniş araştırılarak kitaplar da dahil edilmiş ve süreli yayın isimleri kalın olarak yazılmıştır.

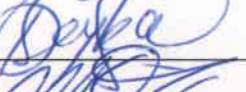
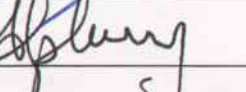
17) İlk hazırlanan tezde Mulvey-Crowder'a ait olan makale bulunmaktaydı ve Ettl, v.d.'ne ait olan kaynak "seminer" başlığı altındaydı.

Mulvey-Crowder'a ait olan makale tezde kullanılmadığı için çıkartılmış ve Ettl v.d.'ne ait olan kaynak "makaleler" başlığı altına alınarak düzeltilmiştir.

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüz Üretim Bilim Dalında 2501980276 numaralı Esra Çakır'ın hazırladığı “Tedarik Zincirlerinde Kümelendirme ” konulu YÜKSEK LİSANS/ DOKTORA TEZİ ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin 10.Maddesi uyarınca 29/05/2002 Çarşamba günü saat 15.00'te yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin'ne* OYBİRLİĞİ /OYÇOKLİHLİĞİLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	KANAATİ(*)	İMZA
PROF.DR.M.ŞAKİR ERSOY	Kabul	
DOÇ.DR.NECDER ÖZÇAKAR	KABUL	
DOÇ.DR.DEMET BAYRAKTAR	KABUL	
YRD.DOÇ.DR.MEHPARE TİMOR	Kabul	
YRD.DOÇ.DR.ALPAZ BARAY	Kabul	

ÖZ

Bu tezin hazırlanmasının amacı günümüzde hammadde ve ürünlerin bir yerden bir yere ihtiyacı karşılayacak şekilde ulaştırılmasını sağlayan ve kullanımı giderek yaygınlaşan ve gelişen tedarik zincirlerinde benzer stok birimlerinin kümelenmesi yöntemi kullanılarak envanter maliyetinin azaltılması ve bu stok birimlerinin envanterlerinin yapılan kümelenmeye göre yeniden düzenlenmesidir. Bunun için öncelikle tedarik zinciri, yapısı ve içerdiği konular hakkında bilgi verilmektedir. Daha sonra kümelenme, kümelenme çeşitleri ve yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Ele alınan makalede tedarik zincirinde sadece bir son ürünün üretimi için gerekli olan stok birimlerinin envanter düzeyleri incelenmiştir. Bu makaledeki yöntemleri uygulamak için bir boya fabrikasından beyaz boyanın üretimi hakkındaki veriler alınmıştır. Öncelikle kümelenirilecek stok birimleri arasındaki benzerlikler ölçülmüş, bunların hiyerarşik kümelenmesi yapılmış, kullanılan indeksle uygun küme miktarı bulunmuş ve kullanılan envanter maliyetini hesaplama yöntemiyle değişik müşteri servis düzeylerinde kümelenirilmenden ve kümelenme yapılarak ortaya çıkan maliyetlerin karşılaştırması yapılmıştır. Buna göre kümelenme yapılarak hesaplanan maliyet kümelenme yapılmadan hesaplanandan bulunması amaçlandığı gibi daha düşük çıkmıştır.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to minimize the inventory capital of the stock units of the supply chains which are used more widely to transport raw materials and products from one location to another for meeting the needs. To minimize the inventory capital the similar stock units are clustered and their inventory levels are re-arranged according to this clustering. First information is given about the supply chains, their structure and the subjects they include. Then information about clustering, types of clustering and clustering methods are given.

In the article which is considered the inventory levels of the stock units which are needed for only one end product's production in a supply chain. To apply the methods used in this article the datas about the production of white paint from a paint factory. First the similarities between the stock units are calculated, then they clustered according to hierarchical method and the appropriate amount of the clusters are found using the applied index. At the end by applying the method for calculating the inventory capital, the inventory capitals of different customer service levels calculated with or without clustering are compared. According to these results inventory capitals calculated with clustering are found lower than the ones calculated without clustering as expected at the beginning.

ÖNSÖZ

Bu araştırmada günümüzde giderek daha fazla kullanılarak globalleşen, lojistik, satın alma, depolama, üretim ve dağıtım gibi stok birimlerinin kullanıldığı fonksiyonları içeren tedarik zincirlerinde stok birimleri arasındaki benzerliklerin ölçülerek “hiyerarşik” kümelendirme metoduna uygun olarak kümelendirilmesi, bu kümelendirmeye ortaya çıkan “k” güvenlik faktörü sayesinde dışarıdan satın alınan stok birimlerinin yeniden sipariş noktalarının yeniden hesaplanarak envanter düzeylerinin ayarlanması, envanter düzeylerinin yeniden ayarlanması sayesinde stok birimlerinin toplam envanter maliyetlerinin düşürülmesi ve kümelendirmeye ortak hesap parametrelerinin ortaya çıkartılarak her stok birimi için tek tek parametre hesaplama yükünün kaldırılması amaçlanmaktadır.

Bunu gerçekleştirmek ve amacı daha iyi açıklamak için öncelikle tedarik zinciri ve kümelendirme konuları hakkında araştırma yapılmış, özellikle ele alınan makalede kullanılan hiyerarşik kümelendirme hakkında ayrıntılı açıklama yapılmıştır. Ayrıca kümelendirme başlığı altında stok birimleri arasındaki benzerliklere göre bulunan olası küme miktarlarından uygun küme miktarını bulmak için kullanılan indeksler de açıklanmıştır. Daha sonra ele alınan makaledeki yöntemler kullanılan envanter optimizasyon sisteminin açıklaması da dahil edilerek anlatılmıştır. Makalede değişik merkezlerdeki stok birimleri arasında belli bir ilişki koşulu gösterilmediği için böyle bir ilişki gözetilmemiştir. Bu tezin uygulaması için de Betek Boya Fabrikası'ndan beyaz boyanın üretimi için gerekli olan hammaddeler hakkında veriler alınarak, ele alınan makalede açıklanan yöntemler sırasıyla uygulanmıştır. Burada uygun küme miktarını bulmak için kullanılan Calinski-Harabasz indeksinde kümelerin parametrelerinin nasıl hesaplandığı konusunda ayrıntılı bilgiye ulaşamama güçlüğüyle karşılaşmıştır, sonuç olarak stok birimlerinin ağırlıkları gözetildiğinden küme içi ağırlıklara göre ağırlıklı ortalama alma yöntemi kullanılmıştır. Uygulamanın sonunda kümelendirmenin envanter maliyetlerini önemli düşürdüğü sonucuna varılmaktadır.

Bu tezin araştırılmasında yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Necdet Özçakar'a, uygulamadaki hesaplama yöntemleri konusunda yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Faik Başaran'a, tezin uygulanmasına ilgi gösterip yardımcı olan Betek firması satın alma müdürü Sayın Mert Erdoğ ve sektör geliştirme uzmanı Sayın Simlâ Altunbay'a ve manevi destek sağlayan ailem ve arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER:

Sayfa:

Öz.....	iii
Önsöz.....	iv
Şekiller.....	I
Tablolar.....	II
Giriş.....	1
1. Tedarik Zinciri Sistemi.....	3
1.1 Tedarik Zincirinde Bilgi Sistemi.....	5
1.1.1 Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilginin Önemi.....	5
1.1.2 Organizasyonlar Arası Bilgi Sistemleri.....	8
1.1.3 IOIS için Bilgi Gereksinimlerini Belirleme.....	9
1.1.4 Tedarik Zinciri için Bilgi Teknolojisi Uygulamaları.....	11
1.2 Tedarik Zincirinde Malzeme Akışı.....	15
1.2.1 Tedarik Zincirinin Anlaşılması.....	15
1.2.1.1 İç ve Dış Tedarik Zincirleri.....	16
1.2.1.2 Tedarik Zinciri Performansı ve Benchmarking`in Rolü.....	17
1.2.2 Tedarik Zinciri Lojistiğinin Yeniden Yapılandırılması.....	18
1.2.2.1 Lojistik ve Tedarik Zinciri için Önemi.....	18
1.2.2.2 Yeniden Yapılandırmada Sorumluluklar ve Olanaklar.....	20
1.2.3 Zamanın Önemi.....	21
1.2.4 Performans Ölçümü.....	23
1.3 Tedarik Zinciri İlişkilerini Geliştirme ve Koruma.....	25
1.3.1 İttifak Geliştirmek için Kavramsal Bir Model.....	26
1.3.1.1 İttifakın Kavranması.....	28
1.3.1.2 İttifakın Sürdürülmesi.....	29
1.3.1.3 İttifakın Onaylanması.....	35
1.3.1.4 İttifakın Yerleştirilmesi ve Devam Ettirilmesi.....	36
1.3.2 Tedarik Zincirindeki Ortaklarla Güvene Dayalı İlişki Geliştirme.....	37
1.3.3 Tedarik Zinciri İlişkilerinde Zıtlıkların Çözümlemesi.....	40
2. Kümelenendirmenin İncelenmesi.....	44
2.1 Kümelenendirmenin Tanımı ve Kullanıldığı Alanlar.....	44
2.2 Kümelenendirmede Uygulanan Benzerlik Ölçümleri.....	45
2.2.1 Birimler Arası Ölçümler.....	45
2.2.2 Kümeler Arası Mesafe Ölçümleri.....	47
2.3 Kümelenendirme Çeşitleri.....	48
2.3.1 Hiyerarşik Kümelenendirme.....	48
2.3.1.1 Birleştirme Yöntemiyle Kümelenendirme.....	50
2.3.1.1.1 Basit Birleştirme Yöntemi.....	51
2.3.1.1.2 Tam Birleştirme Yöntemi.....	52
2.3.1.1.3 Ortalama B. Yöntemi(Oluşan Küme İçindeki).....	52
2.3.1.1.4 Ortalama B. Yöntemi(Oluşan Kümeler Arasındaki).....	53
2.3.1.1.5 Merkezsel Metotlar.....	53

2.3.1.1.6 Ward Metodu.....	54
2.3.1.1.7 Diğer Birleştirme Yöntemiyle Kümelendirmeler.....	55
2.3.1.1 Bölünme Yöntemiyle Kümelendirme.....	57
2.3.1.2 Çoğalan Kümelendirme.....	57
2.3.1.3 Direkt Optimizasyon Kümelendirmesi.....	58
2.3.1.4 Paralel Kümelendirme.....	58
2.3.2 Hiyerarşik Olmayan Kümelendirmeler.....	58
2.3.2.1 Çekirdek Nokta Yöntemi.....	58
2.3.2.2 Öncü Gruplandırma.....	59
2.3.2.3 Forgey Metodu ve Jancey Varyansı.....	59
2.3.2.4 K-Median Metodu ve Varyansı.....	60
2.4 Oluşturulacak Küme Sayısının Bulunması.....	61
2.4.1 Küme miktarını Belirleyen İndeksler.....	62
3. Kümelendirme Metodunun İşleyişi.....	65
3.1 Birimler Arası Mesafenin Hesaplanması.....	65
3.2 Küme Miktarının Hesaplanması.....	66
3.3 Tedarik Zincirinin Yeniden Yapılandırılması.....	67
3.4 Envanter Seviyesinin Belirlenmesi.....	69
3.5 Performans Ölçümünün Yapılması.....	71
4. Tedarik Zincirinde Kümelendirmenin Uygulanması.....	75
4.1 Betek Boya Hakkında Genel Bilgi.....	75
4.2 Beyaz Boya Üretimi Üzerinde Uygulamanın Yapılması.....	76
4.3 Birimler Arası Mesafenin Hesaplanması ve Küme Sayısının Bulunması.....	77
4.4 Birimler Dökümünün Yeniden Oluşturulması ve Maliyetlerin Hesaplanması.....	85
Sonuç.....	91
Kaynakça.....	93

ŞEKİLLER:

	<u>Sayfa:</u>
Şekil 1.....	1
Şekil 1.1.....	3
Şekil 1.2.....	5
Şekil 1.3.....	27
Şekil 2.1.....	49
Şekil 2.2.....	50
Şekil 2.3.....	51
Şekil 2.4.....	59
Şekil 2.5.....	60
Şekil 3.1.....	65
Şekil 3.2.....	73
Şekil 3.3.....	73
Şekil 4.1.....	76

TABLÖLAR:

	<u>Sayfa:</u>
Tablo 1.....	10
Tablo 2.....	10
Tablo 3.....	11
Tablo 4.....	11
Tablo 5.....	25
Tablo 6.....	25
Tablo 7.....	46
Tablo 8.....	63
Tablo 9.....	67
Tablo 10.....	67
Tablo 11.....	68
Tablo 12.....	68
Tablo 13.....	68
Tablo 14.....	69
Tablo 15.....	72
Tablo 16.....	72
Tablo 17.....	74
Tablo 18.....	77
Tablo 19.....	79
Tablo 20.....	80
Tablo 21.....	81
Tablo 22.....	85
Tablo 23.....	85
Tablo 24.....	86
Tablo 25.....	90

KISALTMALAR LİSTESİ:

Bakınız
Çok yazarlı eserde ilk yazardan
sonrakiler
Sayfa/sayfalar

Uluslar arası:

pp.

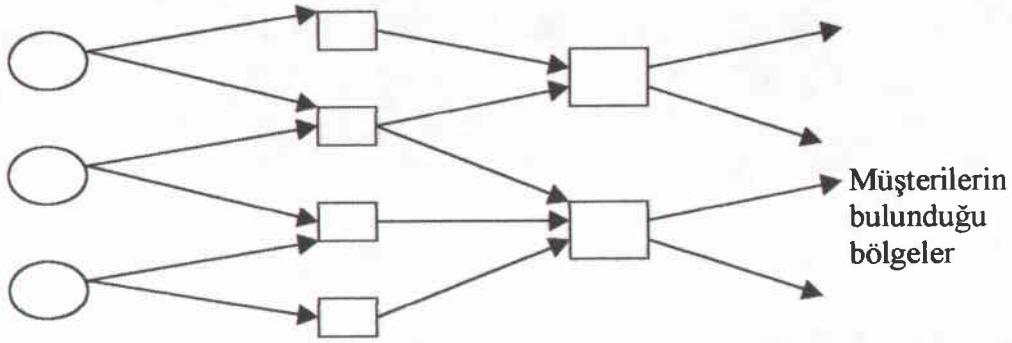
Türkçe:

Bkz.:

v.d.

GİRİŞ:

Yakın zamanlarda sanayinin gelişmesi, teknolojinin hızla artan kullanımı, şirketler için yeni pazarların açılması, artan rekabet ve globalleşmeyle birlikte iş dünyasında ve yapılan işlemlerde değişimler olmuştur. Artan rekabet ortamında müşterinin istediği ürünü istediği zamanda, istenen kalitede ve miktarda ulaştırmak önem kazanmıştır. Bu amaçla ürün dizaynına, üretimine, dağıtımına, depolanmasına, müşteri hizmetlerine ve ürün tedarikine giderek artan bir önem verilmiştir. Tedarikçiden üreticiye, üreticiden toptancı veya dağıtım merkezine, toptancıdan perakendeciye ve perakendeciden son müşteriye kadar bir hammadde, malzeme, ara ürün ve son ürün akışı ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra müşterilerin ihtiyaç ve isteklerini karşılamak için müşteriden başlayarak geriye doğru tedarikçiye varana kadar bir bilgi akışı oluşmuş ve bunu sağlamak için bilgi teknolojilerinin kullanımı artmıştır. Son ürün müşteriye ulaşana kadar malzeme ile bilgi akışını sağlayan ve tedarikçi, üretici, dağıtım merkezleri ve son müşteriye içeren global ağa Tedarik Zinciri Sistemi, bu sistem içinde işleyen aktivitelerin organizasyonu ve yönetilmesine de Tedarik Zinciri Yönetimi adı verilmektedir. Tedarik zinciri sistemi genel olarak Şekil 1'deki gibi görülmektedir:



Tedarik merkezleri Üretim merkezleri Dağıtım merkezleri

ŞEKİL 1[Moon-Srinivasan, 1999: 676]

Tedarik zinciri sisteminde yukarıda sayılan merkezlerin düzene oturtulması kadar değişik ürünlerin tedarikçiden başlayarak müşteriye doğru akışı önemlidir. Bu akışın stratejik olarak planlanmasında şunlar önemli yer tutar:

- a)Stok birimleri, ara ve son ürünlerin uygun envanter seviyelerinin belirlenmesi
- b)Stoklama şartlarının oluşturulması
- c)Her stok birimi için güvenlik faktörünün(k) bulunması
- d)Müşteri hizmetlerinin spesifikasyonlarının oluşturulması

Bu sistemde yöneticiler müşteri hizmeti ve sistem performansının artırılması için stok birimlerinin en uygun envanter seviyelerini bulup envanter maliyetini en alt düzeye indirmek amacındadır. Bu tedarik zinciri sisteminin her düzeyinde geçerlidir. Fakat envanter seviyelerini belirlemek için her stok biriminin sipariş zamanı, gerekli malzeme miktarı, üretim ve ulaşım süreleri gibi parametrelerinin ayrı ayrı incelenmesi ve gerekli envanter miktarı, "k" güvenlik faktörlerinin bulunması gibi konularda hesaplama yapılması gerekir. Bu da yöneticilerin satın alma veya malzeme akışı konularında karar almasını zorlaştırmaktadır.

Ele alınan araştırmada[Moon-Srinivasan,1999] yöneticilerin stok birimlerini değerlendirmesini, bunlar hakkında karar almasını kolaylaştırmak, envanter düzeyi(miktarı) hesaplanmasından doğan karmaşayı azaltmak ve grup siparişi indirimi, yatırım maliyetinin azalması gibi imkanlardan yararlanmak amacıyla stok birimleri ve ara ürünlerin belli gruplar altında kümelendirilmesi ve bu kümelendirmeden oluşan maliyetin kümelendirme yapılmadan ortaya çıkan maliyetle karşılaştırması yapılmıştır. Araştırmada ele alınan stok birimleri ve ara ürünler son üründe kullanım oranları, üretim ve ulaşım zamanları, maliyetleri gibi karakteristikleri göz önüne alınarak aralarındaki mesafe(benzersizlik) ölçülmüş ve aralarındaki mesafe azlığına göre benzer birimler biraraya getirilmektedir. Birimlerin aralarındaki mesafe miktarına göre belli bir sırada kümelendirilmesi uygun görülmüş ve bunun için ortalama birleştirme yöntemiyle hiyerarşik kümelendirme yapılmıştır. Verilen Calinski-Harabasz indeksine göre olması gereken küme miktarı bulunmakta ve bu küme miktarının verdiği küme yapısına göre ise başlangıçtan son ürüne kadar malzeme akışı veya birimler dökümü yeniden oluşturulmaktadır. Birimler dökümünün yeniden oluşumu için araştırmada verilen biçimler arasından seçim yapılmalıdır. Geliştirilen optimizasyon modeline göre değişik müşteri servis düzeylerinde oluşan her küme için ortalama sipariş miktarları, eldeki envanter miktarı, üretim ve elde bulundurma maliyetleri hesaplanarak toplam envanter maliyetleri hesaplanmaktadır. Bu elde edilen toplam maliyetin kümelendirme yapılmadan hesaplanan optimum yani en düşük düzeydeki envanter maliyetiyle karşılaştırması yapılmış ve hemen hemen aynı sonucun alındığı görülmüştür. Ayrıca kümenin hesaplanan ortak eldeki envanter miktarı ve sipariş miktarı varyansı sayesinde değişik müşteri servis düzeylerine göre kümenin içindeki her birim için ortak k güvenlik faktörü hesaplanarak, bu faktöre göre küme içindeki birimler için yeni bir yeniden sipariş noktaları hesaplanarak birimlerin yukarıda anlatılan kümelendirmeye bulunan envanter maliyetini veren envanter miktarları ayarlanmıştır. Böylelikle stok birimlerinin k faktörleri ayrı ayrı hesaplanmayıp, bundan oluşacak yük de kaldırılmıştır.

Bu araştırmada ise ele alınan araştırmadaki yol izlenerek tedarik zincirlerinde bu tür bir kümelendirmenin maliyette yapacağı değişiklikler incelenecektir. Bunun için öncelikle tedarik zinciri sisteminin ne olduğu, tedarik zinciri yönetiminin bileşenleri, buna etki eden önemli faktörler incelenerek anlatılmıştır. Bunun ardından kümelendirme konusu ele alınmıştır. Bunda kümelendirmenin ne olduğu, nerelerde kullanıldığı, kümelendirmede kullanılan benzerlik ölçümleri, kümelendirme çeşitleri, özellikle ele alınan araştırmada kullanılan hiyerarşik kümelendirme ve uygun küme miktarının bulunmasını sağlayan indeksler açıklanmıştır. Üçüncü bölümde de ele alınan araştırmaya göre tedarik zincirlerinde kümelendirme için yukarıdaki paragrafta belirtilen metotlar sırasıyla gösterilmiştir.

Yapılan bu araştırmanın uygulaması içinse Betek boya firmasının temel ürünü olan beyaz boyanın üretimi ele alınmıştır. Beyaz boyanın üretim akış şeması ve hammadde ile oluşan ara ürünlerin firmadan alınan verilerine göre üçüncü bölümde anlatılan yol izlenerek stok birimlerinin kümelendirmesi yapılacaktır. Değişik müşteri servis düzeylerinde kümelendirmeden ortaya çıkan maliyet kümelendirme yapılmadan ortaya çıkanla karşılaştırılarak sonuçların öngörüldüğü şekilde olup olmadığı incelenecektir.

TEDARİK ZİNCİRİ SİSTEMİ

1. TEDARİK ZİNCİRİ SİSTEMİ:

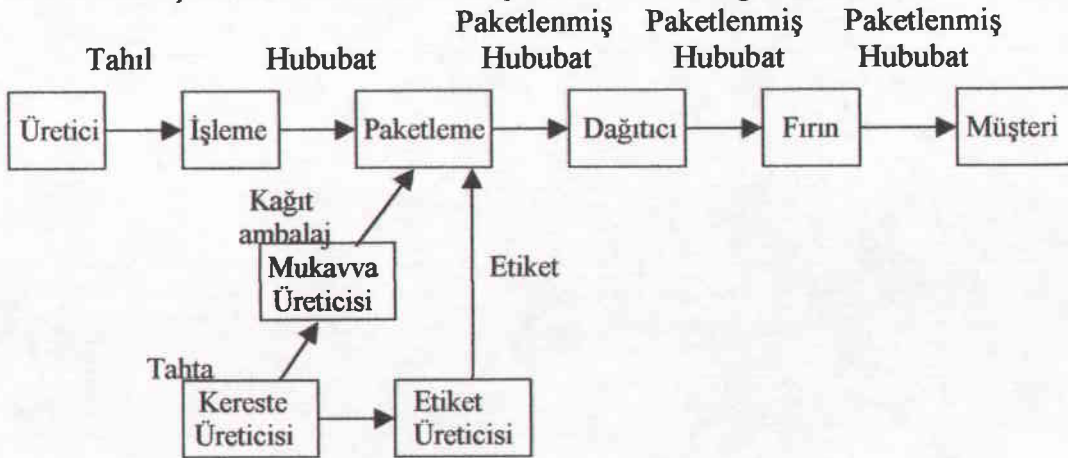
Son iki yüzyılda yöneticiler tarihin değişmesiyle birlikte teknoloji,pazarlama ve ekonomide ilerleme gözlemlemişlerdir. Zamanla endüstrideki rakiplerin artmasıyla pazarlama stratejileri de değişmiştir. Organizasyonlar aynı zamanda güçlü bir mühendislik, dizayn ve üretim fonksiyonlarının da pazarlama için faydalı olduğunun farkına varmışlardır. Dizayncılar müşteri isteklerini yüksek kalitede ve uygun maliyetle ürün ve servis spesifikasyonlarına uygulamışlardır. Ayrıca müşteri isteklerine göre eldeki ürün spesifikasyonları değiştirilmiş veya yeni bir ürün ortaya çıkartılmıştır. 1990'larda yöneticiler tedarikçilerden gelen malzeme ve servisin firmaların müşteri ihtiyaçlarını karşılamalarında büyük etkisi olduğunu görmüşlerdir. Bu durum firmaları organizasyonun kaynak bulma stratejilerine ve tedarik düzeylerine odaklandırmıştır. Ayrıca istenen kalitede ürünün ne zaman,nerede,nasıl ve ne miktarda müşteriye ulaştırılacağı da önem kazanmıştır. Bu fonksiyonların üstlenilmesi lojistiğin önemini arttırmış, zaman azaltıcı bilgi teknolojileriyle birlikte lojistik ağı kurulmuştur.

Bu değişimler sonucu firmalar kendi firmalarının yönetiminin yanısıra girdileri sağlayan öncül(upstream) firmaların ağlarıyla, müşteriye ürünü ulaştırma ve servis sağlayan ardıl(downstream) firmaların ağlarıyla da ilgili olmalarının gerekliliğini görmüşlerdir. Bu öngörü "Tedarik Zinciri" konseptini doğurmuştur. Tedarik Zinciri ve Tedarik Zinciri Yönetimi şu şekilde açıklanmaktadır[Handfield-Nichols, 1999: 2]:

Tedarik Zinciri: Ürünlerin hammadde aşamasından son kullanıcıya kadar akışı ve değişimi ve bununla ilgili olarak bilgi akışını içeren bütün aktiviteleri kapsamaktadır. Malzeme ve bilgi akışı tedarik zinciri boyunca yukarı ve aşağı akmaktadır.

Tedarik Zinciri Yönetimi: Gelişen tedarik zinciri ilişkileriyle birlikte bütün bu aktivitelerin birleşimidir. Amaç güçlü bir rekabet avantajı sağlamaktır.

Bu açıklamalara göre tedarik zinciri bilgi sistemlerinin,satın almanın,üretim planlamanın,sipariş işlemenin,envanter yönetiminin,depolamanın,müşteri servisinin ve satış sonrası hizmetlerin yönetimini içermektedir. Tedarik zincirleri birbiriyle bağlantılı tedarikçilerin ve müşterilerin seri halidir; her müşteri bir sonraki ardıl organizasyon için bir tedarikçidir ve bu durum son ürün son kullanıcıya ulaşana kadar devam eder. Şekil 1.1'de tahıl üretimi için tedarik zinciri görülmektedir.



ŞEKİL 1.1[Handfield-Nichols, 1999: 4]

Bir firmanın perspektifinden tedarik zinciri içsel(internal) fonksiyonları, öncül tedarikçileri ve ardıl müşterileri içermektedir.[Handfield-Nichols, 1999: 2] Bir

firmanın içsel fonksiyonları tedarikçi ağı tarafından sağlanan girdilerin değişimi için kullanılan değişik işlemleri içerir. Mesela otomotiv endüstrisinde bu, son montajda otomobil haline gelen parçaların üretimidir. Bu içsel akışın koordinasyonu ve planlanması sorumluluğu artırır. Örneğin sipariş değerlendirme bölümü sistem için girdi olan müşteri gereksinimlerini siparişe dönüştürür. Bu bölüm ayrıca fiyatlandırma, satış sonrası servis gibi fonksiyonları da yapabilir. Bir başka önemli içsel fonksiyon siparişleri üretim programına döken üretim planlamadır. Bu fonksiyon ayrıca MRP sistemlerini, iş merkezlerinin programlanması ve makine bakımını da içerir.

Tedarik zinciri yönetiminin ikinci önemli fonksiyonu öncül tedarik zinciri üyelerinin yönetimidir. Zincirdeki öncül organizasyonların arasındaki malzeme akışını yönetmek için firmalar doğru malzemenin doğru zamanda ve doğru yerde olduğunu kontrol eden yöneticiler görevlendirilir. Satın alma yöneticileri şunların güvencesini vermelidirler:

- 1) Doğru tedarikçilerin seçilmesi
- 2) Seçilenlerin performans isteklerini karşılaması
- 3) Uygun anlaşma koşullarının uygulanması
- 4) Tedarikçilerle iyi ilişkiler kurulması

Malzeme yöneticileri planlama, tahminler yapma ve tedarikçiler arasındaki malzeme akışını programlamadan sorumludur. Malzeme yöneticileri tedarikçilerin malzemeleri istenen zamanda getirmesini sağlamak ve üretim gereksinimlerinden önceden haberdar olup malın gelebileceği tarih ve üretim zamanını planlamak için üretim programcılarıyla yakın çalışır.

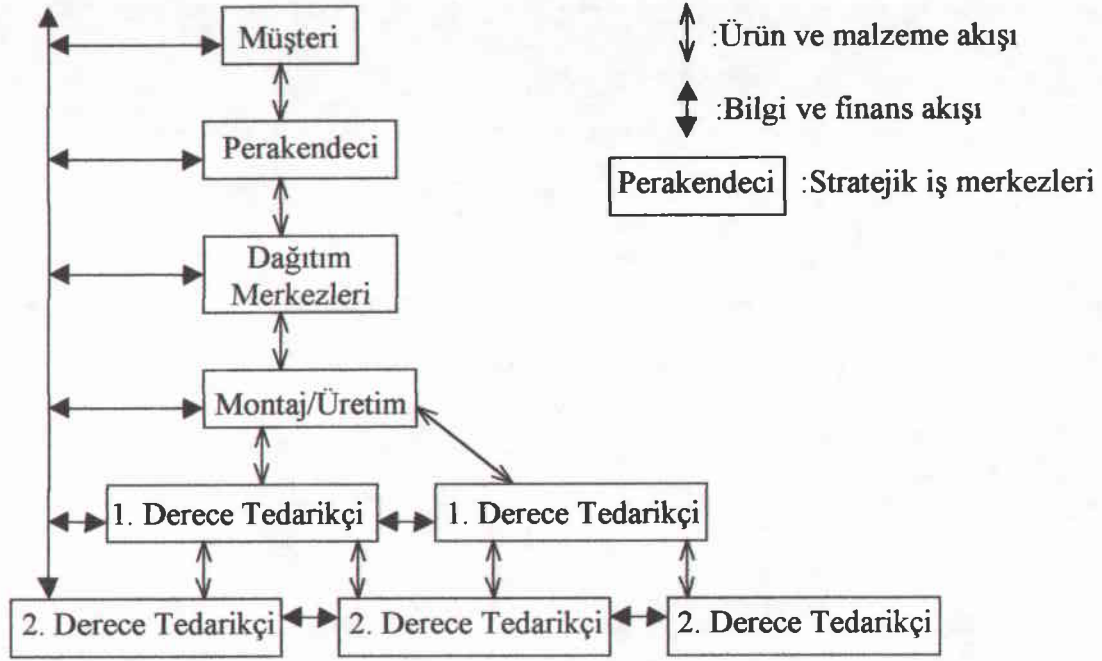
Tedarik zinciri yönetiminin üçüncü fonksiyonu ardıl tedarik zinciriyle ilgilidir bu da ürünün son müşteriye ulaştığı dağıtım kanallarını, dağıtım proseslerini ve fonksiyonlarını içerir. Bunların içinde genelde son ürünler, üretim envanteri, depolar, satış ağları, satış operasyonları vardır. Tedarik zincirinin bu kısmında lojistik yöneticileri malzemelerin merkezler arasındaki asıl hareketlerinden sorumludur. Lojistiğin bir parçası da dış kaynaklı veya iç kaynaklı taşıyıcıların seçimi ve yönetimi olan taşıma (transportasyon) yönetimidir. Bu alan dış kaynaklı taşıyıcıların (lojistik firmaları, havayolları, tren ve denizyolları şirketleri) seçimi ve yönetimiyle ilgilenir. Dağıtım yönetimi de paketlenme, depolama ve liman, depo, perakendecilerdeki malların kontrolüyle ilgilenir.

Tedarik zincirindeki yeni bir trend de ürünlerin kullanıldıktan sonra son kullanıcıdan geri alınıp, geri dönüşümünün ve tekrar kullanımının sağlanmasıdır. Organizasyonlar artık dağıtım kanallarını müşteriden öteye taşıyıp fonksiyonlarına son ürünlerin parçalanarak yeni ürünlerde kullanımını da dahil etmişlerdir. Bu fonksiyon satış sonrası ve bakım servislerini de içerebilir. Bu anlayış ürünlerin ve servislerin tedarik zincirindeki geri akışının yönetildiği “tersine lojistik (reverse logistics)” fonksiyonunu doğurmuştur.

Bütün organizasyonlar bir veya daha fazla tedarik zincirinin bir parçasıdır. Bir firma müşteri direkt mal satsa, servis sağlasa, bir ara ürün üretse bile tedarik zincirinin bir parçası olarak görünür. Şimdiye kadar tedarik zincirine çok önem verilme bile şu gelişmeler tedarik zinciri yönetimini yöneticilere önemli kıldırmıştır: [Handfield-Nichols, 1999: 5]

- 1) Bilgi çağının yaşanması
- 2) Global rekabet artışıyla ürün fiyatı, kalite, elde edilebilirlik, teknoloji ve dönüşüm zamanı hakkında müşteri isteklerinin artışı
- 3) Organizasyonlar arası ilişkilerin yeni biçimler alması zorunluluğu

Bu gelişmeler bütünleşmiş bir tedarik zinciri yaklaşımını doğurmuştur. Şekil 1.2’de bu yönetimin yapısı ve yukarıdaki üç gelişim gösterilmektedir:



ŞEKİL 1.2[Handfield-Nichols, 1999: 5]

Sonraki bölümlerde bu modelin içeriğinin açıklamaları yapılmaktadır. Bunlar:

- Bilgi Sistemleri
- Envanter Yönetimi
- Tedarik Zinciri İlişkileri
- Tedarik Zinciri Yöneticilerinin Sorumlulukları

1.1 Tedarik Zincirinde Bilgi Sistemleri:

Önceki bölümde de anlatıldığı gibi tedarik zinciri yönetimi üye organizasyonlar arasındaki ürün akışıyla olduğu kadar bilgi akışıyla da alakalıdır. Bu bilgi akışı zincir içindeki tedarikçi, müşteri, üreticileri ve servis sağlayıcıları kapsamakta ve iki yönlü akmaktadır. Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler firmalara rekabet avantajı getirmekte, aktivitelerini iyi şekilde koordine edip, tedarik zincirlerini doğru şekilde yönetmelerini sağlamaktadır. Ayrıca teknolojik gelişmeyle bilgi kullanımı masrafları azalmakta ve akış hızının artmasıyla bilgi daha yararlı ve uygulanabilir hale gelmektedir.

Bilgi teknolojisinin(IT) gelişimiyle yöneticiler bunun sadece bilgisayardan ibaret olmadığını anlamaktadırlar. Bunun yanı sıra veri tanıma ekipmanları, iletişim teknolojileri, fabrika otomasyonu ve diğer kayıtlarla servisler de bu teknolojinin içindedir.

1.1.1 Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilginin Önemi:

1980'lere kadar organizasyon içi veya arası bilgi akışı kağıt üzerinde yapılmakta ve bu da hem ağır hem de yanlış olabilmekteydi. Ayrıca firmaların dizayn etme, geliştirme, satın alma, üretim ve dağıtım yapma verimliliğini azalttığından masraflı

olabilmektedir. Teknolojinin gelişimiyle birlikte firmalar bilgi akışının önemini anladılar ve bilgi akışını sağlayan teknolojiler yerleştirdiler.

IT yapıları biraz kompleks olmalarına rağmen firmaların iletişim şebekelerini, veri tabanlarını ve operasyon sistemlerini desteklemekte, firmalara dönüşüm zamanı azalması, müşterileriyle bağlantı kurma gibi avantajlar sağlamaktadır. Bu yapıların diğer avantajları da organizasyonlar arası tedarik zincirlerinin gelişimi, yönetimi ve korunmasına destek olmaktır. Tedarik zinciri sistemlerinde kullanılan bilgi sistemleri ve teknolojileri tedarik zincirindeki organizasyonları birbirine koordine bir sistemle bağlayan önemli elementlerden bir tanesidir.

Tedarik zinciri içindeki Procter and Gamble, Wal-Mart gibi kimi firmalar bilgi akışını hızlandırıp, firmalar arası bilgi paylaşımını sağlamak için takım oluşturmuşlardır. Bu takımların öncelikli amaçları bilgi paylaşımıyla lojistik, finans, muhasebe ve tedarik işlemlerine destek sağlamaktır.

Tam zamanında ve kesin bilginin ulaşımı iş dünyasında artık daha önem kazanmaktadır. Bilginin önemindeki bu değişim üç faktöre bağlıdır. Birincisi müşterilere en iyi, en verimli ve etkili şekilde hizmet önem kazanmış ve sipariş durumu, ürün eldesi, dağıtım programıyla ilgili bilgi müşteri hizmetlerinin önemli parçası olmuştur. İkincisi bilgi, yöneticilerin envanter miktarlarını ve insan kaynakları ihtiyaçlarını azaltmasında önemli faktördür. Üçüncüsü bilgi, kaynakların eldesi ve stratejik planlamasında önemli rol oynamaktadır. [Handfield-Nichols, 1999: 16]

Böylelikle bilgi firmalara organizasyonun kendisine ve müşterilere faydalar sağlayarak rekabet avantajı getirmektedir. Organizasyonlara getirdiği yararlar organizasyonlar içindeki üç değişik düzeye yönetim kararlarında ve planlamasında destek sağlamasıdır. Bu üç değişik düzey operasyonel kontrol(belirli işlerin yerine getirildiğine dair kontrol), yönetim kontrolü(yöneticilerin kaynakların elde edilip, etkin bir şekilde kullanılmasını kontrol etmeleri işlemi) ve stratejik planlamadır(organizasyonun hedeflerini belirleme veya değiştirme ve bu hedeflere ulaşmak için gerekli kaynakları belirleme). Bu üç düzeyde DSS(karar destek sistemleri), MIS(yönetim bilgi sistemleri) gibi sistemler kullanılmaktadır. Müşterilere bilginin getirdiği faydalar ise ürün kalitesini artırması ve ürünün ulaştırılmasını kolaylaştırmasıdır. Ürün kalitesini artırma hususunda ürün içeriği, servisi hakkında müşteriye verilen bilgi, satış sonrası servis sağlayıcıların ürün hakkında kazandıkları bilgiler önem taşır. Evden kullanılan bilgisayarlar ve firmaların otomatik satın alma sistemleri sayesinde ürünün müşterilere ulaşması da kolaylaşmıştır. [Kroenke-Dolan, 1990: 337-342]

Bilgi sistemleri sayesinde tedarik zincirlerinin gelişimi ve korunmasında duyulan en büyük ihtiyaç organizasyon içi ve organizasyonlar arası sıkı bağların kurulmasıdır. Bu da firma içi işlem ve bağlantıların pazarlama, satış, satın alma, finans, üretim ve dağıtım bölümleri arasındaki bilgi akışını etkilediğini gösterir. Aynı şey organizasyonlar arasında müşteriler, tedarikçiler ve taşıyıcılar arasında da geçerlidir. Bu gelişme firmanın üst düzeyindeki düşünce yapısının değişmesine de yardımcı olur.

Tedarik zincirlerinde bilginin paylaşılması kadar bu bilginin kesinliği de önemlidir. Görülmüştür ki; tedarik zincirinin bir ucundan diğerine taşınan yanlış bilgi verimsizliğe, fazla envanter yatırıma, eksik müşteri hizmetine, kaybedilen kârlara, etkisiz transportasyona ve eksik üretim programlarına neden olabilmektedir. Tedarik zincirindeki bu yanlış bilgi akışının “bullwhip etkisinin” bir sonucu olduğu anlaşılmıştır. Bunu araştıran yöneticiler dağıtım merkezinden tedarikçilere kadar bilgi yanlışının büyük artış gösterdiğini görmüşlerdir. Bir araştırmada yöneticilerin davranışlarından kaynaklanan iki neden ortaya çıkmıştır[Dornier, 1998: 219-223]

- 1) Bireysel Kararlar Verme: Talepteki artış zincirin bir yerinde dar boğaza neden olmaktadır. Aynı şekilde değişken taleplerden dolayı ürün dar boğazından korkan

yöneticiler, emniyet stoklarını ve tedarikçilere verilen siparişleri arttırarak tepki göstermektedirler. Bu fazla sipariş tedarikçiler tarafından talepte aşırı bir artış olarak görülüp, tedarik zincirinde “talep büyümesi psikozu etkisi” yaratmaktadır. Bu durumda gelecekteki talep tahminleri değiştirilmekte ve emniyet stoğu miktarı arttırılmaktadır. Bu algılanan talep büyümesi uzun üretim ve ulaşım öncü zamanlarıyla birleşince tedarik zincirinde kaotik bir etki yapmaktadır.

- 2) Tepki Çeşitleri: Uygun olmayan fonksiyonel tepkiler tedarik zincirinde istikrarsız davranışlara neden olmaktadır. Örneğin dar boğazdan oluşan maliyetin envanter maliyetinin iki katı olması firmada dar boğaz korkusuna neden olabilir. Firmalarda sık sık pazarlama, satış, üretim ve dağıtımın amaçları çatışmaktadır ve zıtlıklardan doğan dengesizliklerin bir sebebi de uygun olmayan performans ölçümleridir. Bu tür performans ölçümleri o kadar çok yerleşmiştir ki, ancak fazla envanter bulundurulması ve fazla kapasiteyle aşılmaktadır. Çoğu firma bu tür durumların iyi bir şekilde karar verme koordinasyonu ve fonksiyonel amaçların bütün sisteme daha iyi bir şekilde uyarlanmasıyla aşmaya çalışmaktadır. Bunu yaparken performans ölçümlerinin tedarik zincirini nasıl etkilediğine bakmaları gerekmektedir.

Araştırmaya göre bullwhip etkisinin davranış dışı kaynakları şunlardır:

- 1) Talep tahminlerinin güncellenmesi: Taleplerin artacakları yönünde değerlendirilmesinin bullwhip etkisinde büyük bir payı vardır. Standart tahmin yöntemlerine göre öncül zincirin yöneticisi tahminleri gelecek taleplere göre ve emniyet stoklarını tahminlere göre ayarlar. Çoğu tahmin yöntemleri tedarik zincirindeki talepte oluşabilecek artışlara karşı talebin üzerine belli bir miktar koymaktadır. Öncü zaman arttıkça tahmin edilen talep daha az kesin olmakta, talep varyansı oluşmakta ve daha fazla emniyet stoğu oluşmaktadır. Bunlara engel olmak için firmalar talebin artacağı korkusunu kaldırıp, öncü zamanları azaltmalıdır. Tedarik zincirindeki her üye gerçek pazar talepleri hakkında kesin bilgi edinmeli ve bu bilgiyi talep tahminlerinin uygun olarak yapılması için diğer zincir üyeleriyle paylaşmalıdır. Bu bilginin paylaşılmasında özellikle EDI teknolojisi kullanılabilir. Global tedarik zincirlerinde elde edilmesi en zor şey olsa da bu etkiyi azaltmak için öncü zamanın azaltılması da tavsiye edilmektedir.
- 2) Sipariş arttırılması: Üretim başlangıcını kolaylaştırmak ve başlangıç maliyetlerini düşürmek için firmalar talebi artırma yoluna gitmektedirler. Transportasyon maliyetleri de siparişlerin artışına neden olmaktadır. Sonuç olarak firmalar daha seyrek, hatta belli bir zaman dilimine oturmuş(haftalık, aylık) olarak sipariş vermektedir. Perakendecilerden daha üst düzeylerde bu tür toplu sipariş yapılması daha istikrarsız olmaktadır. Bunun engellenmesi için sipariş miktarları azaltılmalı ve daha sık sipariş verilmelidir. Bilgi teknolojilerinin kullanımı kırtasiye, vs. azalmasıyla sipariş maliyetlerinin azalmasını ve daha sık sipariş vermeyi sağlar. Dağıtım yönetiminde yapılan bazı değişimler de bu etkiyi azaltmaktadır. Bunda tavsiye edilen de bir lojistik şirketinin dağıtıcı olarak kullanılmasıdır çünkü bunlar tedarikçilerden gelen ürünleri bir araya toplayıp, müşterilere birlikte dağıtarak dağıtım kolaylığı sağlamaktadırlar.
- 3) Fiyat değişimleri: Ticari anlaşmalar ve müşteri promosyonları yüzünden fiyatlar düşmekte ve firmalar gelecek talebe göre tedariki artırma yoluna gitmektedirler. Promosyonlar bitip fiyatlar normale dönünce aldıkları ürünler bitene ve yeni bir promosyon olana kadar satın almayı durdururlar. Bu yüzden tahmin edilen taleple alışlar arasında bir dengesizlik görülmektedir. Buna karşı alınacak en basit çözümse bu tür ticari anlaşmalarının ve müşteri promosyonlarının sıklığını ve miktarını azaltmaktır.

- 4) Tedarik zincirindeki ürün dağıtımı: Eğer ürün talebi tedariki aşarsa, üreticiler verilen miktarı istenen miktara oranlayarak ürünlerini müşteriye verirler. Müşteriler bu uygulamayı bildikleri için kısa tedarik döneminde siparişlerini arttırıp, geniş tedarik dönemlerinde de azaltırlar. Müşterilerin bu tür uygulaması tedarikçiye gerçek talep hakkında pek doğru bilgi vermez bu da dengesizliğe yol açar. Çoğu firma bu müşteri davranışlarının kısa vadeli tedarik sürelerinde ustaca ürün oranlama kurallarını uygulayarak üstesinden gelmişlerdir.

Genel olarak az miktarda bile olsa talepte belirsizlik veya değişme görüldüğünde yöneticiler bunu gözlerinde büyütebilmektedirler. Eğer her organizasyon sipariş ve envanter kararlarını kendi bakış açılarından verirse, tedarik zincirindeki pek çok yerde aşırı stok artışı görülebilir.

Bazı organizasyonlar arası dinamikler tedarik zincirindeki bilgi paylaşımı söz konusu olduğunda ortaya çıkarlar, bunlardan özellikle ikisi risk ve güçtür. Tedarik zincirindeki her üye belli bir role sahiptir. Bazı üyeler bilgi paylaşımı da dahil olmak üzere bazı görevlerde daha aktif veya sorumlu olabilirler. Üyelerden biri kendi çabalarından çok diğer üyelerin çalışmalarına dayanırsa risk ortaya çıkar. Bazı tedarik zinciri üyeleri zincirin başarısı için diğer üyelerden daha bağımsız davranabilmektedir. Böyle olunca bu üyeler bilgi paylaşımı da dahil olmak üzere bazı zincir sorumluluklarında daha fazla rol alırlar. Tedarik zincirinin gücü bilgi paylaşımında da önemli bir noktadır. Bütün endüstrilere yayılmasa bile üreticilerden perakendecilere doğru tedarik zincirinde bir güç kayması olmuştur. Bunun nedeni şunlardır:

- a) Barkod teknolojisine sahip olmaları
- b) Satış büyüklükleri
- c) Tedarik zincirinde son kullanıcıya en yakın olmaları

Wal-Mart ve P&G'in geliştirdikleri bilgi paylaşımı sisteminde Wal-Mart, P&G de dahil olmak üzere perakende satış noktaları bilgilerini tedarikçileriyle paylaşmaktadır. Wal-Mart'ın bu ortaklıklarda güç kaybına uğramasındansa, bu bilgi paylaşımı perakendeciye kaynaklarını tedarikçinin ürün yönetiminden kurtararak kendisine rekabet avantajı sağlamaktadır. Ürün tedarikçileri satış bilgilerine girişleri sayesinde marketlerdeki ürünlerinin satış ve pazarlamasından sorumlu hale gelmektedirler. [Handfield-Nichols, 1999: 18-19]

Organizasyonlar içinde bilgi sistemleri üç düzeyde incelenmektedir; organizasyonel düzey, departman düzeyi ve bireysel düzey. Bunlar şöyle açıklanmaktadır:

Organizasyonel Düzey: Bu düzeyde bilgi sistemi şirketi etkileyen her aktiviteyi raporlamaktadır. Bütün departmanlar bu sistemi kullanmaktadır.

Departman Düzeyi: Bu düzeyde satış departmanı gibi aktif müşterilerin belirli aralıklarla arandığı telemarketing gibi departmanlarda müşteriler hakkında bilgi ve onların ne zaman arandıklarını içeren kayıtların bulunduğu bilgi sistemidir.

Bireysel Düzey: Bu düzeyde de telemarketing'in bir alt düzeyi olan satış temsilcilerinin müşterilerle bireysel ve direkt bağlantı kurduğu, onlar hakkında bilgi içeren bilgi sistemidir. [Kroenke-Dolan, 1990: 342-344]

1.1.2 Organizasyonlar Arası Bilgi Sistemleri:

Tedarik zincirlerinin birleşik ortamında bilginin öneminin farkına varan firmalar "organizasyonlar arası bilgi sistemlerini(interorganizational information system-IOIS)" kurmaktadır. IOIS firma sınırlarını ortadan kaldıran bilgi teknolojilerine

dayanmaktadır. Tedarik zincirlerindeki üyeler arası bağlantılar sürekli bilgi tarafından desteklenmektedir. Bu da bilgi teknolojisinin etkin kullanımı tarafından desteklenmekte, zincirin herhangi bir yerindeki üyeye sürekli bilgi akışı sağlanmaktadır.

IOIS, iki veya daha fazla ayrı organizasyon tarafından kullanılan birleşik veri işleme/veri iletişimi olarak da açıklanmaktadır. Bu organizasyonlar birbiriyle direkt veya direkt olmayan bağlantı içinde olabilir. Ama bu merkezler arasında sipariş değerlendirme, envanter düzeyi kontrolü veya transportasyon bilgileri gibi işleri otomatikleştiren bilgisayara dayalı elektronik bağlantı vardır.

IOIS'in kullanımları başlıca EFT sistemleri, sipariş işleme sistemleri ve online destek sistemleridir. IOIS sisteminin gelişmesi tedarik zincirine üç avantaj sağlamaktadır; maliyet azalışı, üretimin gelişimi ve ürün/pazar stratejileri. Üye firmalar organizasyonlar arası sisteme beş değişik düzeyde katılırlar:

- 1) Uzaktan I/O: Bir yada daha fazla üst düzey üye tarafından desteklenen sistemde ele alınan üye uzaktan katılır.
- 2) Uygulamanın işlenmesi: Üye envanter sorgulama, sipariş işleme gibi işlemleri geliştirip diğer üyelerle paylaşır.
- 3) Çok üyeli değişim: Üye kendisini ve ilişkili olduğu alt düzeydeki üyeleri bağlayan şebekeyi geliştirir ve paylaşır.
- 4) Şebeke kontrolü: Üye değişik şekillerdeki alt düzey üyelerin kullanabileceği değişik uygulamaları içeren şebekeyi geliştirir ve paylaşır.
- 5) Birleşen şebeke: Üye herhangi miktarda alt düzey üyeyi ve uygulamaları birleştiren, veri iletişimi/veri işlemeyi kolaylaştıran rol oynar.

Tedarik zincirinde görülen bir altıncı düzey de üyenin ortaklık kurduğu herhangi bir sayıdaki üyeye birbirinden ayrı uygulamaların olduğu bir şebeke paylaştığı zaman ortaya çıkmaktadır. Bu şebeke kontrolü düzeyine benzemektedir fakat IOIS üyelerini belli bir düzeyde kısıtlamamaktadır ve bu düzey tedarik zinciri ortaklığı olarak da adlandırılmaktadır. Organizasyonlar IOIS sistemlerini geliştirirken bazı sorumlulukları da üstlenmektedirler. Öncelikle planlama ve formatlama için bütün merkezlerde ortak bir dil kullanılmalıdır. Bütün bilgi akışı tedarik zincirinin başlama noktasından sipariş, taşıma, üretim, depolama, envanter yönetimi, satış, pazarlama, müşteri hizmetleri gibi tüketim noktalarına kadar devr-i daim etmelidir. . [Handfield-Nichols, 1999: 19-20]

1.1.3 IOIS için Bilgi Gereksinimlerini Belirleme:

Daha önceden de anlatıldığı gibi IOIS sistemi tedarik zincirindeki yöneticilerin etkili ve verimli bir şekilde çalışmaları için doğru bilgiyi taşımaktadır. Bu şekilde doğru bilginin taşınmasını sağlamak ve bilgi eksikliğini engellemek isteyen araştırmacılar bunun ancak tedarik zinciri üyelerindeki bilginin diğer üyelerce de sahip olunması gerektiğinin ve bunun da dönüşüm zamanı dahil olmak üzere pek çok alandaki performansı arttırdığının farkına varmışlardır. Bunun için de IOIS sisteminin gelişimi için bilgi gereksinimlerini araştırmışlardır.

Önceleri bilgi gereksinimlerini belirlemek için bunlar yöneticilere sorulmaktaydı. Burada analizcilerin bilgi sistemini dizayn edeceği şekilde yöneticilerin bilgi vereceği düşünülüyordu. Fakat yöneticiler tam olarak hangi bilgiye gereksinim duyduklarını bilemeyebilirler ve bunu analizcilerin karşılamasını bekleyebilirler. Analizciler de yöneticilerin ne istediğini çözemeyebilirler. Bu yüzden bilgi gereksinimlerinin doğru düzgün tanımlanamadığı ve bilgi sistemleri kurulduğunda yöneticilerin bu sistemde değişiklik istediği görülmüştür. Bilgi gereksinimlerinin

tanımlanması bilgi sistemi bütün tedarik zincirini kapsadığı zaman daha zor hale gelmiştir.

Tedarik zincirindeki bilgi sistemlerini kurarken bilgi gereksinimlerinin bulunması en kritik konulardan biri haline gelmiştir. Bilgi gereksinimlerini daha sağlıklı bulmak için büyük firmalar tedarik zincirindeki her organizasyondan temsilcilerin oluşturduğu bir komite kurmuşlardır. Bu komite aynı zamanda standartları belirleyip, IOIS sisteminin kurulmasına yardım etmektedirler. Fakat çoğu bilgi gereksinimi atlanabildiğinden komitelerin dört büyük yanı sıra düşmemeleri gerekir. Bunlar:

- 1) Sistemlerin diğer fonksiyonlara bağlı olduğunun gözardı edilmesi: Tedarik zincirinde bir fonksiyon diğerinden etkilendiği ve karar vermek için bilginin başka bir üyeden gelebileceği düşünülmelidir.
- 2) Yöneticilerle grup halinde değil tek tek konuşma: Bütün yöneticilerin sorumlu oldukları fonksiyonlar hakkında bilgi gereksinimleri ortaya çıkartılır ve grup söyleşisi sayesinde ihtiyaçlar hakkında geniş bir perspektif ortaya çıkar.
- 3) Dizayn işlemlerinde deneme yanılmaya izin vermeme: Deneme yanılmayla sistemin test edilmesi sayesinde yapılan hatalar belli olur ve sistemin yerleştirildikten sonra kullanılmaz hale gelişi önlenir.
- 4) Yöneticilerle görüşme sırasında yanlış sorular sorma: Yöneticilere sistemden ne tür bir bilgi istendiğini sormak yerine "işletme sistemleri planlaması", "kritik başarı faktörleri" gibi gereksinimleri bulmaya yarayan görüşme tekniklerini kullanmak gerekir.

Organizasyonlar için bilgi gereksinimlerini saptarken, tek bir metot yerine birkaç metoda dayanmak gerekmektedir. Böylece bütün gereksinimler tanımlanmış olur. Bu yüzden bilgi gereksinimleri için görüşme teknikleri geliştirilmiştir.

- İşletme Sistemleri Planlaması: Organizasyonel işlemlerle ilgili problem ve kararların tanımlanmasına, onları bulmak için ne bilginin gerekli olduğunu bulmaya çalışır. Bu işlem sonucunda bulunması gereken problemleri, tedarik zincirinde alınması gereken kararları ve bunlara işaret eden bilgiyi içeren tablo ortaya çıkartılır. (Tablo 1)

TABLO 1 [Handfield-Nichols, 1999: 25]

<i>Kararlar</i>	<i>Gerekli Bilgi</i>
▪ Ürün X nasıl taşınacak?	— Rakiplerin taşıma biçimleri — Taşıyıcıların taşıma maliyeti ve performansları

- Kritik Başarı Faktörleri: Firmaların etkili çalışması gereken kritik performans alanları ve bununla ilgili bilgi üzerine odaklanır. (Tablo 2)

TABLO 2 [Handfield-Nichols, 1999: 25]

<i>Kritik Başarı Faktörü</i>	<i>Gerekli Bilgi</i>
▪ Entegre tedarik zinciri performans ölçümü sistemi	— Entegre tedarik zinciri için performans ölçümleri — Her üye organizasyonun performans ölçümleri — Tedarik zinciri ve üye organizasyonların gerçek performansları — Ölçümler için hedefler — Daha önceden ölçülen performans bilgisi

- **Sonlar/Ortalamalar(Ends/Means) Analizi:** Bir firmanın etkili(doğru şeyi yapma) ve verimli (bunları doğru şekilde yapma) olabilmesi ve yönetimi için gereken bilgiye odaklanır. Önce üyelerin önemli gördüğü sonuçlar, bununla ilgili etkinlik ve bunları gösteren bilgi tanımlanır. Sonra ortalamalarla ilgili verimlilik değerleri ve bunları gösteren bilgi incelenir.(Tablo 3,4)

TABLO 3 [Handfield-Nichols, 1999: 26]

<i>Sonlar</i>	<i>Etkinlik</i>	<i>Gerekli Bilgi</i>
▪ Tedarik zincirinde sipariş karşılama dönüşüm zamanlarını maliyeti azaltıp müşteri memnuniyetini arttıracak şekilde azaltma	– Tedarik zincirinin lojistik maliyetini minimum yapma – Kârı maksimum yapma	– Aktiviteye bağlı maliyet hesabı bilgisi – Müşteri öncelikleri(fiyat,zaman) – Üye organizasyondan sağlanan fayda – Tedarik zinciri performansı (dönüşüm zamanı, kapasite, envanter düzeyi,...)

TABLO 4 [Handfield-Nichols, 1999: 26]

<i>Ortalamalar</i>	<i>Verimlilik</i>	<i>Gerekli Bilgi</i>
▪ Envanter performansını değerlendirme: – Tedarik zinciri envanter düzeyleri(gün,TL) – Organizasyonun envanter düzeyi(gün,TL) – Elde edilenler – Servis düzeyleri – Maliyetler	– Envanter performansını ölçmek için gerekli maliyeti minimuma indirme	– Her faktörün ölçümü için gereken gerçek maliyet

Bu her görüşme tekniğinin sonucu organizasyonlar arası önemli alanları ve bunları gösteren bilgiyi tanımlayan bir tablodur. Sonuçta fazla miktarda bilgi gereksinimi tanımlanmış olur, bu da analizcinin kesin ve anlaşılır bilgi gereksinimi grubuna sahip olduğunu gösterir. . [Handfield-Nichols, 1999: 21-26]

1.1.4 Tedarik Zinciri için Bilgi Teknolojisi Uygulamaları:

Tedarik zincirleri için bilgi ve onu destekleyen teknoloji önemli olduğu kadar, hangi sistem veya uygulamaların zincire yarar sağlayacağını bilmek de önemlidir. Bunun nasıl sağlanacağını araştırmak IT yöneticileri için büyük bir sorumluluk olmuştur.

Tedarik zincirindeki bilgi sistemlerinin gelişiminde hardware ve software`in etkisi vardır. Hardware; bilgisayarları, girdi/çıkı tertibatını, hafıza modülünü içerirken software; stratejik planlama, karar verme, işlem kayıtları ve karar verme için kullanılan uygulama programlarını ve bütün sistemi içerir. Tedarik zinciri yönetimine yönelik software uygulamalarının gelişimi gittikçe artmaktadır. En çok kullanılanların bazıları şunlardır:

- **Base Rate ,Carrier Select, Match Pay(version 2.0):** Bu sistemde kullanıcılar nakliye maliyetini hesaplayabilir, ulaşım rakamlarını karşılaştırabilir, taşıyıcıların maliyet ve servis etkinliklerini analiz edebilir, nakliye faturalarını tasdik edip ödeyebilir.

- **Supply Chain Planning:** Sipariş, stokların yerine konması ve üretim için uygun planlama ve programlama yardımı sağlayan, kısıtlamalara dayanan planlama sistemidir. Bu software bir baştan bir başa işletme-kaynak planlama çözümü sunmaktadır.
- **Transportation Network Optimization:** Bu sistem mal göndericilerin teklif getiren taşıyıcılara bilgi vermesini ve teklif alımıyla fiyatlandırma işlemlerini düzenlemesini sağlar.
- **Logility Planning Solution:** Müşteri talebi ve tedarik kısıtlanmasının düzenlenmesiyle bütün tedarik zincirinin talepten tedarige kadar yönetme imkanını sunar. Bu da tahminler, envanter ve stokların yerine konması için(bütün üyeler için) internet bağlantılı iletişimle gerçekleşir.

Bunlar tedarik zincirine yarar sağlayan yüzlerce software uygulamasından birkaç tanesidir.

Bazı teknolojiler, tedarik zinciri içindeki bilgi akışını iyi sağladıkları için çok kullanılmaktadırlar. Bunların bazıı uzun süredir bilindikleri halde tedarik zincirinde kullanımları yenidir. Bunların başlıcaları şunlardır:[Handfield-Nichols, 1999: 28-38]

1) Elektronik Ticaret:

İşletme bilgilerini kağıtsız ortama taşıyan geniş araç ve teknikler grubuna verilen addır. Elektronik ticaret elektronik veri değişimi, e-mail, elektronik para transferi, elektronik yayın, imaj işleme, elektronik ilan tahtası, paylaşılan veri tabanları, barkodlama, internet ve web sitelerini içerir. E-ticaret organizasyonların iş idaresini nasıl yaptıkları konusunda belli bir etkiye sahiptir. Kağıt kullanımına gerek kalmadan, elektronik olarak firmalar tedarikçi ve müşterileriyle doküman alışverişini otomatikleştirmiştir. İnternetin yaygınlaşması, bilgi akışının dünya çapında etkin ve ucuz yapılması elektronik ticareti firmalarda yaygınlaştırıp, tedarik zinciri yönetimine fayda sağlamıştır.

Elektronik ticaretin etkin ve verimli kullanıldığı firmalardan biri olarak General Electric örnek gösterilmiştir. General Electric firması, tedarikçi ve müşterileri arasındaki iş aktivitelerini World Wide Web bazlı olarak e-ticarete bağlamıştır. Bu firmanın e-ticaret uygulamalarına Web-bazlı otomatik tedarik sistemi ve GE'in ürün dağıtımında kullandığı Web-bazlı sipariş ve sipariş düzenleme servisi de dahildir. GE'in elektronik ticaret amaçlarından biri de masraf kısıtlamadır ve dünyanın en çok kâr eden firmalarından biridir. GE bu başarısını çokça organizasyonu satın alma, üretim, dağıtım ve servis dizaynı faaliyetlerini verimli kılan IT ve elektronik ticaret uygulamasına bağlamaktadır. Firmanın başlıca uygulamaları; ürün dağıtımını sağlayan GESupply, buna bağlı olan sipariş ve sipariş düzenleme servisi GESupply Net, satın almayı otomatikleştiren GE Trading Process Network, elektronik veri alışverişi olmayan firmalarla olanları bağlayan GE Trade Web'dir.

2) Elektronik Veri Alışverişi(Elektronik Data Interchange-EDI):

Elektronik veri alışverişi, iş dokümanlarının bilgisayardan bilgisayara gönderimidir. EDI; iki organizasyon arasındaki bilgilerin posta veya faks yerine elektronik olarak iletilmesinin uygulaması ve yapılabilirliğidir. Yapılabilirlik; tedarik zincirindeki üyelerin bilgisayar sistemlerini iletişim için etkin kullanma yeteneklerine bağlıyken, uygulama; zincirdeki yöneticilerin iletilen bilgiyi etkin kullanmalarına ve bilgiyi paylaşımlarına bağlıdır. EDI tedarik zinciri üyelerinin sipariş işleme, üretim, envanter, muhasebe ve transportasyon aktivitelerini bağlamak için kurulmuştur. EDI'nin yararları başlıca şunlardır:

- Bilgiye çabuk ulaşma

- Daha iyi müşteri servisi
- Azalan kırtasiye
- Daha iyi iletişim
- Artan prodüktivite
- Maliyet verimliliği
- Rekabet avantajı
- Gelişen faturalama

EDI sistemi daha hızlı bilgi akışı ve daha az bilgi girişi sayesinde prodüktiviteyi arttırmaktadır. Bu sistemin kullanımı çeşitli şekillerde maliyetleri azaltmaktadır:

- Print, posta ve kırtasiye azalmasıyla iş ve materyal maliyetinin azalması
- Azalan telefon ve faks maliyeti
- Sekreter ihtiyacının azalması

EDI daha önceden açıklanan bullwhip etkisini azaltmada çok yararlıdır. Bu sistemin kullanımıyla tedarik zinciri üyeleri talep ve tedarikle ilgili bilgilerdeki çarpıklıklarla aşırılıkları önleyebilmekte ve bilgileri etkin şekilde paylaşabilmektedir. EDI sisteminin çeşitli uygulamaları vardır. Bunlardan “sürekli stok yerleştirme programı(continous replenishment program-CRP) üreticilerin, tedarik zincirinin ardıl bölümündeki talep ve envanter bilgilerine giriş yapmasını sağlamakta ve bunlarla ilgili değişiklik ve tahmin yapmasına yardımcı olmaktadır. Bir başka uygulama “satıcının yönetildiği envanter(vendor managed inventory-VMI) sistemidir. Bunda da bilgi paylaşımında tedarik zincirinin ardıl üyeleri(örneğin perakendeciler) pasif hale gelmektedir.

3) Barkodlama ve Tarama:

Barkodlamada ürünlere, kolilere, konteynerlere ve hatta taşıyıcılara bilgisayar tarafından okunan kodlar yerleştirilmektedir. Bu teknoloji uygulaması tedarik zincirindeki ürün ve bilgi akışını kuvvetli olarak etkilemiştir. Barkodlama ve elektronik tarama bilgi toplarışını ve değişimini arttıran ve zincir üyelerinin ürünün hareket ayrıntılarına çabuk ulaşip takip etmesini hata payını azaltarak sağlayan tanımlama teknolojileridir. Wal-Mart marketleri, tedarik zinciri ortaklarına bu teknoloji sayesinde kritik satış noktaları bilgilerini ulaştırmıştır. Fedex, bu teknolojiyle müşterilerine ayrıntılı takip bilgisi vermektedir.

4) Veri Bankası:

Veri bankası genel olarak değişik kaynaklardan bilgi toplayan ve bu bilgiyi son kullanıcıya sağlam ve sürekli bir şekilde sağlayan karar verme destekleyicisi olarak tanımlanır. Bilgiyi paylaşmayan veya aktivite birliği kuramayan firmalar, tek bir birleşik sistem geliştirmek yerine verileri tek bir yerde birleştirip bütün sistemin kullanılmasını sağlamışlardır.

Çoğu zaman veri bankası, organizasyonun üretim sistemi veri tabanlarından ayrı kurulan birleşik bir veri tabanıdır. Üretim veri tabanları iş fonksiyonları veya sipariş işleme, bordrolama gibi işlemler etrafında organize edilmiştir. Veri bankaları belirli iş fonksiyonları yerine bilgi veren konular etrafında kurulmuştur. Veri bankalarındaki bilgiler zamana bağlı ve toplanabilir. Örneğin değişik üretim birimleri satışları izleyebilir. Bu değişik sistemlerden veri toplama satış promosyonlarının etkinliği hakkında fikir verebilir, bu da tek bir sistemden alınan verilerle sağlanamaz. Veri bankalarının bir başka faydası da; bilgi işlemeyi ayrı-bireysel sistemlerden daha az

masraflı servis sağlayıcılara aktarmasıdır. Ayrıca bazı üretim sistemlerinin raporlama gereksinimleri karar verme sistemlerine kayabilir.

5) Internet:

Teknolojinin ve iletişim sistemlerinin gelişmesiyle en etkili gelişme internetin ticaret ve iletişim ortamına aktarılmasıdır. Şebekelerin birleştiği şebeke olarak internet organizasyonlara ve bilgi kaynaklarına hızlı ve global bir giriş sağlamaktadır.

İnternet, tedarik zinciri üyelerine bilginin zamanında ve daha az masraflı paylaşımını sağlar. İnternetin verdiği çok sayıda seçenek arasında EDI sistemlerinin gelişimi, ürün ve servislerin potansiyel sağlayıcıları hakkında bilgi verme vardır. Bu faydalarının yanı sıra hakkında düşünülmesi gereken konular da vardır. Bunlar hassas bilgiler için güvenlik ve gizlilik. Bazı firmalar güvenliği sağlamak için tedarik zincirinin kendi "intranet" ini kurmuşlardır.

6) Intranet/Extranet:

Intranet, internetle aynı teknolojiyi kullanan organizasyon içi şebekedir. Çoğu analizci bu tür şebekeler iş hayatında verimliliği arttırdığı için, hardware ve software satıcılarına büyük kârlar getireceğini düşünmektedirler.

Web ve servis sağlayıcılarını kendi iç sistemlerinde kullanan organizasyonlar iç bilgi sistemlerini geliştirebilmekte ve birbirine uyumsuz bilgisayarları bağlayabilmektedir. Bu bağlantı çalışanları listeler, ürün fiyatları gibi şirket bilgilerine ulaştırmaktadır. Bu iç şebekeler internetle aynı dili ve bağlantıyı sağladığı için bağlantılarını müşteri ve tedarikçilere kadar uzatabilirler. Bu da tedarik zincirinde "extranet" şebekesini oluşturur ve bu özel bir şebekeden daha az masraflıdır.

7) World Wide Web:

World Wide Web, kullanıcıların bir internet sitesinden diğerine geçmesini ve protokoller olmadan bilgiyi incelemesini sağlayan, multimedya dokümanlarını birbirine bağlayan internet sistemidir. İşletme uygulamalarında Web'in kullanımı çok genişir ve bu teknoloji her endüstride ve tedarik zinciri organizasyonlarında gelişerek kullanılmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi hakkındaki Web siteleri, zincir üyelerin olanakları hakkında bilgi sağlayanlardan, referans olarak kullanılan eğitici sitelere kadar çok geniştir. Başlıcaları şunlardır:

- www.conwaynow.com
- www.fedex.com
- www.gebn.bus.msn.com
- www.nitl.org
- www.supply-chain.com
- www.transportlink.com
- www.transportlaw.com

Tedarik zinciriyle alakalı profesyonel kurumların web siteleri, kurumun amaçları, eğitim olanakları, eğitici ürünler, kütüphaneler, forum ve konferanslar hakkında bilgi vermektedir. Bunlar:

- American Production and Inventory Control Society(APICS): www.apics.org
- Council of Logistics Mnagement(CLM): www.clm1.org
- National Association of Purchasing Management(NAPM): www.napm.org

8) Karar Destek Sistemleri(Decision Support Systems-DSS):

Firmaların rutin dışı uygulamalarının artmasıyla, rutin dışı ve kısmen yapılandırılmış kararlara bilgisayar bazlı destek sağlayan DSS sistemleri oluşturmuşlardır. Tedarik zincirlerinin karmaşıklığında DSS'in gelişimi karar vericilere zincirin dizaynı ve operasyonu konusunda yol göstermektedir. DSS sistemi sayesinde zincirdeki gelişim olanakları, tedarikçi, üretim ve dağıtım dahil olmak üzere üye ilişkileri ve ürün grupları ilişkileri gözlenmektedir.

Tedarik zincirinde DSS sistemi üye organizasyonlardan alınan büyük miktarda statik ve dinamik bilgiyi gerektirir. Statik bilgi; zincir birimleri, malzeme faturaları, rutlama için olanakları ve üretim imkanlarını içerir. Dinamik bilgi; tahminleri, siparişleri ve gönderilen malları içerir. Bu bilgilerle tedarik zinciri içindeki problemlerin tek bir teknolojiyle çözülmesi olanaksızdır. DSS'in etkin çalışması için gerekli olan bazı teknolojiler şunlardır:

- Programlama algoritmaları
- Talep yönetimi
- Lineer programlama olanakları
- Blok programlama
- Yapısal sorgulama dili(SQL)
- Grafik kullanıcısı
- Uzman sistem kuralları
- Çok kademeli programlama
- Kullanıcının tanımlayabileceği veri tabanları
- Ürünün istenen zamanda yetiştirilmesi

1.2 Tedarik Zincirinde Malzeme Akışı:

Tedarik zincirlerinde malzeme akışının etkin yönetiminin önemi ve bu akışın maliyeti analizcilerin ilgisini çekmiştir. Endüstri uzmanları çoğu organizasyonda bu maliyetin operasyon harcamalarının büyük kısmını tutmadığı halde, bazı organizasyonlarda operasyon bütçesinin % 75'ine kadar çıktığını görmüşlerdir. Tedarik zinciri yönetiminin yararlarından biri de, tedarik zincirindeki bu akışın son kullanıcının bakış açısından geliştirilmesi, bunu yaparken zincirin maliyetini düşürmesidir.

Tedarik zinciri yönetiminin amacı; son kullanıcıya ve diğer üyelere istenen malzemeyi uygun miktarda, istenen formda, uygun dokümantasyonda, istenen yerde ve zamanda ve mümkün olan en az maliyetle sağlayan bütünleşmiş bir tedarik zinciri kurmaktır. Organizasyonlar bu zinciri kurar ve yönetirken bazı belirli noktaları da incelemeleri gerekir.[Handfield-Nichols, 1999: 40-41] Bunlar:

- Mevcut tedarik zincirinin anlaşılması
- Tedarik zinciri lojistiğinin yeniden yapılanması
- Zamanın öneminin tanınması
- Tedarik zinciri için performans ölçümü sisteminin kurulması

1.2.1 Tedarik Zincirinin Anlaşılması:

Tedarik zincirindeki bir organizasyonun, onun tedarikçi ve müşterilerinin amacı son kullanıcının isteklerini karşılamaktır. Fakat tedarik zinciri yönetimi stratejisinin yerleştirilmesi ve kullanımı organizasyonlar için bazı çabaları ve değişimi gerektirmektedir. Bunun için firmaların mevcut tedarik zincirlerini ve buna bağlı işlemleri anlamaları gerekmektedir. Bu araştırma firmaların tedarik zincirlerinin önemini anlamalarına ve geliştirmeleri gereken işlemleri tanımlamalarına yardım edecektir.

Tedarik zinciri boyunca talep, işlem, tedarik ve ulaştırmayı içeren belirsizlik kaynakları bulunmaktadır. Envanterler zinciri bu tür belirsizliklerden korumaktadır.[Lee- Billington, 1993: 835] Tedarik zincirinin değişik noktalarındaki envanterler zincirin maliyet ve servis performansına değişik etkilerde bulunmaktadır. Zincirin değişik noktalarındaki envanterler ayrıca hammadde ve son ürün arasındaki fark gibi değişik esneklik derecelerine sahiptir. Ayrıca envanterler değişik noktalarda değişik sorumluluk düzeylerine sahiptirler, örneğin ürünlerin ulaşımı için hammaddelerin son ürüne dönüştürülmesi gerekmektedir. Tedarik zincirindeki malzeme akışı yönetimindeki bir diğer zorluk zincirdeki engeller ve organizasyon yapısıdır. Organizasyon içindeki bölümler bir ürünün üretimi için birlikte çalışırken değişik organizasyonel fonksiyonlara bilgi vermektedirler. Örneğin üretim bölümü işlem, teknoloji veya müşteri isteklerini baz alarak değişik birimlere rapor vermekte, dağıtım bölümleri satış veya pazarlamaya rapor vermektedir. Bu tür bölümler uluslar arası bir ortaklık içinde değil de tek bir firma içindeyse organizasyonel engeller bulunmayabilir ama çoğu firma bölümlerinde çok merkezli operasyonel kontrol uygulamaktadırlar ve her bölümün kendine has bir kültürü, kısıtlamaları ve hedefleri bulunmaktadır. Tek merkezli kontrolde ne kadar ve ne zaman üretim yapılacağına dair kararlar tek merkezden verilmektedir. Çok merkezli kontrolde ise tedarik zincirindeki her birim lokal bilgiye dayanarak karar almaktadır. [Lee-Billington, 1993: 835-836]

Çoğu organizasyon tedarikçi ve/veya müşteri olarak aynı anda pek çok tedarik zincirine bağlıdır. Bir organizasyonun bakış açısından her tedarik zinciri hem iç hem dış bağlantılara sahiptir. Firma, tedarik zinciri yönetimi çabalarını firma başarısı için en kritik yani başarıyı sürdürmek için en büyük potansiyele sahip tedarik zincirlerine yönelmelidir. Bunun için öncelikle iç ve dış tedarik zincirleri tanımlanmalıdır. [Handfiel-Nichols, 1999: 42-43]

1.2.1.1 İç ve Dış Tedarik Zincirleri:

İç tedarik zinciri, verilen tedarik zincirinin tek bir organizasyon içinde yer alan parçasıdır. Firmanın iç tedarik zincirinin anlaşılması, firmanın tedarik zinciri yönetimini ele alması için uygun bir başlangıçtır. Bu çok bağlantılı ve çok bölümlü yapıda, bir bölümdeki çalışanlar bazen diğer bölümleri tedarikçi veya müşteri olarak görürler. Bu yapıyı anlamak için tedarik zinciri şeması çıkartmak en iyi yoldur. Bu şema geliştirme için firmanın bütün bölümlerinden gelen personelden oluşan bir takım kurulur.

Şema oluşturulurken takım üyeleri bununla ilgili talimatları ve diğer bilgi gereksinimlerini bilmek zorundadır. Bu çalışmanın amacı bütün zincir birimleriyle birlikte kritik işlemleri gösteren şemaları çıkartmaktır. Kritik işlemler ve buna bağlı birimler içinde sipariş verme(satış), sipariş girişi(malzeme planlama), sipariş hazırlama(satın alma, üretim, depolama) ve sipariş gönderme(dağıtım ve taşıma) vardır. Her takım üyesi kendi bölümüyle ilgili basamakları mevcut performans bilgileriyle dokümanlar. Bu tamamlandıktan sonra bütün üyeler toplanarak zincir şemasının bütününü oluştururlar. Bu üyelerin kendi bölümleri dışında neler olup bittiğini öğrenmeleri bakımından önemlidir.

İç tedarik zinciri anlaşıldıktan sonra analizin zincirin dış bölümüne genişletilmesi gerekir. Sistemin geliştirilmesi için olanaklar zincirdeki organizasyonlar arasındaki ilişkilere bağlı olduğundan bu önemli bir basamaktır. Bu analizde yine organizasyon çalışmalarını firma başarısı için en önemli zincire odaklar. Kritik tedarik zincirleri tanımlandıktan sonra organizasyonun tedarik zinciri yönetimi çalışmaları için en kritik olan üye organizasyonlar ele alınır. Bu organizasyonlar zincir yönetimine en fazla faydayı sağlamaktadır. Bu üyeleri seçerken bazı önemli noktalar ele alınmalıdır.

Birincisi firmalar arasındaki rekabet durumuna bakılır. Eğer rekabet azsa veya yoksa produktivite artar. İkincisi bütün organizasyonlar benzer amaçlara sahip olmalıdır. Bunlar tıpatıp aynı olmasa bile zincir yönetimi esaslarına uygun olmalıdır. Üçüncüsü başarı için çalışmaların potansiyelinin artması için bütün organizasyonlar katılımlarının faydalı olduğunun farkına varmalıdırlar.

Dış tedarik zinciri şeması iç tedarik zinciriyle aynı çıkartılır. Tedarik zincirinin gelişimi için olanaklar değişik zincir organizasyonları arasındaki ilişkiye bağlıdır. Pek çok organizasyon ve onların temsilcileri bu analize katıldığından bu aşama daha karmaşıktır. Bu analizde organizasyonlar çalışmalarını kendi başarıları için en önemli olan tedarik zincirlerine odaklanırlar. Kritik tedarik zincirleri tanımlandıktan sonra organizasyonun zincir yönetimi çalışmaları için en önemli tedarik zinciri üyeleri tanımlanır. Bu kritik tedarikçiler ve müşteriler zincir yönetimine en büyük kârları vermektedirler.

Dış tedarik zinciri üyelerinin seçiminde bazı konularda tanımlanmalıdır. Birincisi, muhtemel tedarik zinciri üyeleri arasındaki rekabet durumu ortaya çıkartılmalıdır. Zincir üyelerinin diğer üyeler direkt rakip olmadığı sürece daha verimli çalıştıkları görülmüştür. Hem satın alıcı-tedarikçi hem de rekabet ilişkisi olduğu zaman tedarik zincirindeki işbirliği çalışmaları sınırlanabilir. İkincisi, bütün organizasyonlar ve temsilcileri benzer amaçları hedeflemelidirler. Bu bütün organizasyonların aynı amaçları hedeflemesi gerektiğini göstermez ama istenen hedefler tedarik zinciri yönetimine uygun düşmelidir. Üçüncüsü, bütün organizasyonlar katılımlarının faydalı olduğunu düşünmedikleri sürece tedarik zinciri yönetimi çalışmaları başarı için sınırlı bir potansiyel gösterir. Eğer organizasyon içi birimlerde ve firmalarda otoritenin ve kaynakların iyi planlanmaması, sorumsuzluk gibi şeyler oluşursa durumlardan kurtarılması az bir ihtimaldir.

Dış üyeler tanımlandıktan sonra dış tedarik zincirinin şeması iç tedarik zincirindeki gibi bir takım oluşturularak çıkartılır. Oluşturulan takım, zincirdeki bütün organizasyonlardan ve bütün fonksiyonel alanlardan gelen temsilcilerden oluşur. Yine organizasyonlar arası toplantı yapılarak zincir şemasının bütünü oluşturulur ve diğer üyeler hakkında bilgi edinilir. Bu toplantılarda tedarik zinciri işlemleri belgelendirilirken üyelere bazı faydalar sağlamaktadır. Bunların başlıcaları şunlardır:

- 1) Tedarik zincirinde bağlantılar oluşturma: Katılımcılar diğer organizasyonlardan gelenlerle bağlantı kurarlar. Bu bağlantılar organizasyonlar gelecekte tedarik zincirinde problemle karşılaştıklarında çok faydalıdırlar.
- 2) Mevcut organizasyonel icraatlara içe dönük bakış: Yapılan toplantılarda zincirdeki mevcut icraatlar tartışılmaktadır. Çoğu zaman problemler ortaya çıkartılır ve bunlar için çözümler bulunur.
- 3) Üyeler arasında ortak projeler: Çoğu zaman organizasyonların yan grupları arasında ortak projeler oluşturulur ve başlatılır. Bu projeler bütün tedarik zincirini kapsamasa bile bütün zincirin performansını arttırmaya yönelik konularla ilgilidir.

1.2.1.2 Tedarik Zinciri Performansı ve Benchmarking`in Rolü:

Mevcut tedarik zincirinin ve bağlı işlemlerin performansını belirlemek için performansla ilgili bilgiye ihtiyaç vardır. Bu bilgi en fazla şu performans alanlarını kapsamalıdır[Handfield-Nichols, 1999: 45]

Sunulan ürün ve hizmetler

Satışlar

Pazar payı

Maliyet

Mal gönderme

Dönüşüm zamanı

Kullanılan aktifler

Sorumluluk

Bu bilgilerin diğer üyelerden alınıp paylaşılması tedarik zinciri yönetiminde önemli sorumluluklardan birisidir. Eğer tedarik zincirinin geliştirilmesi söz konusuysa, kararların performans bilgilerine dayalı olması ve bu bilgilerin kritik üyeler tarafından paylaşılması gerekir. Tedarik zinciri üyeliği içinse firmanın diğer üyelerle bilgi paylaşımı istekliliği önemli bir kriterdir.

Tedarik zincirinin anlaşılması sırasında, diğer üyelere bağlı olarak performansı belirlemek için “benchmarking” analizi yapılması etkili bulunmuştur. Benchmarking performansı arttırmaya yardımcı olacak şekilde aynı organizasyon içindeki veya diğer firmalardaki belirli uygulamaların tanımlanması, anlaşılması ve tatbik edilmesidir. Bu uygulamayla firmanın en iyi gelişim göstereceği şekilde uygulamalar ve prosedürler karşılaştırılır. Böylece müşteri isteklerinin en iyi karşılanacağı biçimde yeni standartlar ve hedefler oluşturulur. Benchmarking işleminin aşamaları şunlardır:

- 1) Mevcut proseslerin tanımlanması ve anlaşılması
- 2) Benchmarking takımının oluşması
- 3) Neyin bu uygulamaya tabi olacağını belirleme
- 4) Benchmarking ortaklarını(örnek firmalar) belirleme
- 5) Veri toplanması
- 6) Veri analizi ve performans noktalarının tanımı
- 7) Gelişim için harekete geçme
- 8) Sonuçların incelenmesi

Benchmarking bu şekilde tedarik zinciri yönetiminin çalışmalarının en çok geliştirilmesi istenen alanlara odaklanmasını sağlamaktadır.

1.2.2 Tedarik Zinciri Lojistiğinin Yeniden Yapılandırılması:

1.2.2.1 Lojistik ve Tedarik Zinciri için Önemi:

Lojistik Yönetimi Komitesi(CLM) tarafından yapılan tanıma göre lojistik; müşteri gereksinimlerini karşılamak için ürünlerin, servislerin ve buna bağlı bilgilerin başlangıç noktasından tüketim noktasına kadar etkin ve verimli olacak şekilde akışlarının ve depolanmalarının planlanmaları, uygulanmaları ve kontrolüdür. Başka bir tanımlamaya göre de lojistik; ürünlerin zaman ve mekan sınırlarını kaldıracak şekilde fiziksel, yönetim ve bilgi sistemlerinin dizaynı ve operasyonudur. [Handfield-Nichols, 1999: 46] Lojistik, ürünün istenen yer, istenen zaman ve optimum maliyetle ulaşmasını etkileyen bütün faktörlerin planlanmasını ve kontrolünü içerir. Üstün lojistik performansı, tedarik zinciri yönetimini uygulayan organizasyonların gelişim göstereceği alanlardan birisidir. Lojistik yönetimi sadece ürünlere bağlı olan üretim ve montaj endüstrilerinde değil aynı zamanda perakende, nakliyat gibi dağıtım ve servise bağlı endüstrilerde de lüzumludur. Global pazarlardaki rekabetten dolayı lojistik yönetimi önemli bir rekabet avantajıdır. CLM'in en iyi lojistik uygulayan firmaların odaklandığı kritik noktaları araştırdığında şunlar ortaya çıkmıştır:

- 1) Lojistik operasyonlarına yön göstermek için stratejik ve yapısal yaklaşımların araştırılması ve seçimi
- 2) Firma içi en iyi lojistik operasyonunu elde etme çabasıyla, sınırları ortadan kaldıran tedarik zinciri ilişkileri gelişiminin entegrasyonu
- 3) Firmanın değişimlere uygun yapısı ve uyum hızıyla firmanın rekabet şansının artırılması

4) İç ve dış performansının ölçümü

Tedarik zinciri ve lojistik başarılı bir büyüme stratejisinin kritik komponentleridir. Bütünleşmiş tedarik zinciri yönetimi lojistik aktivitelerinin önemini arttırmaktadır. Zincir yönetimi, zincir üyelerine organizasyonlar arası düzeyde lojistik performansını optimize etme olanağını sunmaktadır. Bu da şimdiye kadar yapılan organizasyonların lojistik uygulamaları hakkındaki bağımsız çalışmalardan farklılık göstermektedir.

Lojistik yöneticileri tedarik zincirindeki ürünlerin müşteri gereksinimlerini karşılayacak şekilde, zamanında ve en az maliyetle akışından sorumludur. Bunun sağlanması içinse her üye organizasyonun lojistik stratejisine yol gösterecek, tedarik zincirini kapsayan bir lojistik stratejisine ihtiyaç vardır. Bu strateji içinse dağıtım şebekeleri, taşıyıcı yönetimi, envanter yönetimi, depolama, sipariş işleme gibi işlemlerin incelenmesi gerekir. Bu uygulamayla birlikte üye organizasyonların lojistik aktivitelerini bağımsızca yürütmeleri gereksiz olmuştur.

Lojistik aktivitelerinde yapılan bir uygulamada dışarıdan lojistik hizmeti alınmasıdır. Yapılan araştırmalarda bu hizmet kullanıcı firmaların çoğu tarafından başarılı bulunmakta, en çok transportasyon ve depolamanın yapılmasında tercih edilmektedir. Bu uygulamadaki artış firmaların bu servis sağlayıcılarla yakın ilişkide bulunmalarını sağlamaktadır. Böylece iş ortamındaki belirsizlik, karmaşa ve risk azalmakta, durumlara uyum artmaktadır. Servis sağlayıcılar firmalara rekabet ve en iyi olma avantajını, müşteri hizmetlerini geliştirmeyi, aktifleri azaltmayı sağlamaktadır. Hatta tedarik zinciri yönetimi için onların yardımı alınmaktadır.

Globalizasyonun ortaya çıkmasıyla tedarik zincirinin uluslararası alanda uygulanmasında bazı hususlar da önem kazanmıştır. Globalizasyon bir aktivite veya işlemin dünya çapında olması işlemidir.[Sundaram-Black, 1995: 9] Firmaların globalleşmesine etki eden üç temel faktör de şunlar olarak bulunmuştur:(1) büyük marketlerin globalleşmesi,(2) azalan transportasyon ve iletişim masrafları, bilgi teknolojisinin büyümesi ve kolay ulaşılabilir olması ve (3) bölgesel ve uluslararası ticaret anlaşmalarının artması.[Sundaram-Black, 1995: 13]

Tedarik zincirlerinin uluslararası alanda uygulanması daha büyük mesafe ve saat farklarını, daha çok ulusal pazarları, daha çok ulusal operasyon bölgelerini ve arz-talep durumlarının çeşitliliğinden doğan daha büyük olanakları içermektedir. Ayrıca tedarik zincirinin global alanda uygulanmasından doğan maliyetler de bulunmaktadır. [Handfield-Nichols, 1999: 48-49] Bunlar:

- 1) Üretim Maliyetleri: Satın alınan malzeme, işçilik, ekipman, vs.
- 2) Hareket Maliyetleri: Transportasyon maliyeti, üretimdeki envanter ve emniyet stoğu maliyeti
- 3) Teşebbüs maliyeti: Vergi, sübvansiyonlar
- 4) Fiziksel Olmayan Maliyetler: Kalite maliyetleri, ürün adaptasyonu, performans ve koordinasyon maliyetleri
- 5) Genel Giderler: O ana kadar yapılan toplam maliyetler
- 6) Uzun Vadede Oluşabilecek Maliyetler: Üretkenlik değişimleri, ürün dizaynı, satın alma oranlarının değişimi

Tedarik zinciri performansının gelişimi de şunları içermektedir:

- 1) Yer ve transportasyon durumlarını değiştirerek tedarik zincirlerini geliştirme
- 2) Tedarik zincirinin başarılı aşamaları arasındaki envanter ve zaman fazlalığını azaltma
- 3) Tedarik zincirlerinin coğrafi ve uluslararası hedeflerini artırma
- 4) Tedarik zincirindeki ürün ve hizmetlerin kalitesini artırma

Bu gelişimleri sağlamak için firmalar lojistik ağlarını geliştirip, yeniden yapılandırmakta ve lojistik stratejilerini değiştirmektedirler. Yabancı tedarik zinciri ortaklarının kabiliyetlerinin de ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca kültürel farklılıklar, bölgesel ve yerel durumlar da tedarik zinciri performansını arttırıcı faktörler olarak ele alınmalıdır. Genel olarak tedarik zincirlerinin global olarak gelişmelerini etkileyen faktörler şunlar olarak bulunmuşlardır:

- Ülkenin Yapısı: Pazar büyüklüğü, işçilik maliyeti, lokal yönetim kapasitesi, politikalar, ithalat kontrolleri, kültürel uygunluk
- Rekabet Durumları: Endüstriyel rekabet, rekabet etme gücü
- Firmanın Karakteristikleri: Ürün yapısı(raf ömrü, markanın oturmuşluğu, üretim ve dağıtım prosesleri, servis imkanı), teknoloji(stabilite, karmaşıklık), kaynaklar(sermaye, yönetim, önceki deneyimler), globalizasyonun büyüklüğü

1.2.2.2 Yeniden Yapılandırmada Sorumluluklar ve Olanaklar:

Organizasyonlar tedarik zincirlerini yönetirken, lojistik işlemlerini gerçekleştirirlerken buna olanak sağlayan çalışmaları da belirtmelidirler. Tedarik zinciri yönetimi bu lojistik performansının gelişmesine olanak sağlamaktadır. Bu gelişmeler tedarik zincirindeki organizasyonların rollerinin değişmesine ve yeniden yapılanmasına bağlıdır. [Handfield-Nichols, 1999: 49] Tedarik zincirinin gelişiminde şu noktaların ele alınması gerekmektedir:

- 1) Müşterilerin lojistik hakkında daha fazla bilgi sahibi olmalarını sağlama
- 2) Müşteri gereksinimlerini karşılamayan lojistik aktiviteleri ortadan kaldırılmalıdır
- 3) Müşteri odağını arttırmak, daha iyi ve hızlı karar vermek, tedarik zinciri verimini ve üyeler arası desteği arttırmak için üyeler arasındaki bariyerleri ortadan kaldırma
- 4) Lojistik hizmeti sağlayıcılarla ilişkileri yönetme

Uzmanlar bütün bu gelişme çabalarının yeni lojistik beklentileriyle çakiştiğini belirtmektedir. Özellikle uluslararası tedarik zincirinde organizasyonlar mevcut lojistik işlemleri ve uygulamalarının en iyi yaklaşım olmadığına farkına varmalıdırlar. Yeniden yapılandırma sadece tedarik zincirinin belli bölümlerini değil bütününe kapsamalıdır. Firma içi gelişimler belirli miktarda performans artışı sağlasa da, analizciler bu yeniden yapılandırmanın organizasyon ötesinde diğer üyeleri de kapsamalıdır. Bu yeniden yapılandırma kârlılığı arttırmakta ve sipariş zamanını düşürmeye yaramaktadır. Ayrıca bazı tedarik zinciri üyeleri için envanter kontrolü, depolama yönetimi ve transportasyon gibi işlerde maliyetin azalmasını sağlamaktadır.

Önemli bir nokta da tedarik zincirindeki lojistik yönetiminin bilgi ve bilgi teknolojisiyle yönlendirildiğidir. [Handfield-Nichols, 1999: 51-52] Bilgi teknolojisi organizasyonun lojistik aktivitelerini yönetme olanağını değiştirmekte ve geliştirmektedir. Lojistik yönetimi ve teknoloji hakkında yapılan bir araştırma işletmeler için en önemli iki lojistik konusunun lojistik bağlantılı operasyonların maliyetlerinin kontrolü ve bilgi teknolojisinin seçimi, yayılması ve entegrasyonu olduğunu bulmuştur. Tedarik zinciri sistemi içinde yayılması ve entegrasyonu gereken başlıca bilgi teknolojileri EDI, mobil iletişim sistemi, uydu sistemleri, EFT, barkodlama, elektronik sipariş ve karar destek sistemlerini içermektedir. Bunlar tedarik zincirinde hızlı ve açık iletişimle bilgi akışını sağlamaktadır. Tedarik zincirini içeren iletişim şebekesi oluşturulduktan sonra şu aşamalar yerine getirilmelidir:

- 1) Sipariş işleminin her aşamasında bilginin yeniden girilmesi ihtiyacı kaldırılmalıdır.
- 2) O anki duruma ait bilginin iletilmesiyle tedarik zinciri ortaklarının birbirine daha yaklaştırılması gerekir.

- 3) Organizasyonun daha etkin bir şekilde daha büyük bir elektronik ticaret ortamına sokulması gerekir.

Yeniden yapılandırmada otomasyonun da envanter yönetimi maliyetini düşürmede etkisi vardır. Bunu sağlamak için iki aşamalı bir işlem yapılmalıdır; birincisi envanter uygulamaları siparişlerin düzenlenmesi ve stok seviyelerinin minimize edilmesi için doğru bilgi akışıyla kontrol edilmelidir. İkincisi, sipariş işleme diğer depolardaki stokları ve transit halindeki ürünleri kapsayacak kadar genişlemelidir.

1.2.3 Zamanın Önemi:

Organizasyonlar fiyat, kalite, ulaştırma, teknolojik performansta olduğu kadar zaman hususunda da birbirleriyle rekabet halindedirler. Buna göre firmalar istenilen nitelikte ürün ve servislerini rakiplerine göre müşteriye daha hızlı ulaştırmalıdır. Bu zamanın kısaltılması firmaların tedarik zinciri yönetimini uygulaması için önemli bir etkidir. Zaman organizasyonlar arası tedarik zincirinin olduğu kadar tek bir organizasyonun da gelişme çabalarını odaklayabileceği etkili bir alandır. Organizasyonlar zaman üzerine rekabet ettikleri zaman kalite, uyum, müşteri servisi, fiyat gibi diğer hususları da geliştirmeleri gerektiğinin farkına varmışlardır. [Handfield-Nichols, 1999: 53-57]

Dönüşüm zamanı da bir işlemin tamamlanması için geçen toplam zamandır. Genelde bu dönüşüm zamanının sadece küçük bir kısmı yapılan gerçek işi kapsamaktadır. Zamanın geri kalanı prodüktiviteyi azaltıcı, zaman azaltıcı aktivite ve olaylara ayrılmaktadır. Bu zaman harcamalarının ortaya çıkartılıp, yok edilmesi tedarik zinciri yönetiminin aktivitelerinden bir tanesidir. Bunu sağlamak için tedarik zincirindeki kritik işlemler üzerine odaklanılmalıdır. Dönüşüm zamanını azaltmak için sadece işlemin çabuk değil, verimli tamamlanmasını sağlamak gerekir. Zaman harcanmasına neden olan bazı noktalar şunlardır:

- Bekleme: Çok kademeli işlemlerde, işlem zamanlarının toplamından daha fazlası kademeler arası beklemekle geçmektedir. Bu bekleyişlerin önüne nasıl geçileceği, en uzun bekleme süreleri ve mümkünse kapasite artırılması düşünülmelidir.
- İşe değer katmayan aktiviteler: Tedarik zinciri içinde pek çok kritik noktalar vardır. Bunları incelerken aralarında yapılan toplam işlemde veya tek bir işlemde fazla bir işe yaramayan yani ekstradan bir değer getirmeyen işlemler de ortaya çıkabilir. Bu işlemlerin gerçekten gerekli olup olmadığı, değer katan işlemlerin de zincir içinde doğru şekilde uygulanıp uygulanmadığına bakılmalıdır.
- Seri/Paralel işlemler: Çoğu tedarik zincirlerindeki işlemler arka arkaya gelmektedir, örneğin önce a işlemi sonra b işlemi tamamlanır. Bu tür işlemlerin paralel yani eş zamanlı olarak yapılıp yapılamayacağı da araştırılmalıdır.
- Aktivitelerin tekrarlanması: Tedarik zincirlerinde uzayan dönüşüm zamanlarının nedenlerinden biri de ürün veya servis kalitesini arttırmak için yapılan aktivitelerin tekrarlanmasıdır. Bunun önüne geçmek için bu aktivitelerin neden tekrarlanmasına ihtiyaç duyulduğuna, bu ihtiyacı ortadan kaldırmak için hangi problemlerin nasıl çözüleceğine bakmak gerekmektedir.
- Yığın oluşturma: Bu durum bir miktar malzeme, sipariş, vs. gibi şeylerin işlemde diğer kademeye veya diğer zincir organizasyonuna geçmeden belli bir kademede veya organizasyonda yığın oluşturmalarıdır. Bu yığın oluşturma'nın nedenleri ekonomik olabilir ama zamanı kısaltacak şekilde daha ekonomik çözümler de araştırılmalıdır.
- Fazladan kontroller: Tedarik zincirlerinin çoğunda kurallara uymak adına yapılan kontrol işlemleri sıkça görülmektedir. Bu özellikle sipariş satın alma bölümünde aşırı

miktarda imzaya ihtiyaç duyulduğu için görülmektedir. Bu kontrol mekanizmalarının yararının yanı sıra organizasyonlar bunların çoğunun yarardan çok yük olduğunu görmüşlerdir.

- **Malzeme hareketinde aksama:** Malzemelerin tedarik zinciri içinde etkin hareketi, doğru ürünün doğru yer ve zamanda bulunması, fazladan depolama veya program aksamasına yol açmayacağının kontrol edilmesi gerekmektedir.
- **Hedeflerin anlaşılması:** Tedarik zinciri üyelerinin zincirin başarısı için gerekli olan hedefleri doğru anlamış olmalıdır.
- **Kötü hazırlanmış prosedürler:** Prosedürler işlem süresini uzatacak fazladan işleri kapsamamalı, işlemlerin verimli şekilde yapılmasını sağlamalıdır.
- **Geri kalmış teknoloji:** Tedarik zincirinin iyi ve hızlı işlemesi için özellikle iletişimde en yeni teknoloji takip edilmeli ve işlemlerde otomasyona geçilmelidir.
- **Bilgi eksikliği:** Tedarik zincirinde karar vermek için dönüşüm zamanı bazen karar vermek için bilginin kavranması gerektiğinden uzar. Burada yöneticilerin istediği zaman ve istedikleri biçimde bilgiye ulaşp ulaşmadıkları ve bilgiyi toplama, tanımlama ve kullanmada geçirdikleri zaman dikkate alınmalıdır.
- **Zayıf iletişim:** Tedarik zincirinde bilgi akışı çok önemli olduğundan iletişim bağlarının iyi kurulması ve yöneticilerin organizasyon içi ve dışında kiminle bağlantı kuracağını iyi bilmesi gerekir.
- **Sınırlı koordinasyon:** Tedarik zincirindeki işlemlerin iyi koordine edilmesi de önemli bir faktördür. Bu yüzden işlemlerde görev alan birimlerin sorumluluklarını iyi bilmeleri ve bunun için kurallar konulması gerekir.
- **Sınırlı işbirliği:** Tedarik zincirindeki dönüşüm zamanı ve zincirin performansı üye organizasyonların işbirliği çabalarına da dayanmaktadır. Bu işbirliği yeterli değilse organizasyonların üyelikleri kontrol edilmelidir.
- **Eğitim eksikliği:** Çalışanların iyi ve etkin şekilde eğitimiyle çalıştıkları işlerde verimli olmaları, hatta işlemlerde gelişme gözlemlenir. Bu yüzden çalışanların uygun eğitim almaları ve bu eğitimlerin tedarik zincirinin performansının artışına yönelik olması gerekir.

Tedarik zincirlerinin dönüşüm zamanının düşürülmesi ve performansının artırılması için üye organizasyonların bu sorumluluğu alacak kadar imkanlarının bulunması şarttır. Bu sorumluluğun içinde performansın her zaman en iyi olması ve gelişme hep açık olmak da vardır. Zaman azalmasını sağlamak için hem organizasyon içi hem de organizasyonlar arası düzeyde olanaklar bulunmaktadır. İlk önce tedarik zinciri içindeki belirli aktivitelerin ele alınması gerekir. [Handfield-Nichols, 1999:57-61]

Bunlar:

Malzeme planlama ve programlama
Sipariş satın alma dönüşümü
İç transprotasyon
Malzeme alma/kontrol
Malzeme değerlendirme aktiviteleri

Üretim işlemleri
Müşteri siparişi işlenmesi
Depolama operasyonları
Dış transportasyon
Geri dönen malzemeler

Tedarik zincirlerindeki dönüşüm zamanlarını düşürmek için pek çok değişik yaklaşımlar vardır. Kullanılan bu yaklaşımlar tedarik zincirinin o anki durumuyla ilgili olsa bile o anki dönüşüm zamanı performansının veri olarak kabul edilmesi şart değildir. Proses gelişimini baz alan dönüşüm zamanını azaltıcı yaklaşımlardan birisi de şu aşamalardan oluşmaktadır:

- 1) **Dönüşüm zamanını azaltmak için takım oluşturma:** Bu takımı oluşturmak için üyelerin nereden seçileceği bu çalışmanın başarısında etkilidir. Üyeler yapılan

- işlemlerde fonksiyonu olan bölümlerin veya organizasyonların temsilcileri olmalıdır. Ayrıca üyelerin yaptıkları işlemlerle ilgili bilgileri ayrıntılı olmalıdır yoksa dönüşüm zamanını azaltma olanakları kısıtlı ve zor olur.
- 2) Yapılan tedarik zinciri işleminin ve o anki zaman performansının anlaşılması: Takım oluşturduktan sonra yapılan işlem ve zaman performansının anlaşılması için takım tarafından işlem akış şeması ortaya çıkartılır. Bu şema için bütün üyeler kendi bölümlerine ait işlemlere ilişkin araştırma ve dokümantasyonu yaparlar. Dönüşüm zamanı performansı için de yapılan aktivitelerin ortalama dönüşüm zamanı, maksimum ve minimum dönüşüm zamanları hesaplanır.
 - 3) Dönüşüm zamanını azaltmak için olanakları tanımlama: Bundan sonraki aşamada takım üyeleri zamanı azaltmak için en uzun işlem süreli ve işlem süresi en değişken olan işlemlere odaklanmalıdırlar.
 - 4) Dönüşüm zamanını azaltmak için öneriler geliştirip uygulamak: Takım üyeleri pazarların teknoloji, kalite ve fiyat gereksinimlerini karşılayacak şekilde bir önceki aşamada ortaya çıkan olanakları geliştirip bütün sistem tarafından anlaşılmasını sağlarlar. Araştırmalara göre dönüşüm zamanının azaltılması için genelde şu alanlar hedef alınmıştır, (1) organizasyon dizaynı ve yönetimi, (2) insan kaynakları, (3) ürün yönetimi, (4) operasyonlar ve (5) organizasyonlar arası konular.
 - 5) İşlemlerin dönüşüm zamanı performanslarının ölçümü: Uygulanan önerilerden sonra yapılan değişikliklerin orijinal dönüşüm zamanları üzerindeki etkilerinin incelenmesi gerekmektedir. Dönüşüm zamanının azalıp azalmadığı, uygulamaların dönüşüm zamanını ne şekilde değiştirdiği, kritik noktalarda performans ölçümlerine ihtiyaç olup olmadığı incelenir.
 - 6) Dönüşüm zamanının azalması için sürekli gelişim çabalarının yerleştirilmesi: Yapılan işlemin geliştirilmesinden sonra daha fazla gelişim için çalışmalara devam edilir.

Dönüşüm zamanını azaltma çalışmalarını başarıyla yürüten organizasyonlarda yapılan araştırmalarda bazı kritik başarı faktörleri ortaya çıkartılmıştır:

- Üst yönetimin desteği
- Zaman performansı hedefleri için vaatte bulunma
- İşlemler hakkında bilgi sahibi üyelerden takım oluşturma
- İşlem şemalarını çıkartıp analiz yapma
- Zaman azaltıcı yaklaşımlarda eğitimden faydalanma
- Zaman performansı ölçümleri hazırlama ve uygulama
- Bilgi sistemleri ve teknolojilerinin uygulanması
- Diğer tedarik zinciri üyeleriyle işbirliği

1.2.4 Performans Ölçümü:

Tedarik zinciri yönetiminin yakın zamana kadar önem verilmeyen fakat artık organizasyonlar arası ve organizasyon içi sistemin çalışmasını değerlendirmek için önemli olan bölümü performans ölçümüdür.[Handfield-Nichols, 1999: 61-64] Etkili bir performans ölçüm sistemi:

- 1) Sistemin anlaşılması için temel hazırlamaktadır.
- 2) Sistem içindeki hareketi etkilemektedir.
- 3) Tedarik zinciri üyelerine ve zincir dışındaki bağlantılara sistemin işleyişiyle ilgili bilgi sunar.

Genel olarak performans ölçümü karmaşık olan bu sistemi birarada tutmakta ve sistemin stratejisinin yerleştirilmesine ve yönetimine yardımcı olmaktadır.

Ayrıca yapılan araştırmalar tedarik zinciri performansı ölçümünün organizasyonun bütün alanlarındaki performansının artışına neden olmaktadır. Performans ölçümleri genel olarak dönüşüm zamanı azalması, rutlama, programlama, maliyet, kalite, dağıtım performanslarının artışını sağlamaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi tek bir zincir üyesinden çok bütün zincirin performansının ölçümünü gerektirmektedir. Zincirdeki organizasyonların ölçümleri kullanılan göstergelere göre değişebilir fakat üyelerin çabaları tek bir merkezde, son müşteri hizmetinin gelişmesine yöneliktir. Son müşteriler taleplerinin yerine getirildiği zamanla ve ürünün maliyetiyle ilgilenmektedirler. Bu da yöneticileri müşterilerle ilişkiyi bozmayacak şekilde tedarik zincirindeki özellikle zaman uzamasına yol açan operasyonel problemleri ortadan kaldırmaya zorlamaktadır. Bu son müşteriyi ilgilendiren konuların yanı sıra araştırmacılar bütün sistem performansını gösteren konulara da eğilmişlerdir. Bunların içinde (1) belli bir zaman içindeki eldeki envanter miktarında ve tedarik zincirinde dönen envanter miktarında değişimler yapma, (2) acil müşteri isteklerini karşılamada bütün tedarik zincirinin uyum göstermesi, (3) karşılıklı güvene dayanan tedarik zinciri ilişkilerinin büyüklüğü gibi hususların ölçümü de vardır. Son olarak tedarik zinciri performansının etkin ölçümü bütünleşmiş zincirin ötesine bakmayı gerektirir. Örneğin ölçüm işleminin hedefine ulaşp ulaşmadığını kontrol etmek için bazı önemli zincir üyeleri denetçilerin dışında müşteri memnuniyetiyle ilgili bilgileri kontrol ederler. Ayrıca yöneticiler kendi tedarik zincirlerini diğer zincirlerle karşılaştırarak performans ölçüm sistemlerini zincirin benchmarking'ini yapacak şekilde ayarlamaktan sorumludurlar.

Tedarik zincirinde bütün zincirin son müşterinin gereksinimlerini karşılamasının yanında ayrıca üye organizasyonların da gelişimine katkıda bulunulmalıdır. Bu da performans ölçüm sisteminin değişik düzeylerde çalışmasının yanı sıra bu düzeylerin çalışmalarını birbirine bağlamasını da zorunlu kılmıştır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen "puan kartları(balanced scorecards)" yaklaşımı tedarik zincirinin bütün düzeylerinde kullanılan finansal ve operasyonel performans ölçümlerini birleştirmektedir. Puan kartları bütün tedarik zincirinin amaçları ve bu amaçlara ulaşmak için oluşturulan stratejileri tedarik zinciri performans ölçümleriyle birleştirmektedir. Organizasyonlar arası bir tedarik zincirini yönetmek için gerekli olan puan kartı düzeyleri arasında tedarik zinciri, organizasyon, fonksiyon, takım/birey puan kartları vardır.

Tedarik zinciri düzeyindeki amaçlar, stratejiler ve performans ölçümleri organizasyonel düzeye bağlanabilir. Böylelikle organizasyonel düzeyde amaçlar ve bu amaçlara ulaşmak için stratejiler ve performans ölçümleri geliştirilir. Bundan sonra bu düzeydeki amaçlar fonksiyonel düzeylere kayar ve işlem tekrar edilir. Daha sonra işlem bireyler/takımlar düzeyinde tekrar edilir ve her birey/takım kendi fonksiyonel alanlarını baz alarak kendi amaç, strateji ve performans ölçümlerini geliştirirler. Her düzeyde puan kartlarının belirlediği dört kritik performans alanı vardır:

- a) Finans
- b) Müşteri
- c) İş prosesleri
- d) Öğrenme ve büyüme

Bu her alanda tanımlanan kritik amaçlar puan kartı hiyerarşisindeki bir üstteki aşamanın amaç ve stratejileriyle belirlenmektedir ve performans ölçümleri bu geliştirilen amaç, performans hedefleri ve inisiyatiflere göre ortaya çıkmaktadır. Tablo 5'te puan kartı tablosu örneği görülmektedir:

TABLO 5 [Handfield-Nichols, 1999: 64]

Finansal Alan			
<i>Amaçlar</i>	<i>Ölçümler</i>	<i>Hedefler</i>	<i>İnisiyatifler</i>

Organizasyonlar gelecekte son müşterinin ihtiyaçlarını karşılamak için tedarik zincirlerinin birbiriyle rekabet halinde olacağını farkına varmışlardır. Bu yüzden bütün zincirin performansını yükseltmek ve geliştirmek önemli olmuştur. Bunun için danışmanlar ve yöneticiler performans ölçümü için dört ana performans alanı belirlemişlerdir. Bunlar:

- 1) Müşteri memnuniyeti/kalite
- 2) Zaman
- 3) Maliyet
- 4) Aktifler

Belirtilen her alan için birincil ve ikincil performans ölçümleri belirtilmiştir. (Tablo 6)

TABLO 6 [Handfield-Nichols, 1999: 65]

<i>Performans Alanı</i>	<i>Birincil Ölçümler</i>	<i>İkincil Ölçümler</i>
▪ Müşteri memnuniyeti, kalite	_ En iyi biçimde sipariş karşılama _ Müşteri memnuniyeti _ Ürün kalitesi	_ Teslimat tarihi _ Garanti maliyetleri, dönüşümler, izinleri _ Müşteri araştırmasına tepki/cevap süresi
▪ Zaman	_ Sipariş karşılama zamanı	_ Kaynak temin-üretim dönüşüm zamanı
▪ Maliyetler	_ Toplam tedarik zinciri maliyetleri	_ Tedarik zincirinin tepki süresi
▪ Aktifler	_ Ödemeler arası dönüşüm zamanı _ Tedarikçinin elindeki envanter _ Aktiflerin performansı	_ Üretim planından elde edilenler _ Tahminlerin kesinliği _ Envanterin kullanım süresi _ Kapasite kullanımı

Tedarik zinciri performansını ölçmek için gerekli olan ölçümler müşteri tipine, ürün akışına, endüstri tipine, vb. göre değişim gösterir. Buna rağmen bu ölçümleri yaparken müşterinin perspektifine göre hareket etmek her zaman önemli yer tutar. Araştırmacılar performans hedeflerine ulaşmayı sağlayacak bazı tedarik zinciri aktivite ve karakteristiklerini de tanımlamışlardır. Bunlardan en önemlisi bütün zincir boyunca bilgi paylaşımını sağlayacak ve böylece performansı arttıracak şekilde bilgi sistemlerinin entegrasyonudur.

1.3 Tedarik Zinciri İlişkilerini Geliştirme ve Koruma:

Gerçek anlamda entegre edilmiş bir tedarik zincirini uygulamaya koyarken organizasyonlar zincirde yer alan insanları yönetme konusuyla karşı karşıya kalmışlardır. Bu ilişkilerin yönetimi tedarik zincirinin bütün alanlarını etkilemekte ve performans üstünde önemli bir güce sahiptir. [Handfield-Nichols, 1999: 67-70] Çoğu durumda bilgi

sistemleri ulaşılabilir ve kullanılabilir, envanter ve transportasyon yönetimi sistemleri anlaşılır olmalarına rağmen iletişim kopukluğu ve bundan doğan davranışlar yüzünden tedarik zincirlerinin çalışmasında aksaklıklar doğabilir. Yöneticiler çoğu zaman envanter ve bilgi sistemlerinin yerleşmesiyle organizasyon içi ve organizasyonlar arası personel ilişkilerinin de yerine oturacağını düşünürler. Fakat organizasyonlardaki değişik personellerin arasındaki ilişkiyi yönetmek bazen tedarik zinciri yönetiminin en zor kısmıdır. Hatta başarılı bir tedarik zinciri yönetiminin en önemli kısmı zincir üyelerinin karşılıklı güvenine bağlı olan ilişkiyi geliştirmektir. İyi bir ilişki olmadan bilgi, envanter gibi diğer sistemler etkin şekilde çalışamazlar. Entegre bir tedarik zincirini yerleştirirken de üyeler arası güveni sağlamak da bir başarı ölçüsüdür. Bu yüzden tedarik zincirinde kalıcı ilişkileri oturtmak için güven oluşturma işlemi en çok ve en sürekli kullanılması gereken işlemdir.

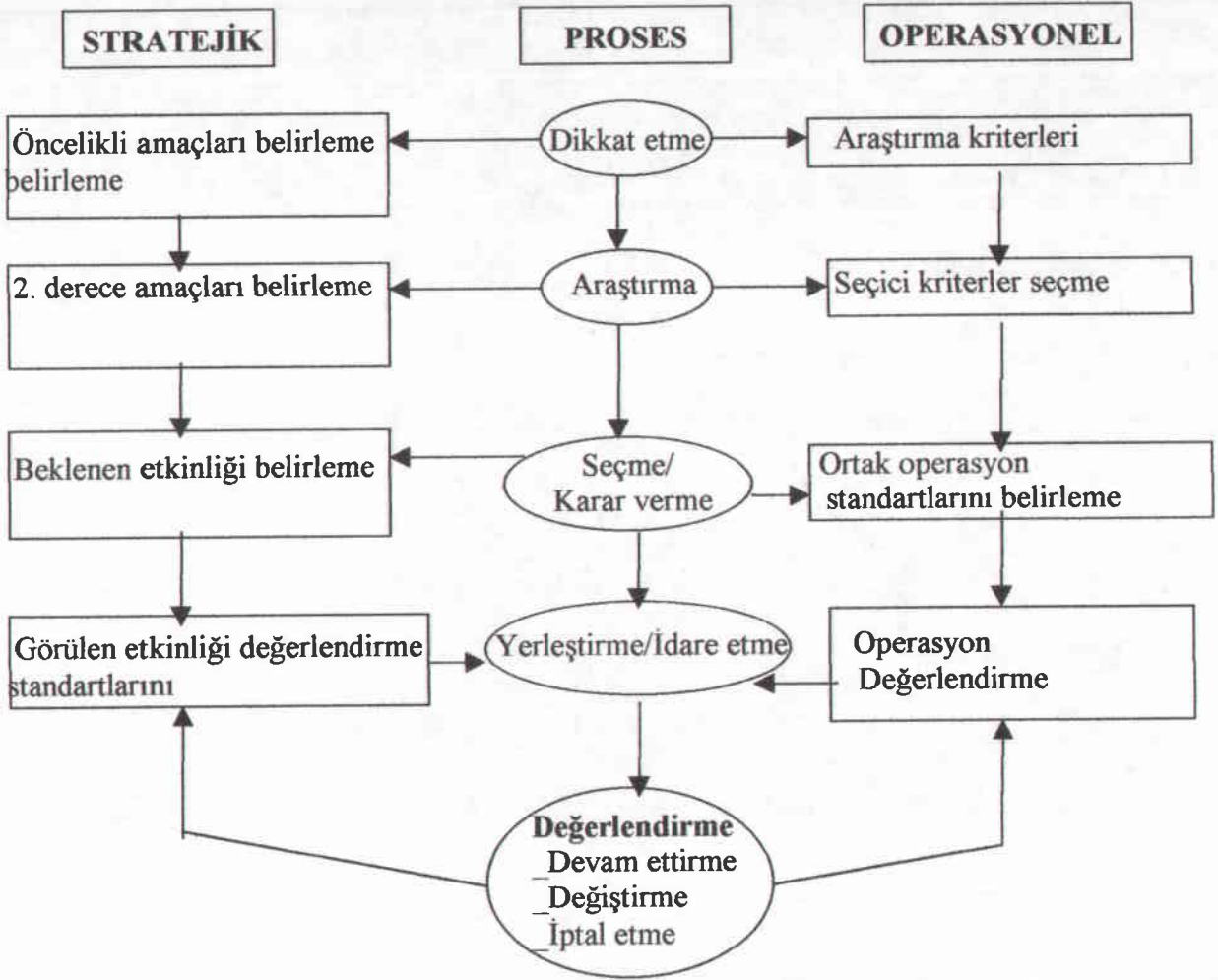
Tedarik zinciri geliştirilirken organizasyonlar diğer firmalardan uzakta duran, diğerleriyle ilişkiler geliştirmeye hevesli olmayan firmaları atarlar. Bunların yerine güçlü bir ilişki kurmaya çaba ve zaman sarf eden organizasyonları üye yaparlar. Böyle durumlarda firmalar gizli bilgilerin paylaşıldığı, ortak projelere aktiflerin yatırıldığı ve ortak gelişmelerin yaşandığı özel tip bir tedarik zinciri ilişkisini kullanırlar. Bu tip organizasyonlar arası ilişkiye “stratejik ittifak” adı verilir. Stratejik ittifak, üyelerin temel iş uygulamalarını kağıtları azaltıp performans gelişimini kolaylaştıracak şekilde değiştirdiği bir işlemdir. Stratejik ittifak firmalara tedarik zincirindeki fazlalıkları ayıklarken verimliliği ve etkinliği geliştirme olanağını sunar. Araştırmacılar organizasyonların tedarik zinciri ilişkilerini geliştirecekleri ve hatta başarılı stratejik tedarik zinciri ittifakları oluşturacakları bir işlem geliştirmişlerdir. Bu işlem şu konuları içermektedir:

- Tedarik zincirindeki ittifak ilişkilerinin nasıl oluşturulacağına ait kavramsal model geliştirme
- İttifak partneri seçerken bakılması gereken özelliklere ait liste oluşturma
- Bu tür ilişkilerde oluşan güvenin değişik türlerini irdeleme
- İttifak ilişkilerinde güven oluşturmak için yapılan kritik uygulamaları irdeleme
- Tedarik zincirindeki anlaşmazlıkları çözmek için çözümlerde bulunma

1.3.1 İttifak Geliştirmek için Kavramsal Bir Model:

Organizasyonların nasıl tedarik zinciri ittifakı oluşturup geliştirdiklerine dair bir model Şekil 1.3`te görülmektedir. Bu genel model yatay ve dikey komponentlere sahiptir. Dikey komponentler şunlardır:

- Proses komponenti: İttifak geliştirilmesinde gerekli olan oluşum, yerleştirme ve sürdürme gibi aşamaları gösterir.
- Stratejik komponent: Gelişim aşamalarında stratejik amaçların ve ittifak etkinliğinin nasıl geliştiğini inceler.
- Operasyonel komponent: İttifak yönetimi için gerekli olan kriter ve standartların araştırılması ve seçimini sağlar.



ŞEKİL 1.3[Handfield-Nichols, 1999: 70]

Şekildeki dikey aşamaların yanısıra yatay aşamalarda da(yukarıdan aşağıya doğru) yöneticilerin ilgilenmesi gereken stratejik ve operasyonel konular bulunmaktadır. Bunlar:

- İttifakın kavranması: Bir firmanın diğer üyelerle işbirliği yapmanın daha büyük bir potansiyel sağladığını fark etmesiyle ortaya çıkar ve ideal stratejik ittifakın nasıl olacağı araştırılır.
- İttifakın sürdürülmesi: İttifak kavramının oluşturulmasından sonra firma ittifak ortağının seçimi için gerekli olan stratejik ve operasyonel kavramları oluşturur.
- İttifakın onaylanması: Yöneticiler ortaklarıyla beraber düzenlemenin stratejik ve operasyonel amaçlarını belirleyip ilişkiyi somutlaştırırlar. Böylece ortakların seçimi de tamamlanmış olur.
- İttifakın yerleştirilmesi: Gerekğinde başvurmak için bir kontrol mekanizması ve ittifakın desteklenmesi, değiştirilmesi veya ortadan kaldırılması kararlarına destek verecek performans sistemi kurulur.

Bu dört aşamanın ilk ikisi ittifakı başlatan firmayla, son ikisi de ilk firma ve ortak olan diğer firmalarla ilgilidir, bu da firmalar arası ilişkinin başladığını gösterir. Burada önemli olan nokta bu ittifakların tek bir firmayla başlayıp, sonradan tedarik zincirindeki müşteri ve tedarikçileri kapsayacak kadar genişlediğidir.

1.3.1.1 İttifakın Kavranması:

Yapılan araştırmalara göre çoğu firma performans gelişimi için stratejik değişime ihtiyaç duydukları zaman ilk düşündükleri şey bir ittifak oluşturmaktır. Bu oluşum genelde global rekabetten, endüstriyel birleşmelerden, alternatif dağıtım ve perakende biçimlerinden veya sektördeki büyük teknolojik değişimlerden etkilenmektedir. Bazen oluşan kalite problemleri yöneticileri dışarıdan yardım almaya zorlayabilir, bazen de pazarlama bölümü bir müşteri ihtiyacını ittifak ilişkileri yardımıyla karşılayabilir. İttifakın oluşması için başlangıç bir problemin farkına varılması ve yöneticilerin sistemin gelişmesi için olanağın bulunduğunu görmeleriyle başlar.

Diğer tedarik zinciri üyeleriyle ittifak oluşmasını sağlayan kriterler üretim, tedarik, dağıtım gibi alanlarda performans gelişimi amaçlarından doğmuştur. Bu ihtiyaç aynı zamanda ittifak oluşturmanın geleneksel ilişkilerden daha iyi sonuçlar vereceğinden doğan beklentiden doğmuştur. Yöneticiler yakın bir tedarik zinciri ilişkisinin stratejik hedeflerine ulaşmak için en büyük olanağı sağladığının farkına varmışlardır.

Uluslararası ittifak veya ortaklık kurmanın dört temel nedeni olarak şunlar ortaya çıkarılmıştır;(1) firmanın mevcut işini kuvvetlendirme, (2) firmanın mevcut ürünlerini yeni pazarlara taşıma,(3) firmanın mevcut pazarlarında satılacak yeni ürünler geliştirme ve (4) yeni bir iş ortamı yaratma.[Beamish v.d., 1991: 73-84] Bunlar şu şekilde açıklanmaktadır:

- 1) Mevcut işi kuvvetlendirme: Bu amaçla ittifak oluşturmanın firmalar için en önemli nedeni kendi başlarına yapamayacakları işlerde destek alma ve rakip firmalara karşı ekonomik destek sağlamadır. Bu destek ittifak kurulan firmadan hammadde veya yan ürün alma, o firmayla ortak araştırma geliştirme çalışmaları yapma, ürünler için ortak pazarlama firması oluşturma, büyük firmaların yan kuruluşlarının yapması için ekonomik olmayan küçük operasyonel işlerin ortak olunan firmanın yapması, birlikte teknoloji geliştirme çalışmaları yapılması ve yapılan işte finansal riskin dağıtılması sonuçlarını ortaya çıkarmaktadır.
- 2) Firmanın mevcut ürünlerini yeni pazarlara taşıma: Firmalar yeni pazarlara açılmak için ihracatın yeterli olmadığı, yeni pazarda yan kuruluş açmanın çok yavaş ve çok kaynak gerektirici olacağı ve üretim için lisans vermenin fazla bir ekonomik getirisi olmayacağı kanaatine vardıklarından o bölgede ortaklık kurmanın en uygun olduğunu düşünmüşlerdir. Uygun bir ortak firma asıl firmayla aynı cins ürünü üretmelidir böylece pazara giriş kolaylaşır. Bazen ortak firma sadece satış ve pazarlama aktivitelerini üstlenmektedir.
- 3) Mevcut pazarlara yeni ürün getirme: Yukarıda anlatılanın tersi olarak bölgesel ortaklar kurdukları uluslararası ittifakla yabancı bir ürünü kendi pazarlarına rahatlıkla getirebilmektedirler. Ayrıca bu ittifak yardımıyla kendi işletmelerini ve dağıtım kanallarını daha iyi kullanabilmekte ve teknolojiden daha iyi faydalanabilmektedirler.
- 4) Yeni bir iş ortamı veya ürün yaratma: Kurulan ittifaklarda genelde her iki firmanın bildiği konuda iş yapılır. Bazen ortaklardan birinin veya ikisinin yeni bir alana kaymasıyla yeni bir ürün ve pazar ortamına girilmiş olur. Bu durumda ortaklar için iki çeşit öğrenme biçimi oluşur; ortaklardan bir şey öğrenme ve ortakla birlikte öğrenme.

Araştırmacılar ittifak kavramının önündeki en tipik engellerin firmaların değişmeye ve geleneksel iş uygulamalarını bırakmaya karşı olan korkularının olduğunu görmüşlerdir. Bunun yanı sıra ittifak oluşumu firmaların kafalarını değiştirip diğer üyelere karşı yeni bir yaklaşım geliştirmelerini gerektirmektedir. İttifak uygulamasında başarılı olan firmaların bu korkuları fark edip, bunların yeni iş uygulamalarını açıklayan ve işteki sorumluluk duygusunu kuvvetlendiren eğitim programlarıyla üstesinden geldikleri

görülmüştür. Bir ittifakın başarısı içinse şunların genel olarak sağlanması gerektiği ortaya çıkmıştır: [Beamish v.d., 1991: 85]

- 1) Firmanın olanaklarının ve ihtiyaçlarının anlaşılması.
- 2) Uygun ortağın seçilmesi.
- 3) Kurulacak ittifakın dizaynı.
- 4) Anlaşmanın yapılması.
- 5) İttifakın uygulanması veya sürdürülmesi.

1.3.1.2 İttifakın Sürdürülmesi:

İttifakın sürdürülmesi sırasında başlatıcı firmalar ittifakın devam edip etmeyeceği konusunda son kararlarını verip, yeni stratejilerini belirlerler. Bunlar da firmada değiştirilmesi gerekenlerle ilgili ayrıntılı bilgi edinme ve potansiyel ortaklarla ilgili ayrıntılı değerlendirmeyi gerektirir. [Handfield-Nichols, 1999: 71-80] Bunun için birincil hedeflerin üzerinden geçilir ve bu hedeflere yön verip elde edilmek isteneni belirlemek için ikincil hedefler belirlenir. Örneğin birincil hedef envanter azaltılmasıysa, ikincil hedef envanterin en az yüzde 20 azaltılmasıdır. Bu ikincil hedefler seçilen firmanın potansiyel bir ittifak ortağı olması için sahip olması gereken stratejik ve operasyonel karakteristikleri açıklamaktadır. Örneğin eğer ikincil hedef kaliteyi arttırmaksa tedarikçileri seçmek için kriter onların kalite kontrol sistemine sahip olmasını gerektirmektedir. Bu seçim kriterleri başlangıç firmalarının ittifak ortağı olabilecek firmaların sayısını azaltmaktadır. Araştırmalar en başarılı ittifakların ilişkilerin ortaklar için de stratejik önemi olan malzeme, ürün ve servisler etrafında geliştiği zaman oluştuğunu göstermiştir. Potansiyel bir ortak seçildikten sonra onun ittifakın bir parçası olmaya ilgisi de belirlenmelidir çünkü bu ittifakın oluşumundan elde edilecek yararların da anlaşılması gerekmektedir.

Başlangıç firmaları diğer firmalarla elde edilecek yararlarla ilgili beklentiler, onları kazanacak zaman, firmalarla arasında oluşacak güven için anlaşmış olur. Bu amaçlar ve algılanan riskler diğer firmalarla paylaşılır ve bir "hizalanma" ortaya çıkar. Bu hizalanma önemlidir çünkü her firma diğer firmaların üstlerine düşen sorumluluk ve görevlerini yerine getirebileceği inancıyla ittifaka girer ve firmaların üstlerine düşeni yapabilecek kapasitede olması gerekmektedir. İttifak oluşumu için ortak seçilirken organizasyonlar tedarikçi ve müşterilerin ayrıntılı bir değerlendirmesini yaparlar. Alıcı ve tedarikçiden oluşan bir ittifakta alıcı aynı zamanda tedarikçilerin kabiliyetlerini de satın almaktadır. İttifak oluşumunda sadece tek bir bağlantıda değil aynı zamanda bütün tedarik zincirinde hatta tedarikçinin tedarikçisine ve müşterinin müşterisine kadar bir güven sağlanmış olmalıdır. Bu yüzden tedarik zincirlerinde ilişkilerin yönetilmesi büyük sorumluluk gerektirmekte ve ortağın seçiminde pek çok kriter oluşturulmaktadır.

Çoğu organizasyon tedarik zincirinde ortak seçimi ve bunların denetlenmesi için büyük bir süre harcamaktadır. Tedarik zincirine bir ortağı dahil etmek için oluşturduğu bazı kriterler şunlardır:

- Şirket profili bilgisi
- Yönetim kabiliyetleri
- Personelin kabiliyeti
- Maliyetinin yapısı
- Toplam kalite yönetimi felsefesi ve programı
- İşlem ve teknoloji kabiliyeti
- Çevre düzenleme
- Finansal kabiliyet ve stabilite

- Üretim programlama ve kontrol sistemleri
- Bilgi sistemleri olanakları
- Tedarikçi bulma stratejileri, politikaları ve teknikleri
- Uzun süreli ilişki potansiyelleri

Potansiyel bir ortağın bütün bu kriterler hakkındaki bilgilerine ulaşılmasa bile bunların değerlendirme aşamasında başarılı bir ortaklığa uyup uymadığı ve bunlarla ilişkide ortaya çıkabilecek sorunlar bulunabilir. Bu kriterlerin açıklaması şunlardır:

1) Şirket Profili Bilgisi:

İttifakı geliştirirken potansiyel bir ortağın seçiminde aday şirketin profilinin gelişimi önemli bir bilgi sağlamaktadır. Şirket profili şu hususları içermelidir:

- Şirket tarihi
- Satış hacimleri
- Ürün akışı
- Ürün akışıyla elde edilen pazar payı
- Çalışan sayısı
- Firmanın sahibi
- Asıl müşteriler
- Asıl tedarikçiler

Bu bilgilerin çoğunluğu şirketin yıllık raporlarından ve çeşitli bilgi kaynaklarından elde edilebilir.

2) Yönetim Kabiliyeti:

Tedarikçi ve müşterinin yönetim kabiliyetleri genelde önemlidir ve yönetim kabiliyetleri (1) sürekli işlem ve kalite gelişimlerini üstlenme, (2) çalışanların yetenekleri ve deneyimleri, (3) çalışanlarla pozitif ilişkiler kurma kabiliyetleri, (4) büyümeyi sağlayacak yatırımları yapma isteği, (5) alıcılarla yakın ilişkiler kurma isteği, (6) geleceğe bakış açısı. Yönetimin kabiliyetleri organizasyonun şimdiki ve gelecekteki tedarik zincirinin gereksinimlerini karşılama yeteneğini ve zincir sorumluluklarını üstlenme düzeyini etkilemektedir. Yönetim kabiliyetini değerlendirirken şu sorular sorulabilir:

- Sorumlu yönetici uzun döneme ait stratejik planları uyguluyor mu?
- Yönetim toplam kalite yönetimi ve sürekli gelişim için uğraşıyor mu?
- Yönetim sürekli performans gelişimi için bütün çalışanları birleştiriyor mu?
- Yönetim düzeyinde sürekli ayrılma ve değişim var mı?
- Yönetimde deneyim düzeyi nedir?
- Sizin şirketinize uyum sağlayacak şekilde ele alınan şirketin geleceğe yön verecek bakış açısı var mı?
- Yönetim çalışan ilişkilerinin geçmişten beri durumu nasıldır?
- Yönetim şirketi uzun vadedeki rekabet sorumluluklarına hazırlıyor mu?

Bu soruların çoğuna hemen evet yada hayır denmesi zor olsa bile çoğu firmaların gelecekteki durumlara karşı yeniden yapılanma ve değişimlere doğru gittiği görülmüştür. Ayrıca aday şirketin yönetiminde gerçekten olup bitenlerin ne olduğu ayrıntılı olarak öğrenilemese bile adayların seçiminde bu soruların faydası çok görülmüştür.

3) Personelin Kabiliyeti:

Ortaklık değerlendirme işlemi yönetimde olmayanların da kabiliyetlerini değerlendirmeye gerek duyurmaktadır çünkü iyi eğitilmiş ve motive edilmiş bir personel organizasyonun kritik bir birimi ve organizasyon performansını belirlemede kritik bir faktördür. Denetleyici kurum şunları değerlendirmelidir; (1) iş gücünün genel yetenek ve hünerleri, (2) çalışanların şirketin kalite işlemleri ve sürekli gelişim çabasına verdiği destek, (3) organizasyonda çalışanlar-yönetim arasındaki ilişkilerin geçmişteki ve şimdiki durumları, (4) çalışanların işe giriş çıkışı-değişimi, (5) çalışanların tedarik zinciri hedeflerine uyma istekliliği. Bunlardan ortaya çıkan sonuçlar organizasyon çalışanlarının tedarik zinciri ilişkilerinin hedeflerine ulaşmak için ne durumda olduğunu gösterir.

4) Mali Yapı:

Tedarik zinciri ortağının mali yapısını değerlendirmek için onun toplam maliyetlerini iyice anlamak gerekir. Bu da söz konusu firmanın (1) direkt işçilik maliyetlerini, (2) indirekt işçilik maliyetlerini, (3) malzeme maliyetlerini, (4) üretim veya proses maliyetlerini, (5) genel giderleri, (6) satış ve genel yönetim harcamalarını içermektedir. Mali yapının anlaşılması başlangıç firmasına potansiyel ortağının operasyonlarının etkinliği ve verimliliği ve ortaklık halinde mali bakımdan gelişebilecek alanlar hakkında bilgi sahibi yapar. Bu bilgilerin ilk başta toplanması zor olabilir ve potansiyel ortak verilen ayrıntılar düzeyinde mali yapısını anlamamış olabilir. Ayrıca incelenen firma mali bilgilerin açıklanmasının fiyatlandırma stratejisine zarar verebileceğinden ve rakiplerin mali verileri elde edebileceğinden korkabilirler. Örneğin rakipler düşük maliyette ve yüksek kalitede bir ürünün maliyet verilerini ve yapılan işlemin mali avantajını öğrenebilirler. Bu endişeler yüzünden satın alıcı firma tedarikçi firma seçiminde tedarikçinin mali yapısı hakkında tahminler veren "toplam tedarik zinciri maliyeti" modelini geliştirebilirler. Bu tür tedarik modellerinin bir kesinlik vermemesine rağmen tedarikçilerin mali yapısı ve performansı hakkında bilgi vermede yararlı oldukları görülmüştür.

5) Toplam Kalite Yönetimi Felsefesi:

Değerlendirme işleminin önemli bir bölümü de potansiyel ortağın kalite yönetimi işlemleri, sistemleri ve felsefesine odaklanmaktır. Değerlendirme kurulu sadece kaliteyle ilgili noktaları (istatistiksel proses kontrolü, bulaşma sayısı, yönetimin taahhütleri, vs.) değil, ayrıca güvenlik, eğitim ve ekipman bakımı gibi konuları da değerlendirebilirler.

6) İşlem ve Teknoloji Kabiliyeti:

Tedarik zinciri değerlendirme kurulları bazen potansiyel ortağın üretim-endüstri mühendisliği veya teknik grubundan bir kişiyi firmanın işlem ve teknolojik kabiliyetini değerlendirmek için kurula dahil ederler. İşlem teknoloji, dizayn, metotlar ve ürün üretme veya servis sağlama ekipmanlarından oluşur ve organizasyonların üretim işlemi seçimi onun teknolojisi, insan kaynakları uygulaması ve ekipman gereksinimleri hakkında bilgi vermektedir. Tedarik zincirinde ürünü istenen kalite düzeyinde ekonomik olarak üretmek önemlidir ve bunun için ortak firmanın yeni ve gelişmiş teknolojik gereksinimleri karşılaması gerekir. Bazı durumlarda da diğer tedarik zinciri üyeleri ortak olan firmaya direkt olarak teknolojik destek verir, bunda da amaç tedarik zincirinin performansını arttırarak bunun karşılığını almaktır. Bir organizasyonun teknik ve işlemsel yeterliliğine bakılırken ayrıca gelecekteki işlem ve teknik durumuna da bakılır. Bunun için organizasyonun ekipman plan ve stratejileri, ar-ge çalışmaları değerlendirilir.

Bir organizasyonun dizayn kabiliyetinin değerlendirilmesi seçim işlemi sırasında da yapılabilmektedir. Örneğin alıcıların bazen tedarikçilerden ürün dizaynını ve üretimini istedikleri görülmüştür. Böylelikle yeni ürün dizaynı için geçen zaman ürün dizaynı aktivitesi yapan nitelikli tedarikçinin kullanımıyla azalmıştır.

7) Çevre Koruma Kurallarına Uyuma:

1990'lardan bu yana kanunlar sanayiye çevre koruma kurallarına uyma zorunluluğu getirmiştir. Özellikle ozon tabakasını delici gazların ürünlerde azaltılması ve geri dönüşümlü malzemelerin ürünlerde kullanılması zorunlu olmuştur. Bunun sonucu olarak aday bir organizasyonun çevresel kurallara uyması tedarik zinciri ittifakına katılması için önemli bir kriter olmuştur.

8) Finansal Kabiliyet ve Stabilitate:

Potansiyel bir ortağın finansal durumunun değerlendirilmesi ilk değerlendirme aşamasında mutlaka bulunmaktadır ve bazı firmalar bu finansal incelemeyi değerlendirme başlamadan önce incelenmesi gereken ilk durum olarak ele almaktadırlar. Bazen firmalar bu inceleme için finansal ölçüm yapan organizasyonların yardımını alabilirler yada tanınmış bir firmaysa onunla ilgili yayınlanan yıllık rapor ve verilerden faydalanabilirler.

Finansal durumu kötü olan bir tedarik zinciri ortağının seçilmesi çok sayıda risk taşımaktadır. Birincisi, organizasyonun işi takip edememe riski vardır. Bunun sonucu olarak zincirde ürün ve bilgi akışında aksamalar meydana gelmektedir. İkincisi, finansal açıdan kötü durumda olan tedarik zinciri üyeleri işletmede, ekipmanlarda ve araştırmalarda yatırım yapacak kaynaklara sahip olmayabilir. Bu da uzun vadeli teknolojik gelişmeleri ve performans artışını gerçekleştirememesine sebeptir. Son olarak, organizasyonlar sürekli gelişim için gerekli kaynakları elde edecekleri güvenine sahip olmalıdırlar. Bazen de zayıf finansal duruma sahip olan tedarik zinciri üyesinin seçileceği durumlarda ortaya çıkabilir. Mesela bir firma yeni bir teknoloji kullanılarak yapılan henüz pazarlanmamış fakat diğer üyeler için pazar avantajı sağlayabilecek bir ürün geliştirebilir.

Ele alınan organizasyonun halka açık bir organizasyon olması durumunda firmanın finansal durumuyla ilgili bilgi Moody's, Dunn and Bradstreet gibi kaynaklardan elde edilebilir. Bu tür bilgiler hesap ve oranların çıkartılmasıyla da bulunabilir. Bu oranlar ve ortak değerlendirme için getirdiği anlamlar şunlardır:

Likidite Oranları(Firmanın kısa vadeli nakit ihtiyacını karşılayabilme kabiliyetine bakılır)

- Hızlı oranlama

- Şimdiki oran

Aktivite Oranı(Firmanın aktiflerini etkin yönetip yönetmediğine bakılır)

- Envanter sirkülasyonu

- Ortalama toplanma periyodu

- Sabit aktif sirkülasyonu

- Net aktiflerin getirisi

- Yerleştirilen kapasite

Kârlılık oranı(Firmanın kârda mı, zararda mı olduğuna bakılır)

- Brüt kârlılık düzeyi

- Net kârlılık düzeyi

- Sermayenin geri dönüşümü

- Yatırımın geri dönüşümü

- Faiz ve vergilerden önce kazanılanlar

- Fiyatlardan kazanılanların oranı

Borç Oranları(Firmanın uzun vadeli borçlarını ödeyebilme durumuna bakılır)

- Borç oranı
- Zamanla ortaya çıkan faiz

Yoğun olarak teknoloji kullanılan endüstrilerde denetleme kurulu ayrıca firmanın yeni ürün geliştirmek için kazançlarının ne kadarını araştırma-geliştirme giderlerine harcadığına bakmaktadır. Bu finansal oranlar şirketin finansal durumu hakkında çabuk ve yaralı bilgiler vermekte ve başlangıç firmasının kötü durumda olan firmaları ayıklamasına yardımcı olmaktadır. Bazen yöneticiler kötü durumda olanların kısa süreli finansal kriz yaşadığına inanıp belli miktarda yardımda bulunabilmektedir.

9) Üretim Programlama ve Kontrol Sistemleri:

Üretim programlama bir üretim işlemini ortaya çıkaran, belli bir programa oturtan ve kontrol eden sistemlerden oluşur. Bu programlamanın iyi yapılmasının tedarik zinciri performansının artışında büyük etkisi vardır. Bunu incelerken göz önüne alınması gereken bazı kriterler şunlardır:

- Organizasyon gerekli malzemelerin elde edilebilirliğini garantiye almak için bilgisayara dayalı malzeme gereksinimleri planlaması(MRP) sistemini kullanmakta mıdır?
- Organizasyon malzeme ve üretim dönüşüm zamanlarını kaydedip bir performans standardı olarak karşılaştırmasını yapmakta mıdır?
- Üretim programlama sistemi tedarik zinciri gereksinimlerini karşılamakta mıdır?
- Üretim programlama ve kontrol sisteminin gerektirdiği sipariş öncü zamanı ne kadardır?
- Eskiden bu yana zamanında müşteriye ulaşan sipariş durumu nasıldır?

Üretim programlama ve kontrol sistemini değerlendirmedeki amaç organizasyonun programlama ve üretim işlemi üzerindeki kontrol durumunu değerlendirmektir. İyi bir sistemde de bilgisayara dayalı envanter kontrolü ve belirlenen hedeflere göre performans ölçümü yapılmaktadır.

10) Bilgi Sistemleri Olanakları:

Tedarik zinciri üyelerinin birbirleriyle elektronik iletişim kurma olanakları bir ittifaka giriş için hızla bir gereksinim halini almıştır. Başlangıç firmalarının potansiyel ortaklarında aradığı şeyler elektronik veri değişimi(EDI) olanağı veya gelecekteki teknolojik uygulamalara uyacak teknik olanaklar geliştirmeleridir. Elektronik iletişim teknolojik faydasının yanısıra üyeler arasında daha iyi iletişim kurulmasını ve her türlü bilginin rahatça paylaşılmasını sağlamaktadır. Yöneticilerin üyelerde değerlendirdikleri diğer teknolojik unsurların da şunlar olduğu görülmüştür:

- Dizayncılar bilgisayara dayalı dizayn(CAD) ve bilgisayara dayalı üretim(CAM) teknolojilerini kullanmakta mıdır?
- Uygun olduğunda barkodlama kullanılmakta mıdır?
- Firma internet veya world wide web üzerinden iletişim kurmakta mıdır?
- Yöneticiler şirket içinde iletişim şebekesi kurmuşlar mıdır?
- Sesli mail, CD-ROM, satın alma için kredi kartı, multimedya bilgisayarlar gibi modern sistemler kullanılmakta mıdır?

Organizasyonun bu tür teknolojileri kullanması bilgi teknolojilerini takip ettiğini ve gelecekteki gelişmeler için hazır olduğunu göstermektedir.

11) Tedarikçi Bulma Stratejileri, Politikaları ve Teknikleri:

Ardıl bir tedarik zinciri ortağını seçerken organizasyonlar, tedarikçi performansı şirket performansını etkilediğinden potansiyel bir tedarikçinin performans yeteneğini de ölçebilirler. Tedarikçinin tedarikçilerinin de performansları diğer ardıl tedarik zinciri üyelerini de doğrudan etkileyebilmektedir.

Tedarik zincirinde sadece tek bir üyenin değil bütün zincir üyelerinin tedarikçilerinin yönetimi giderek önemli olmuştur. Hatta yapılan araştırmalarda bir ürünün üreticileri, üretim için gerekli parçaların üreticileri ve tedarikçileri ve de ürünün müşterisiyle, son kullanıcılarının bulunduğu toplantıların yapıldığı görülmüştür. Bu tedarik zinciri yönetiminin bütün tedarikçiler hakkında inceleme yapması gerektiğini göstermektedir. Bir tedarik zincirini entegre etmek için firma birinci, ikinci hatta üçüncü dereceden tedarikçilerini kontrol etmek zorundadır. Potansiyel bir tedarikçinin kaynak stratejilerinin, politikalarının ve tekniklerinin değerlendirilmesi tedarik zincirinin anlaşılmasını sağladığından, ikinci ve üçüncü dereceden tedarikçilerini inceleyen firmalar rakiplerine göre daha fazla avantaj sağlamaktadırlar. Ayrıca bilgi sistemlerini bütün tedarikçiler ve müşteriler çapında genişleten firmalar planlama ve tahmin yürütmelerini geliştirmekte, tedarik zincirindeki dönüşüm zamanını azaltmakta, transit halindeki envanteri ve maliyeti düşürmektedir. Bunun yanısıra mühendisler yeni teknolojiler hakkında tedarikçilerden bilgi alıp, yeni ürün dizaynını geliştirmektedirler.

12) Uzun Süreli İlişki Potansiyelleri:

Firmaların günümüzde tedarik zinciri ortaklarının uzun süreli ilişkiler kurma istekliliklerini de değerlendirdikleri görülmüştür. Yalnız araştırmalara göre ortaya çıkan şudur ki; daha küçük çaplı olan organizasyonlar büyük tedarik zinciri organizasyonlarından bağımsız kalma eğilimi göstermektedirler. Bu yüzden daha küçük bir ortakla bilgi paylaşımı yapmak isteyen bir organizasyon söz konusu firmanın yönetiminin böyle bir oluşuma katılma istekliliğini araştırmalıdır.

Bir tedarikçi veya bir müşteriyle uzun süreli bir ortaklık veya ilişki oluşturmak isteyen bir firmanın daha önceden anlatılan performans alanlarından daha öte konuları değerlendirmesi gerektiği anlaşılmıştır. Bir tedarik zinciri adayıyla yakın bir ilişki kurma olasılığını değerlendirirken yapılacak ortak planlamalara ve problemlerin çözümüne dair şu soruları sormalıdır:

- Organizasyon ortaklık oluşumu istediğine dair bir söz vermiş midir?
- Organizasyon diğer ortaklıklarında kullanmadığı kaynaklarını paylaşma isteğinde midir?
- Organizasyon ürün dizaynı aşamasına ne zaman katılma isteğindedir veya katılabilir?
- Organizasyonun ortaklığa katılması bir fark yaratacak mıdır?
- Bir problem ortaya çıktığında organizasyon görüşmeye açık olacak mıdır?
- Ortak problem çözümüne razı mıdır?
- Organizasyonun orta düzey yöneticileri stratejik ortaklık için önemli olan işlemleri üstlenmeye hazır mıdır?
- Organizasyonlardaki fonksiyonel alanlar arasında açık ve bağımsız bilgi değişimi olacak mıdır?
- Organizasyon gelecek planlarını ne ölçüde paylaşmaya hazırdır?
- Bilgilerin gizlilikle değerlendirilmesi anlaşılmış mıdır?
- Organizasyonlar arasındaki genel güven durumu nasıldır?
- Organizasyon potansiyel ortağının yaptığı iş hakkında ne kadar bilgilidir?
- Organizasyon maliyet verilerini paylaşacak mıdır?
- Organizasyonun potansiyel ortağının problemlerine ve endişelerine karşı tutumu ne olacaktır?

- Organizasyon potansiyel ortağına özel değer mi vermektedir yoksa başka bir müşteri veya tedarikçi olarak mı görmektedir?

Uzun süreli bir ilişki oluştururken bu sorular sorulacakların hepsi olmamakla birlikte, bu soru listesi yakın bir ilişkide önemli olan bütün konuları kapsamaktadır.

1.3.1.3 İttifakın Onaylanması:

Yukarıda anlatılan seçim kriterlerine göre bir tedarik zinciri ortağının değerlendirilmesinden sonra başlangıç firması aday grubundan sonra kendisiyle aynı seviyede olan ve ittifak başarısı için en çok gelecek vaat eden tek bir adayla ilgilenir. Bu son adayı değerlendirdikten sonra iki firma bir ittifak oluşturmak için sözlü veya genelde yazılı, ayrıntıları içeren bir anlaşmaya varırlar. Yazılı bir kontratın yanı sıra ortaklar ittifak için beklenen etkinlik standartlarını da belirlemelidirler. Ortaklar gelecekte oluşabilecek problemlerin çözümü için gerekli olan işlemlerin ve ortaya çıkan ilişkinin yönetimi için bir grup kriter belirlemelidirler. [Handfield-Nichols, 1999: 80-82] Yönetilmesi gereken bazı faktörler de şunlardır:

- Ortaklığın süresi nasıl idare edilmelidir ve hangi koşullarda ittifaka son verilmelidir.
- Bir ortak diğerinden daha güçlü olduğu zaman güç dengeleri nasıl idare edilmelidir.
- Ortaklar organizasyonlarındaki kritik noktalarda eşit yönetsel desteği sağlayamadıkları zaman yönetim dengeleri nasıl sağlanacaktır.
- Tedarik zinciri üyelerinden biri diğer ortağın harcamalarından kıt veya bozuk kaynakları elde etmeye kalkarsa ortaya çıkan karışıklık nasıl idare edilmelidir.
- İttifakın geliştirilmesi ve yönetimi için gerekli olan net kâr veya masraflar her organizasyonun payına düşen kârdan nasıl ayrılmalıdır.
- Yönetim şekilleri ve şirket kültürüne dayanan bir ortaklık anlaşması geliştirirken şirketler arası uygunluk nasıl sağlanmalıdır. İşlemin bu aşamasında güven oluşturulması çok önemlidir.

Potansiyel ittifak ortakları bütün bu alanlardaki ayrıntılı amaçlarını belirlemeseler bile, onlar için ittifakın hedeflerine ulaşması için stratejik olarak nasıl yönetileceğini anlamaları önemlidir. Bu anlayış ortakların ittifakın etkinliğini azaltan potansiyel problemleri nasıl çözeceklerine yardımcı olacaktır. Örneğin eğer üyelerden birinin ittifaka verecek daha fazla zamanı ve uğraşısı varsa, ortaklar potansiyel güç ve yönetim dengesinin nasıl çözüleceğini bilmelidirler. Stratejik etkinlik için bu anlaşmaların yanı sıra bazı ortak operasyon standartları üstüne de karşılıklı bir anlaşma yapmaları lazımdır. Bu operasyon standartları ortakların yaptıkları işlerin ayrıntıları üstüne olmalıdır. İttifak geliştirme işleminin bu aşamasında üstünde çalışılması gereken bazı ayrıntılar da şunlardır:

- Aşırı çaba gösterilmesini azaltmak ve işlerin muhasebesini çıkartmak için her ittifak ortağının bilmesi gereken rollerini ve sorumluluklarını bilmelerini sağlayan prosedürler nelerdir? Bunların içinde beklenmeyen durumlar hakkında prosedürler, acil prosedürler ve ortağın rolleri ve sorumlulukları hakkında bütün soruları ve yanlış anlamaları ortadan kaldıran diğer iyi anlatılmış prosedürler vardır.
- Ortaklar operasyonel performansı nasıl ölçüp, değerlendirip ve sayısalastıracaklardır? Bu ölçümler ortaya çıkan problemleri çözmek için ortak çalışmalar da dahil olmak üzere operasyon aktivitelerini nasıl geliştireceklerine dair temel sağlamaktadır.
- Ne çeşit bir bilgi paylaşılacak ve bilgi transferi ne sıklıkta yapılacaktır? Bu her organizasyonun operasyon standartlarına bağlı kalması için gerekli olan günlük

ihtiyaçlarla bağlantılıdır. Paylaşılan bilgi miktarı iki organizasyon arasındaki güven düzeyine bağlıdır.

- Her ortak diğerinden gelen özel isteklere karşı ne kadar sorumludur ve teknoloji adaptasyonu ile iletişim ne kadar geliştirilebilir. Sorumluluk organizasyonlar arasındaki bağlantı hızına ve problemlerin hızlı ve kesin olarak ele alınması yeteneğine bağlıdır. Buna göre ortak problemin çözülmesi ve bir daha ortaya çıkmaması için doğrulayıcı hareketi yapmaktadır. Teknoloji adaptasyonu ortağın daha hızlı tepki verebilmek için EDI, intranet bağlantıları gibi özel teknolojileri kullanma istekliliğine bağlıdır. Bazı durumlarda bu tür teknolojilerin geniş olarak kullanılmasına rağmen bir tedarik zinciri üyesi bilinmeyen bir firmayla elektronik bağlantı kurmak istemeyebilir.

Bir ittifakta fiziksel kaynaklar(örn. ekipman) ve insan kaynakları(örn. eğitim) için yatırım her zaman gerekli olmasa bile, ortakların bu tür yatırımlar için ihtiyacı bu aşamada ele almaları önemlidir. Eğer yapılması gereken belli bir yatırım yüksek çıkarsa ortaklar finansal bağlılık üzerine anlaşmalıdırlar.

1.3.1.4 İttifakın Yerleştirilmesi ve Devam Ettirilmesi:

İttifak oluşturulduktan bir süre sonra organizasyonlar performans hedeflerini karşılarlar veya karşılamakta sorun çekerler. Sonuçların hedeflere ulaştığı veya hedefleri aştığı zaman organizasyonlar arasındaki güven de artar. Bunun yanı sıra istenen miktarlara ulaşamaması veya performans hedeflerinin elde edilememesi gibi durumlar da ortaya çıkabilir. Bu durumlar göze alınarak yapılan araştırmalar göstermiştir ki başarılı bir tedarik zinciri ilişkisi her zaman hedeflerin başarıldığı zaman değil, aynı zamanda problemler kaçınılmaz olarak ortaya çıktığı zaman ortaklığın nasıl yönetildiğine bağlıdır. [Handfield-Nichols, 1999: 82-83]

Ortaklığın başarıya ulaşması için problemlerin ortak çözümünde her organizasyon diğerinin ittifakla ilgili görevini yerine getirdiğine dair güven duymalıdır. Ortaya çıkan problemin incelenmesi, önceliklerin sıraya konması, performans ve aktivitelerin sürekli ölçümünün yapılması durumunda, ortaklık devam eder ve de entegre tedarik zinciri büyümekle kalmayıp aynı zamanda ilk belirlenen hedeflerden daha öte faydalar sağlar. Bunun olması için önemli ittifak ortakları her ortağı yerinde ziyaret ederek yapılan işin her iki taraf tarafından iyice anlaşılmasını sağlamalıdır. Bu ziyaretler sayesinde ortaklıktaki değişimler kontrol edilir ve kritik noktalarda yöneticiler arasında kişisel ilişkiler sağlanır. Daha önceden belirtilen bir araştırmaya göre başarılı bir ittifak kurulmasının önündeki en önemli engel geleneksel stratejik ve operasyonel uygulamaları terk edememedir. Bunun içinde organizasyonel ve kişisel değişim korkusu, işi yaparken birbirine uymayan sistemlerin kullanımı ve bazen ittifak oluştururken gerekli olan kaynakların korunamamasıdır.

Yapılan bir araştırmaya göre; ittifakın bozulmasını engellemek için başarılı ortaklar ittifakın devam ettirmek için bir geri besleme mekanizması kullanmaktadırlar. Ortaklığın ilk yerleştirilmesinden sonra ittifak ortakları hedeflenen ve elde edilen etkinliğin karşılaştırılması ve her ortağın önceden belirlenen operasyon standartlarına uyup uymadığı kontrol edilerek ittifakın stratejik durumu değerlendirilmiştir. Eğer bu karşılaştırmalar stratejik ve operasyonel açıdan pozitif değerlendirme içeriyorsa, ittifakın bulunduğu durum desteklenir. Desteklendiği sürece ortakların yapması gereken şeyler şunlardır:

- Elde edilen ittifak etkinliğinin ve operasyon standartlarına uyumun değerlendirilmesi

- Rekabet durumuna ve değişen ihtiyaçlara göre stratejik hedeflerin ve operasyon standartlarının revize edilmesi
- İttifakın yukarıda anlatılan değerlendirmeler ve iş idaresi arasında gidip gelen sürekli bir sistem olarak görülmesi
- İttifakın şu durumlar olana kadar devam etmesine izin verme (1) değişime ihtiyacı olana kadar, (2) stratejik etkinliğini kaybetmesi ve/veya operasyon standartlarına ulaşamaması yüzünden ittifakın ortadan kaldırılması

Eğer yapılan karşılaştırmalarda stratejik ve operasyonel açıdan negatif veya sonuçları hiç değişmemiş bir değerlendirme varsa ittifakın değişmesi gerekir. Buna göre ortaklar ne tür değişimlerin gerektiğini bulurlar ve bunları yerleştirip değerlendirmesini yaparlar. Eğer değişimler başarılıysa yapılan değerlendirme ittifakın devamını belirler. Eğer değişimler başarısızsa daha başka değişiklikler yapılır veya ittifak sona erer. Stratejik ve operasyonel durumların değerlendirmesi tamamen negatipse üyelerin ortak bir kararla ittifakı sona erdirmeleri muhtemeldir. İttifakın sona erdirilmesi her zaman performans başarısızlığından değil, her iki ortağın veya bir tanesinin stratejik hedeflerindeki değişimden de oluşabilir. Bazen raf ömrü kısa olan ürünlerin üretildiği dinamik endüstrilerde istenen hedefe ulaşıldıktan sonra ortaklığın sona erdirildiği de görülmüştür.

1.3.2 Tedarik Zincirindeki Ortaklarla Güvene Dayalı İlişki Geliştirme:

Daha önceden de anlatıldığı gibi tedarik zinciri ilişkilerinin ilk kurulma aşamasında ortaklar sadece bir veya iki tanesine değil, tedarik zincirindeki ardıl ve öncül bütün üyelere güvenmek zorundadır. Eğer bir şirketin geçmişteki performansı ve tedarik zinciri bağlantılarının güvenilirliği bilinirse güven ortaya çıkar. Eğer başka bir firma o firmanın tedarik bağlantılarının veya müşterilerinin güvenilir olup olmadığı hakkında bir şey bilmiyorsa, o zaman incelenen firmanın önceki performans verilerini mutlaka paylaşması gerekmektedir. Güven kolaylıkla ölçülebilen veya tanımlanan bir şey olmadığı için güven kriterleri duruma göre değişmektedir. Eğer organizasyonların nasıl tedarik zincirindeki diğer üyeye nasıl güveneceği öğrenilmek istenirse, öncelikle kısa ve uzun vadeli olarak bireylerin birbirine nasıl güven sağlayacağı incelenmelidir. Eğer güvenin nasıl oluştuğu anlaşılırsa bunu devam ettirmek için gerekli olan hareketlerin de ne olacağı anlaşılmış olur. Bundan sonraki aşamalarda firmalar arasındaki güvenin çeşitleri, nasıl oluştukları ve tedarik zinciri yöneticilerinin diğer üyelerle aralarında daha yüksek düzeyde güven oluşturmaları için gerekli olan bazı kurallar anlatılmaktadır. [Handfield-Nichols, 1999: 83-89]

1) Güvenilirlik:

Güvenin bu çeşidi daha önceden bu firmayla başka bir firmanın yaşadığı iş deneyimine bağlıdır. Güvenilirlik söz konusu firmanın dürüstlüğüne bağlıdır ve bu da firmanın belli durumlara karşı veya standartlar ölçüsünde aldığı sürekli tekrarlanan tepkilerine bakılarak değerlendirilir. Güvenilirlik ele alınırken tedarik zincirine diğer bir üye tarafından zorla alınan bir tedarikçi veya müşterinin güvenilir davranması ihtimali az olur. Yada bir tedarikçi her zaman isteneni vaktinde göndereceğine söz verip fakat hiçbir zaman zamanında gönderemiyorsa ortağın ona güven duyma ihtimali azdır. Yöneticilerin bir ortaklıkta güven düzeyini artırması için yardımcı olacak temel kurallardan biri şudur: Kural 1: Vaatlerinize uyun ve sorumluluklarınızı yüklenin. [Handfield-Nichols, 1999: 84]

Tedarik zincirindeki “söylediklerini yapan” ve “yaptıklarını söyleyen” üyeler sorumluluklarını üstlendikleri için daha fazla güvenilir olurlar. Söylenenlerle

hareketler birbirine uymadığı zaman ilişki bozulacağından, yöneticiler entegre bir tedarik zinciri oluşturmak için kalite, zamanında isteneni iletme, durumlara uyum sağlama konusunda ispatlanabilir kayıtları olan tedarikçilere yaklaşmaktadırlar. Bu tedarikçiler performans amaçlarına ulaşabileceklerini ispat etmenin yanısıra satın alıcı firmayla uzun süreli bir ilişki kurabilirler, çünkü satın alıcı firma yöneticileri genelde bu firma yöneticileriyle kurdukları kişisel ilişkiler sebebiyle de verilen sözün tutulacağını bilmektedirler.

2) Yeterlilik:

Yeterlilik bir kişinin gözünden bir başka kişinin sorumluluklarını yerine getirme yeteneğidir. Güvenin bu çeşidi güvenilirlikten daha farklıdır ve buna bağlı güven üç kritik noktada kırılabılır. Birinci alan “özel yeterlilik”, özel bir fonksiyonel alanda o firmaya duyulan güvendir. Örneğin, bir alıcı bir tedarikçiden bir teknolojik sistem satın aldığı zaman tedarikçinin o teknolojiyle ilgili bazı soruları yanıtlayacağı konusunda güven duymaktadır. Eğer tedarikçi bu soruları yanıtlayamazsa o tedarikçinin ne iş yaptığını bilmediği konusunda şüphe duyulur. İkinci alan “personel yeterliliği” yani bir personelin diğer personelle birlikte çalışabilme yeterliliğidir. Bu genelde bir başkasını iyi dinleyebilme, iletişim kurabilme, presentasyon yapabilme, etkin görüşme yapabilme, oluşturulan grupla uyum sağlayabilme gibi diğer çalışanlarla uyum sağlamayı gerektiren bireysel yeteneklere bağlıdır. Bu tür yetenekler özellikle ilk başta tedarik zinciri kurulurken yöneticilerle karşı karşıya yapılan toplantılarda önemlidir. Yeterliliğin üçüncü kritik alanı “iş duyarlılığı”, yani yöneticinin deneyimi, öngörüsü ve duyarlılığıdır. Bu belirli teknolojik ve fonksiyonel alanlarda ortaya çıkabilmektedir, mesela tedarikçinin firmasından verilen teknolojiyle yıllardır çalışan, firmasının ürünüyle ilgili bütün teknik ayrıntıları bilen bir mühendisle çalışılıyorsa, ürünle ilgili problemler o kişiye sorulabilir. Bunlara göre yeterliliğe dayalı bir güvenin tedarik zincirindeki iki organizasyonu bütünleştiren güçlü bir mekanizma olduğu anlaşılmaktadır.

Kural 2: Teknoloji deneyimleriyle ilgili dokümanlı kayıtları tutulmuş bir tedarik zinciri ortağı seçilmelidir. Ayrıca ilişkiyi devam ettirmek için ortağın yetenekli, bilgi sahibi ve deneyimli personelle çalıştığı garanti edilmelidir. [Handfield-Nichols, 1999: 85]

Bu açıklanan kural özellikle yeni bir müşteri veya tedarikçiyle çalışıldığı zaman önemlidir. Bazı durumlarda firmalar ortaklığa almadan önce adayları denetimden geçirmektedirler ve bu da ortaklık süresince çıkabilecek sorunları engellemektedir. Bazı durumlarda ortağın tedarik zinciri için gerekli olan deneyimli ve bilgili personellerini zincirle ilgili işlerde kullanmak istemeyebilirler. Bunun için aday firmanın yöneticileri bu konuyla ilgili bilgilendirilirler ve bu adayla ortaklık yeniden değerlendirmeye alınır.

3) Etkiye Dayalı Güven(İtibar):

İki firma arasındaki güvenin bu boyutunun açıklanması zordur çünkü bu firmalar arasında ortaya çıkan güven yatırımına bağlıdır. Araştırmacılar etkiye dayalı güveni kontratlarla belirlenen ekonomik beklentilere dayalı güvenilirlikten, firmalar arasındaki ilişkiyi oluşturan ve geliştiren psikolojik güvenilirliğe doğru hareket olarak belirlemektedirler. Etkiye dayalı güven iki temel ögeye ayrılmaktadır. Birincisi “diğer firmaya karşı açıklık”, bir firmanın diğer firmayla problemlerini ve bilgisini paylaşabileceğini hissettiği zaman ortaya çıkmaktadır. Örneğin, bir tedarikçinin maliyetleriyle ilgili veya bir alıcının gelecek tahminleriyle ilgili bilgiyi vermesi diğer ortakta daha fazla güven duygusunun oluşmasına neden olur. İkincisi “yardımseverlik” yani bir firmanın diğer firmanın haklarını, hisse ve kârlarını koruyacağına dair görevini

anlamasıdır. Hatta bu tip bir güven kişisel bağlantılar sonucu oluşan dürüstlük ve itibarı güçlendiren bir vefa duygusuna sebep olmaktadır. Zamanla bu durum karşılıklı kural, düşünce ve dostluğun hakim olduğu bir bağ halini almaktadır.

Kural 3: Tedarik zinciri ortağının öncelikleri belirlenirken teknoloji hakkında üst düzeyde bilgisi olan, yetenekli personel barındıran ve iyi sağduyuya sahip olanlar seçilmelidir. [Handfield-Nichols, 1999: 86]

Bu kurala göre tedarik zincirinde ihtiyaç duyulan yetenekli kişilerin bulunması gerekmektedir. Bu tür yeteneklerin hepsine sahip olmayan yöneticiler tedarik zinciri pozisyonuna geçmeden önce teknik ve yönetim konularında eğitim almış olmalılarıdır. Tedarik zincirlerinde zıtlıklarla karşı karşıya gelinebildiği için diğer ortaklarla bağlantılarda bu tür zıtlıklar ortaya çıktığında üstesinden gelebilecek ve teknik bilgileriyle teknik sorunları çözebilecek en iyi yöneticilerin bulunması gerekmektedir. Tartışmaya yanaşmama veya problemi önemsememe gibi davranışlar tedarik zinciri ilişkilerine zarar vermektedir. Bir organizasyonun problemleri çözüm biçimi veya durumlar karşısında nasıl tepki gösterdiği diğer organizasyonun da davranışlarını etkileyebilir. Ayrıca tedarikçi alıcı firmadan bir temsilcinin önemli aktivitelere katıldığını ve gerekli olursa diğer firmalardan düşünce edindiğini bilmelidir. Mesela, eğer tedarik zinciri ortaklarından bir tanesi gelecek tahminleriyle ilgili daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsa ve temsilci firmasının buna izin vermeyeceğini söylerse ihtiyaç doğduğunda birbirlerine güvenemeyecekleri duygusu oluşur. Tedarik zincirlerinde bu tür temsilciliklere bu tür durumların üstesinden gelecek en iyi kişiler konduğu zaman tedarikçiler ve müşteriler arasındaki iyi ilişki korunmuş olur.

4) Tehlikeye Açık Olma:

Tedarik zincirlerinde başarısızlık ihtimali başarı ihtimalinden büyük olabileceği durumlarda bile ortaklar arasındaki güveni koruyabilmek için tarafların tehlikeye açık olmaları gerekmektedir. Hatta buna göre bir tedarik zinciri ortağına vaatte bulunurken zincirde ortaya çıkabilecek diğer belirsizlik durumlarından öte bir risk bulunmaktadır. Tehlikeye açıklı savunmasızlık veya belirsizlik ve riskten daha fazlasına maruz kalmayı işaret etmektedir. Risk alma ve tehlikeye maruz olma arasında bir fark bulunmaktadır. Tedarik zinciri sistemlerinde tehlikeye açıklık üç şekilde ortaya çıkmaktadır. Birincisi “kötü seçim” diğer organizasyonun ortaklığa getirdiği niteliklerin kalitesinin tam olarak ölçülememesidir. Mesela, bir tedarikçinin alıcının dönüşüm zamanı gereksinimlerine göre üretim yapıp yapamayacağını bilmek zor olabilir. İkincisi “inanç bozukluğu”dur yani ortaklık durumunda vaat edilen şeylerin doğruluğundan emin olamamadır. Mesela, bir tedarikçi alıcının gelecekteki gereksinimlerine göre sisteminin kapasitesini yükselteceğini söylüyorsa ve alıcının bunun olup olmayacağını denetleme şansı yoksa, alıcıda tedarikçiye karşı bir inanç bozukluğu oluşur. Üçüncüsü “asimetrik yatırım”dır ve ortaklardan biri ittifak için diğer ortaktan daha çok şey vaat ediyorsa ortaya çıkar. Örneğin, eğer bir tedarikçi alıcının üretim planına doğrudan bağlanacak bilgi sistemine yatırım yaptıysa ve alıcı bu sisteme göre bilgisayarlarını geliştiremiyorsa, alıcı asimetrik yatırım durumundan dolayı suçlu durumuna düşer.

Kurulan tedarik zincirlerinin bu tehlikeye maruz kalma biçimlerinden uzak kalma imkanları yoktur. Çünkü organizasyonlar bilgi, birlikte problemlerin çözümü, entegre malzeme yönetimi için birbirlerine ihtiyaç duyduğu sürece bu tür sorunlar ortaya çıkabilmektedir.

Kural 4: Öbür ortakların hisselerini korumak için tehlikeye maruz kalma durumları tedarik zinciri ortakları tarafından dikkatlice yönetilmelidir ve bunun için bilgi paylaşımı yapılmalıdır. [Handfield-Nichols, 1999: 88]

Riskin bulunmadığı durumlarda tedarik zinciri ortakları birbirlerine karşı güven verici davranışlarda bulunmayabilir. Eğer ortada bir risk yoksa tedarik zincirine bağlılık biraz zayıflayabilir. Bu yöneticilerin tedarikçi veya müşterilerin her istediği şeyi vermemeleri gerektiğini ve kendi organizasyonlarının paylarını da korumaları gerektiğini göstermektedir. Mesela, bir tedarikçi ürünler için fiyat artışı isterse ve bunun gerekliliği için belirli bir kanıt göstermezse, alıcı firma tedarikçinin kendisine kesin bilgi verdiğine dair gözü kapalı güven duymamalı ve fiyat artışı nedeniyle ilgili rapor istemeli yoksa isteği reddetmelidir.

5) Sadakat:

Bu tür güven ortaklardan bir tanesi diğerinde iyi bir inanç oluşturunca, belli bir süre güvenilir bir performans gösterince ortaya çıkmaktadır. Bu ortaklardan birinin diğerinin sadece güvenilir değil aynı zamanda olağanüstü durumlarda iyi performans gösterdiğine de inanmasına neden olur. Bu durum kişiler arasındaki güçlü bağlar olduğunda görülmektedir. Mesela, eğer bir alıcı firmadan bir müşteri stokta bulunmayan bir ürünü acil isterse gerekli olan materyal tedarikçiden ertesi gün için isteyebilir. Durum böyle olursa tedarikçi işçilerinin siparişi yetiştirmek için ekstra vardiya yapmasını isteyebilir. Böyle bir durumda tedarikçi alıcıya güven duygusu vermektedir.

Kural 5: Ortakların isteklerine karşı samimi bir sorumluluk gösterilmeli, eğer gerekli olursa bu diğer ortaktan da beklenilmelidir. Eğer gerekli görülürse risk almaya istekli olunmalıdır. [Handfield-Nichols, 1999: 88]

Bir ortağın ihtiyaçlarını karşılamak için yapılan çalışmalar boyunca iki ortak arasındaki ilişki büyüyecek ve ortaklardan biri diğerine ihtiyacı olduğu zaman yardım ettiği için borçlu olacaktır. Bununla beraber ortaklardan her zaman olağanüstü çabalar beklenilmemelidir çünkü diğer ortak bu şekilde çalışan tedarikçi ve müşteriyle iş yapmada fayda göremez. Bu tür bir güven ortaklık kurulduktan uzun bir süre sonra ortaya çıkar. Güven artık çok boyutlu bir kavram olarak ortaya çıkmaktadır ve tedarik zincirindeki ortakların davranışlarının sonucudur. Tedarik zinciri ittifakını başlatan firmalar diğer ortaklarla ilişkiye şu şekilde başlayabilirler:

- Yüksek düzeyde dürüstlük ve eşitliği sağlayacak karar verme işlemlerini uygulamaya koyma
- Tedarikçi/müşterilerle geniş düzeyde aktivitelere katılma
- Organizasyon içindeki yeterliliği, özellikle tedarik zincirindeki ortaklarla kritik ilişkiler kuracak elemanların yeterliliğini artırma

Tedarik zinciri ilişkisini geliştirirken ortaklar arasındaki güveni arttırmak için bazı başka uygulamalar da kullanılabilir.

1.3.3 Tedarik Zinciri İlişkilerinde Zıtlıkların Çözümlemesi:

Oluşturulan ittifakta her ne kadar bütün anlaşmalar özenlice hazırlansa bile ortaklar arasında anlaşmazlıklar ortaya çıkabilir ve hazırlanan anlaşmalar ortaklar arasında çıkabilecek bütün anlaşmazlıkların kaynağını içermeyebilir. Genel olarak yapılan anlaşmanın yapısının karmaşıklığı ve göz önüne alınan para miktarı arttıkça ortakların gelecekteki durumlar üstüne tartışma yapma olasılıkları artar. Bu yüzden tedarik zinciri yöneticilerinin bu tür zıtlıkları önceden tahmin edip bunlara göre çözüm mekanizmaları hazırlamaları gerekmektedir. Bu tür anlaşmazlıkların çözümü için bir yol da ticari kanunların ele alındığı bir mahkemeye gidilmesidir. Fakat mahkemelerin zaman alması ve maliyetinin fazla olması nedeniyle bu olasılık en son düşünülmeli ve firmalar

bu durumlar için başka çözüm arayışlarına girmelilerdir. [Handfield-Nichols, 1999: 89-92]

1) Yasal Alternatifler:

Tedarik zincirindeki zıtlıkların çözümü için yeni teknikler geliştirilmiştir ve bu teknikler biçim olarak farklılık gösterse bile benzer karakteristikler de taşımaktadırlar. Bu özellikler şunlardır:

- Bu çözümler hiçbir şey yapmama ve anlaşmazlığı kızıştırma gibi iki kutup arasında varlık göstermektedirler.
- Yapılan mahkeme savaşlarından daha az resmi ve daha özeldir.
- Anlaşmazlıkların çözümü için geleneksel yolları tercih etmek yerine çözüm için aktif rol alan ve durumu kontrol eden kişiler bulunmalıdır.
- Mahkemelerde ve danışmanlık kuruluşlarında bazı en başarılı tekniklerin adaptasyonuna rağmen, özel sektörde yeni çözüm tekniklerinin geliştirilmesine devam edilmektedir.

Anlaşmada oluşacak bir zıtlığı çözenin en basit yolu iki ortağın karşılıklı oturup görüşmesidir. Zıtlıklar oluştuğunda da ortaklar sorunları tanımlarken birbirlerinin performansını değerlendirirken yaptıkları gibi birbirlerine karşı açık olmalı ve sorunun kaybolmasını beklemektense onun çözümü için uğraşmalıdırlar. Ayrıca sorunla doğrudan bağlantılı olmasalar bile sorunu yaratabilen faktörler de ele alınmalıdır. Örneğin, eğer alıcı ve satıcı firmalar anlaşmanın dağıtım konusundaki terimleri ve durumları hakkında anlaşmazlığa düşerlerse, belki fiyat, programlama gibi diğer terimler hakkında anlaşma sağlayabilirler. Bu durumlarda alıcı ve tedarikçi firmanın temsilcileri kanuni yollardan kaçınıp, daha az masraflı ve az zaman alıcı yollar ararlar. Ortaklıktaki tüm terimlerin, fiyatların, durumların değiştirilmesi ortakları tatmin etmekle kalmaz, daha kalıcı bir çözümün de elde edilmesini sağlar. Bazı durumlarda da görüşmeler hiçbir şekilde çözüm vermez. Böyle durumlar da firmalar diğer bir ortağın yardımı olmadan düzgün bir çözüme ulaşamazlar.

2) Arabuluculuk:

Dışarıdan arabulucunun veya üçüncü bir firmanın kullanılması ortaklar arasındaki anlaşmazlıkların çözümünde en hızlı gelişmekte olan çözüm yolu olduğu görülmektedir. Organizasyonların sorunları karşılıklı çözememesinin yanısıra kırgınlık, kızgınlık gibi probleme verilen duygusal tepkiler de anlaşmazlığın altında yatan kaynağın bulunmasına engel olur. Bu tür durumlarda arabuluculuk problemin çözümünde bir yol olmaktadır ve firmalar arasındaki anlaşmazlıklara tarafsız bir veya daha fazla kişi/firmanın yaklaşımı ve bu tarafsız kişinin vereceği karara anlaşamayan firmaların uyması olarak açıklanmaktadır. Arabuluculuk eğer doğru şekilde yapılırsa genelde masrafsız, az zaman alan, özel ve mantıklı bir karar alarak, anlaşmazlıkta her iki partinin de çıkarlarını koruyan bir yöntem olarak görülmektedir.

Tedarik zinciri anlaşması hazırlanırken, tedarik zinciri yöneticileri kritik konularda yardım alabilmek için arabuluculuk maddesi de ekleyebilmektedirler. Bu tür bir madde anlaşamayan ortakların uygun bir arabulucuyu nasıl seçeceklerini ve arabulucunun yardım edeceği anlaşmazlık çeşitlerini belirlemektedir. Ayrıca arabulucunun fikirlerinin her iki firmayı da bağlayacağı da bilinmelidir. Burada hatırlanması gereken kritik bir nokta da potansiyel anlaşmazlıklar için yeterli yardım alınması önceden sezilemeyen anlaşmazlıklardan doğan problemleri de ortadan kaldırır. Ayrıca eğer ortaklar iki farklı ülkeden gelmekteyse arabulucunun nereden seçileceği de önemlidir. Bunlar dışında eklenen prosedürler arabuluculuk işleminin devam etmesi

gereken süre, duyuruların nasıl bildirileceği, tek bir arabulucu mu yoksa panel halindeki arabulucuların mı kullanılacağı gibi konulardır.

3) Anlaşmazlıkların Çözümünde Diğer Yöntemler:

Arabuluculuk yönteminin tedarik zinciri üyeleri arasında kullanımının artmasıyla beraber anlaşmazlıklar için değişik biçimlerde çözümler de ortaya çıkartılmıştır. Arabuluculuk söz konusu olduğu zaman aracılık da akla gelmektedir, bu da anlaşamayan firmaların arasına girip onların yeniden biraraya gelip uzlaşmalarını sağlamaktır. Aracının görevleri arasında her iki organizasyon tarafından verilen noktaları dinleme, dokümanların uygunluğuna karar vermek ve her iki firmanın çıkarlarını birleştirecek şekilde karar vermektir. Arabuluculuk aracılıktan her iki organizasyon üzerinde bağlayıcı karar verdiğinden dolayı farklıdır; aracılıkta aracı tarafından son karar verildikten sonra zıtlaşan organizasyonlar çözüm için son kararlarını verme hakkına sahiptirler. Aracı sorunların çözümü için değişik personel becerileri ve teknikleri kullanır fakat bir çözümü zorla kabul ettiremez.

İkinci bir çeşit anlaşmazlık çözme mekanizması da “mini mahkeme” dir, bu da tam olarak bir mahkeme sayılmamaktadır. Mini mahkeme anlaşmazlık içine giren iki firmadan yöneticilerin bilgi değişimi yaptıkları bir çeşit presentasyondur. Temsilciler her iki tarafı da dinledikten sonra çözüm sağlamak için müzakere yoluna giderler. Mini mahkemeler diğer müzakere yollarından daha karmaşık olduğundan organizasyonlar arası anlaşmazlık çok belirgin ve çok karmaşık olduğunda kullanılmaktadır. Bu işlemin yararları potansiyel yasal zıtlıkların iş kararlarına dönüştürülmesi böylelikle firmalar arasındaki ilişkinin devamının sağlanması ve ele alınan başka bir duruma uydurulabilmesidir. İşlem, zıtlaşan firmaların koyduğu kurallar ve öngördüğü durumlarla birlikte bir çeşit kendi kendine arabuluculuktur. Firmaların isteğine göre bir arabulucu da kullanılabilir.

Bir başka çözüm mekanizması bir yargıcın ayarlanmasıdır, bunda mahkeme iki firma arasındaki henüz karara bağlanmamış davayı özel, tarafsız bir hakime verir. Tarafsız hakim(genelde emekli bir hakim) gerçek bir mahkemedeymiş gibi davayı yürütür. Eğer taraflardan biri veya her ikisi de karardan memnun kalmazsa dava normal mahkemeye götürülür. Arabuluculuk işleminden farklı olarak bu işlem yasal kurallara ve kanıtlara bağlı olmaktadır.

Sorunların çözüm şekillerine bir alternatif de ortaklık oluşumunda zıtlıkların önlenmesidir. Firmalar ortaklık kurarken ortaya çıkabilecek sorunların çözümü için müzakere, aracılık, arabuluculuk ve mahkemeye başvurma yollarını ilerleyen bir program haline getirmişlerdir. Böyle yapılan bir ortaklık anlaşması iki organizasyonun belirli durumlardaki anlaşmazlıklarda neler yapılacağını anlamalarını ve bu konuda anlaşmalarını sağlamaktadır.

Bir tedarik zinciri yöneticisinin çözüm bulma mekanizmasına ihtiyacı olup olmadığını veya hangi mekanizmaya ihtiyaç duyduğunu belirlerken birkaç faktörü de değerlendirmesi gerekmektedir. Birinci ve en önemli faktör anlaşmazlık içindeki firmaların arasındaki ilişkinin durumudur. Eğer aralarındaki ilişki kalıcı ve gelecekte de devam etmesi bekleniyorsa, firmalar aralarındaki anlaşmazlığı ilişkiyi koruyacak şekilde çözmeye karar verirler. İkincisi çözüm mekanizmasının seçimi istenen sonuca göre olmalıdır. Gelecekte çıkabilecek sorunlar için şimdiki soruna karşı alınan önlemlerin bir örnek teşkil etmesi beklenebilir. Aradaki sorunların bir dava ortamına taşınması aracılık veya arabuluculuk kadar uygun sonuçlar doğurmayabilir. Üçüncüsü, zıtlaşan firmaların çözüme veya oluşan sonuca katılmalarının uygun olup olmadığıdır. Sorunların başarıyla çözülmesi için zıtlaşan firmaların çözüme katılmaları önemlidir. Anlaşamayan bütün

firmaların aktif bir şekilde çözümde yer alması daha eşit ve uyumlu çözümler doğurmaktadır.

Bir çözüm bulmadaki hız da çözüm mekanizmalarının seçiminde önemli bir faktördür. Zamanın oluşturduğu baskı da organizasyonları daha yaratıcı olmaya ve mahkemeye gitmekten daha uygun çözümler bulmaya itmektedir. Anlaşmazlığı çözmek için gereken zamanla maliyetin direkt bir bağlantısı vardır ve daha hızlı bulunan çözümler daha az maliyetlidir. Çözüm bulmak için gerekli olan bilgi de seçilen mekanizmayı etkilemektedir. Mahkemeye gitmeyi tercih eden firmalar daha fazla ve daha resmi bilgiler bulundurmak zorundadır. Mahkemenin sıkı kuralları yüzünden firmaların bilinmesini istemedikleri gizli bilgiler de ortaya çıkabilir ve güvenilir bilirkişi veya tanık bulmak da zorlaşabilir. Yukarıda anlatılan çözüm mekanizmalarının hepsi de organizasyonlara mahkemeden daha fazla özel ve gizlilik vermektedir.

KÜMELENDİRMENİN İNCELENMESİ

2. KÜMELENDİRMENİN İNCELENMESİ:

2.1 Kümelendirme Tanımı ve Kullanıldığı Alanlar:

Kümelendirme verilen birimlerin özelliklerinden yola çıkılarak onların ait oldukları doğal grupların içine konması veya gruplarının oluşturulmasıdır. Kümelendirme analizi birimlerin veya deneylerin kategorilendirilmesi problemlerinin gelişiminde uygulanan son aşamadır. Diğer kategorilendirme çeşitleri ise sınıflandırma ve ayırmacı analizdir. Sınıflandırma verilen bir birimi kurulacak olan grupların içinde uygun yere yerleştirilmesi işlemidir.[Anderberg, 1973: 2] Bunda oluşacak grubun yapısı ve temel özellikleri bilinmektedir. Ayırmacı analizde ise grup yapısının bir kısmı, en azından oluşacak grup sayısı bilinmekte, yapıyla ilgili eksik bilgi ise yapılan gözlemler veya daha önceden verilen veriler sayesinde tamamlanmaktadır. Bu iki analizde gruplar bellidir ve yeni birimler veya gözlemler bu grupların içine konmaktadır.

Kümelendirme analizinde ise küme yapısıyla ilgili neredeyse hiçbir şey bilinmemektedir, sadece grupları verilmeyen birimlerle ilgili gözlemler mevcuttur. Burada amaç gözlemlere uyan grup yapısını oluşturmaktır. [Anderberg, 1973: 2-3] Daha geniş bir açıklamayla “doğal benzerliğin” aynı grup üyeleri arasında en fazla, farklı grup üyeleri arasında ise en az olacak şekilde bu gözlemlerin çeşitlendirilmesidir. Kümelendirme bu şekilde “doğal grup” ve “doğal benzerlik” kavramlarının uygun bir şekilde yerini bulduğu bir analiz biçimidir.

Kümelendirmenin bilimde kullanılan en etkin özelliği grup yapısı hakkında tahmin yürütmesi ve veriler arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmasıdır. Kümelendirmede kullanılan algoritmalar daha önceden dikkate alınmayan ayrıntıları kullanarak büyük bir problemde bile birimleri biraraya getirerek kalıcı çözümler oluşturabilirler. Kümelendirmenin başka bir önemli özelliği de çözümlerin verilen örneğe göre değiştirilebilmesidir. Şöyle ki belli bir örneğe göre çözüm üretildikten sonra başka bir veri grubu için çözümler uygun şekilde modifiye edilebilir. Bu şekilde kümelendirmenin çözümleri genelleştirme özelliği ortaya çıkmaktadır.

Daha önceden de bahsedildiği gibi kümelendirme sınıflandırmanın geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu da kümelendirmenin sınıflandırmanın kullanıldığı biyoloji, botanik gibi bilim dallarında kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Kümelendirmenin başlıca kullanıldığı alanlar ise şunlardır: [Anderberg, 1973: 4-6]

1) Yaşamla ilgili fen bilimleri (biyoloji, botanik, zooloji, mikrobiyoloji, ..vs.): Bunda analiz edilecek birimler bitkiler, hayvanlar, hücreler, mikroorganizmalar veya fosil kayıtlarıdır. Analizin amacı değişik türlerin yan türlerinin belli başlık altına toplanmasından türlerin gelişim şemalarının çıkartılmasına kadar değişmektedir.

2) Tıp bilimleri (psikiyatri, patoloji, ..vs.): Analiz birimleri hastalıklar, hastalar, hastalık belirtileri veya laboratuvar testleridir. Bunda kümelendirme amacı hastalıkların tedavisinde daha etkili ve ekonomik yöntemlerin ortaya çıkarılmasıdır.

3) Sosyal ve davranış bilimleri (psikoloji, sosyoloji, eğitim, arkeoloji, ...vs.): Kümelendirmenin değişik bir uygulamasıdır. Analiz edilen birimler; eğitim metotları, davranış çeşitleri, performans arttıran faktörler, uyuşturucu kullanıcıları, aileler, sosyal organizasyonlar, suçlular ve suçlar, öğrenciler, öğretim teknikleri, kültürler, lisanslar veya kazı yerleridir. Burada bunları ortaya çıkaran faktörler ele alınmaktadır.

4) Yer bilimleri (jeoloji, toprak bilimleri, coğrafya, bölgesel incelemeler, deprem bilimleri, ..vs.): Burada toprak ve kaya formasyonları, nehirler, şehirler, dünyanın değişik bölgeleri ve alan kullanımları incelenmektedir.

5) Mühendislik bilimleri (yapay zeka, sistem bilimleri, sibernetik, elektrik mühendisliği, ...vs.): Bu kapsamda incelenenler el yazısı karakterleri, resimler ve görüntüler, dalga formları, radar sinyalleri veya elektronik devrelerin dizaynlarıdır. Kümelenenlerin mühendislikte kullanımı diğer alanlara göre daha azdır.

6) Bilgi ve karar verme sistemleri (bilgi alımı, politika, ekonomi, pazarlama ve operasyon araştırmaları, ...vs.): Araştırma birimleri dokümanlar, ülkelere ait politikalar, belli konu hakkında oy dağılımı ve o konular, endüstriler, müşteriler, ürünler, iyi ve kötü zamanlar, pazarlar, satış rakamları, yatırımlar, fabrika yeri seçimi, fabrika içi planlaması, ...vs. gibidir. Bu konular hakkındaki araştırmalar kümelendirme analizinde üzerinde en çok yeni uygulamalar yapılan araştırmalardır.

Bu kullanılan alanlara göre kümelendirmenin tanımlaması da değişmektedir. Mesela biyoloji, botanik gibi bilimlerde “sayısal sınıflandırma”, sosyal bilimlerde “çeşitlendirme”, sibernetik ve elektrik mühendisliğinde “kendiliğinden öğrenme”, coğrafyada “bölgeleştirme”, grafikerler ve devre dizayncıları ise “bölümleştirme” olarak kümelendirme analizini tanımlamışlardır. Bu tür tanımlamalar kümelendirmenin içinde bulunan problem formülasyonu, algoritma açıklamaları ve çözüm açıklamaları gibi başlıklara yansımıştır.

Kümelenenlerin ve kümelendirme algoritmalarının iş dünyasında kullanımı çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Örneğin iş potansiyelleri ve finansal performansları açısından firmaların gruplandırılması yapılmıştır [Jensen, 1969]. Bunda ele alınan firmaların verilen karakteristiklere göre “Euclidean mesafesi” kullanılarak benzerlikleri ölçülüp benzer firmalar aynı gruba konmuştur. Kümelendirme hiyerarşik olarak üretim planlanmasında da kullanılmıştır. Yapılan araştırmada talep, kapasite gereksinimleri gibi verilere göre oluşturulan ürün ve makine grupları için uygulanan üretim planlarının tek bir ürün veya makine için formülasyonu yapılmıştır [Axsater, 1981]. Benzer olarak yapılan araştırmada ABD’de üretim endüstrisinde kullanılan “grup teknolojisi” incelenmiştir. Grup teknolojisi benzer aktiviteleri bir arada yapmayı, benzer görevleri standartlaştırmayı ve sıkça oluşan problemler hakkında bilgi depolamayı amaçlamaktadır [Hyer-Wemmerlöv, 1989]. Bir başka araştırmada ise pazar tahminlerinin yapılmasında “en yakın komşu” kümelendirme yönteminin kullanılmıştır. Bunda kaos yani kompleks ve değişken bir ortamda bazı değerlerin tahmin edilmesi ve olaylar arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasında zamanın etkisinin kaldırılması amaçlanmaktadır. Daha önceki zaman serisi grafiklerinde benzer değerleri verenler biraraya getirilmektedir [Mulhern-Caprara, 1994].

2.2 Kümelenenlerde Uygulanan Benzerlik Ölçümleri:

Daha önceden de belirtildiği gibi kümelendirmede amaç benzer olan birimleri biraraya getirmektir. Bu gruplandırmayı yaparken bazı optimizasyon kriterlerine uymak gerekmektedir ve bunun için de benzerlik ve benzersizlik terimlerinin kantitatif olarak açıklanması gerekir. Bu benzerlik ve benzersizlik ölçümleri birimler arası ve kümeler arası ölçümler olmak üzere başlıca iki çeşittir.

2.2.1 Birimler Arası Ölçümler:

Birimler arası benzersizliği daha doğrusu mesafeyi ölçerken başlangıçta verilenler şunlardır; I_i ve I_j birimlerinin $C=(C_1, C_2, \dots, C_p)^T$ karakteristiklerine (özelliklerine) göre değerleri X_i ve X_j ’dir. X_i ve X_j ’nin arasındaki mesafeyi ise $d(X_i, X_j)$ vermektedir. [Duran-Odell, 1974: 3] Buna göre şu veriler de ortaya çıkmaktadır:

- (i) $d(X_i, X_j) \geq 0$ bütün X_i ve X_j ler için
- (ii) $d(X_i, X_j) = 0$ sadece $X_i = X_j$ olursa
- (iii) $d(X_i, X_j) = d(X_j, X_i)$
- (iv) $d(X_i, X_j) \leq d(X_i, X_k) + d(X_k, X_j)$

Başlıca birimler arası mesafe ölçümleri şunlardır: [Duran-Odell, 1974: 3-4]

a) Euclidean mesafesi: En çok kullanılan mesafe ölçümüdür ve matematiksel olarak ölçümü daha kolaydır. Kare Euclidean olarak da çeşidi vardır.

$$d_2(X_i, X_j) = \left[\sum_{k=1}^p (x_{ki} - x_{kj})^2 \right]^{1/2}$$

b) γ_1 normu mesafesi:

$$d_2(X_i, X_j) = \left[\sum_{k=1}^p |x_{ki} - x_{kj}| \right]$$

c) Sup-norm mesafesi:

$$d_\infty(X_i, X_j) = \sup_{k=1,2,\dots,p} \{ |x_{ki} - x_{kj}| \}$$

e) γ_p normu mesafesi:

$$d_p(X_i, X_j) = \left[\sum_{k=1}^p |x_{ki} - x_{kj}|^p \right]^{1/p}$$

f) Mahalanobis fonksiyonu: Bu fonksiyona Euclidean'ın genelleştirilmiş versiyonu da denilebilir.

$$D^2(X_i, X_j) = (X_i - X_j)^T W^{-1} (X_i - X_j)$$

g) Lance-Williams fonksiyonu: Euclidean mesafesi temel alınarak ortaya çıkmıştır ve bu fonksiyonun en önemli özelliği hem birimler arası hem de oluşan kümeler arası mesafeyi aynı denklemi kullanarak ölçme kolaylığı vermesidir. [Duran-Odell, 1974 : 29]

$$d_{hk}^2 = \alpha_i d_{hi}^2 + \alpha_j d_{hj}^2 + \beta d_{ij}^2 + \gamma |d_{hi}^2 - d_{hj}^2|$$

Bu mesafe fonksiyonun parametreleri ise 6 değişik kümelendirme yöntemine göre değişmektedir:

TABLO 7 [Duran-Odell, 1974: 29]

	α_i	α_j	β	γ
Basit birleştirme(en yakın komşu)	$1/2$	$1/2$	0	$-1/2$
Tam birleştirme(en uzak komşu)	$1/2$	$1/2$	0	$1/2$
Median	$1/2$	$1/2$	$-1/4$	0
Ortalama birleştirme	n_i/n_k	n_j/n_k	0	0
Merkezsiz	n_i/n_k	n_j/n_k	$-\alpha_i \alpha_j$	0
Ward	$\frac{n_h + n_i}{n_h + n_k}$	$\frac{n_h + n_j}{n_h + n_k}$	$\frac{-n_h}{n_h + n_k}$	0

h) Liu fonksiyonu [Liu, 1999: 991]: Bu benzerlik ölçümü stoklama, dağıtım, ve lojistiği ilgilendiren problemlerde kullanılmaktadır. Birimler arası benzerlikler sipariş edilen birimlerin miktarına dayanmaktadır.

$$S_{ij} = 1/M \sum_{m=1}^M [\min(q_m^i, q_m^j)] / [\max(q_m^i, q_m^j)]$$

$i, j = 1, \dots, P$
siparişteki

M = Belli zamanda verilen sipariş sayısı
 q_m^i = i biriminin m .`inci miktarı
 P = Dağıtım merkezinden alınan birim çeşitleri
 S_{ij} = Benzerlik miktarı

Birimler arası bu mesafeler ölçümleri birimlerin benzerlikleriyle ilgili olarak fikir vermektedir. Bu hesaplamalar için birimlerin belli karakteristiklerdeki değerlerini bulmak için $n \times p$ matrisinden, ortaya çıkan birimler arası mesafeyi matris halinde göstermek için $n \times n$ matrisinden faydalanılmaktadır. [Duran-Odell, 1974: 5]

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{p1} & X_{p2} & \dots & X_{pn} \end{bmatrix}_{n \times p} = (X_1, X_2, \dots, X_n) \quad D = \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & 0 & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix}_{n \times n}$$

2.2.2 Kümeler Arası Mesafe Ölçümleri:

Küme oluşumunda istenen düzeyde gruplanmayı sağlamak için küme içi homojenliğin(küme içi birimlerin eşit dağılımı) ve kümeler arası farklılığın ölçümü gerekmektedir. Bu iki ölçüm de iki küme arası mesafeye dayanmaktadır. Bu mesafeyi ölçmek için çeşitli yöntemler vardır. [Duran-Odell, 1974: 12-15] Veriler şunlardır; $I = (I_1, I_2, \dots, I_{n1})$ ve $J = (J_1, J_2, \dots, J_{n2})$ kendi birimlerini içeren iki küme, sırasıyla I ve J 'ye ait olan $X = (X_1, X_2, \dots, X_{n1})$ ve $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_{n2})$ ölçümleri $C = (C_1, C_2, \dots, C_p)^T$ karakteristik grubuna göre hesaplanmıştır. Burada:

- a) $D_1(I, J) = \min d(X_i, Y_j) \quad (i=1, \dots, n_1 \quad j=1, \dots, n_2)$
değeri d mesafe fonksiyonuna göre I ve J arasındaki "en yakın komşu" mesafesini vermektedir.
- b) $D_2(I, J) = \max d(X_i, Y_j) \quad (i=1, \dots, n_1 \quad j=1, \dots, n_2)$ değeri I ve J arasındaki "en uzak komşu" mesafesini vermektedir.
- c) $D_3 = \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{i=1}^{n_1} d(X_i, Y_j) / n_1 n_2$
değeri I ve J arasındaki ortalama mesafeyi vermektedir.
- d) $D_4 = n_1 n_2 / (n_1 + n_2) (X' - Y')^T (X' - Y') \quad X' = \sum_{i=1}^{n_1} X_i / n_1 \quad Y' = \sum_{i=1}^{n_2} Y_i / n_2$
fonksiyonu I ve J arasındaki "istatistiksel dağılım" mesafesidir.
- e) $K = I \cup J$ olduğu zaman ise;

$$S_K = \sum_{i=1}^{n_1} (X_i - M)(X_i - M)^T + \sum_{i=1}^{n_2} (Y_i - M)(Y_i - M)^T \quad M = (\sum_{i=1}^{n_1} X_i + \sum_{i=1}^{n_2} Y_i) / (n_1 + n_2)$$

$$S_K = \sum_{i=1}^{n_1} (X_i - X')(X_i - X')^T + \sum_{i=1}^{n_2} (Y_i - Y')(Y_i - Y')^T + (n_1 n_2 / (n_1 + n_2)) (X' - Y')(X' - Y')^T$$

$$S_K = S_I + S_J + (n_1 n_2 / n_1 + n_2) (X' - Y') (X' - Y')^T$$

$$\text{tr}(n_1 n_2 / n_1 + n_2) (X' - Y') (X' - Y')^T = n_1 n_2 / n_1 + n_2 (X' - Y')^T (X' - Y')$$

yukarıda verilen eşitlikte $S_I + S_J$ kümeler içi kareler toplamını, eşitliğin sağındaki diğer fonksiyon kümeler arası kareler toplamını, S_K ise kareler toplamının hepsini matris formunda vermektedir.

2.3 Kümelenendirme Çeşitleri:

Kümelenendirme analizi başlıca iki şekilde yapılır: Hiyerarşik Metotla Kümelenendirme ve Hiyerarşik Olmayan Metotla Kümelenendirme.

a) Hiyerarşik Metotla Kümelenendirme: Kümelenendirilecek birimlerin tek tek küme halindeyken benzersizlik (veya benzerlik) ölçümlerinin yapılarak her hesap aşamasında birimlerin birleştirilerek kümelenendirilmesi (birleştirme yöntemi-agglomerative method) veya birimlerin ilk başta tek bir kümeye toplanıp yine her hesap aşamasında birimlerin aynı kümelerde birleştirildiği (bölünme yöntemi-divisive method) kümelenendirme olarak başlıca iki çeşittir. Bunlar hiyerarşik kümelenendirmede en çok bilinen ve kullanılan algoritma çeşitleridir. Ayrıca bunların yanında çoğalan algoritmalar (incremental algorithms), doğrudan optimizasyon algoritmaları (direct optimization algorithms) ve paralel algoritmalar da hiyerarşik metotların içindedir. [Arabie v.d., 1996: 72]

Hiyerarşik kümelenendirme hem birimlerin kümelenendirilmesinde hesaplama kolaylığı sağladığı için, hem de kullanılabilecek değişik sayıda ve optimum küme miktarlarını verdiği için en çok kullanılan kümelenendirme biçimidir.

b) Hiyerarşik Olmayan Metotla Kümelenendirme: Bu tür kümelenendirme metotlarında birimlerin yerleşim düzeni veya kümelerin homojenliği gibi yapısal özellikler önemli yer tutar. Bu tür kümelenendirmelerde kümelenendirmenin her aşamasında daha önceki aşamalara ait olan bilgiler tekrarlandığı için "tekrarlayıcı" (iterative) metotlar olarak da adlandırılmaktadırlar. [Anderberg, 1973: 156]

2.3.1 Hiyerarşik Kümelenendirme:

Daha önceden de belirtildiği gibi kümelenendirmenin amacı verilen birimleri aynı kümedekilerle benzer, diğer kümedekilerle farklı özelliklere sahip olacak şekilde gruplandırmaktır. Bu incelemeyi yaparken sayısal ve bilgi işlem metotlarından faydalanılmaktadır. Verilen dataların yapısıyla ilgilenen araştırmacılar daha çok hiyerarşik kümelenendirme metodunu kullanmaktadırlar. Hiyerarşik kümelenendirme özellikle biyolojide gelişim şemalarının oluşturulmasında, psikolojide ve fizikte çok kullanılan bir yöntemdir. [Arabie v.d., 1996: 66]

Hiyerarşik kümelenendirmede birimler arası ilişkiler iki format altında incelenir:

- Örnek matris (pattern matrix) veya profil matrisi: $X = x_{ik}$ eşitliğini oluşturan $n \times p$ matrisidir. Burada x_{ik} i'nci birimin k'inci değişkende aldığı değerdir. ($i = 1, \dots, n$; $k = 1, \dots, p$)
- Benzersizlik matrisi ($D = d_{ij}$) veya benzerlik matrisi ($S = s_{ij}$): d_{ij} 'nin i'nci ve j'nci birimler arası benzersizliği simgelediği $n \times n$ matrisidir. ($i, j = 1, \dots, n$)

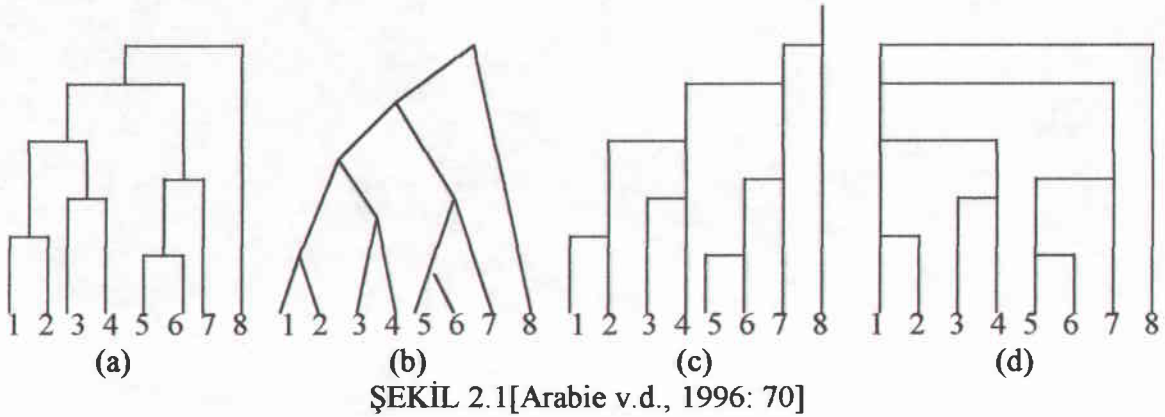
Pek çok algoritmada benzersizlik ölçümünde ilk olarak örnek matrisinin benzersizlik matrisine dönüşümü uygulanmaktadır. Bu konuda pek çok araştırmalar yapılmış ve değişkenlerin seçimi, standardizasyonu ve ağırlıkları bu araştırmalarda rehber olmuştur. Örneğin;

$$\delta_{ij} \cong F\left(\sum_{k=1}^p w_k z_{ijk}\right) \quad (w_k \geq 0 (k=1, \dots, p))$$

işleminde δ_{ij} i ve j arasındaki benzersizliği, z_{ijk} i ve j birimlerinin j değişkeninde verdikleri değer farklılığını ve F de lineer bir fonksiyonu göstermektedir. $\sum w_k = 1$ değeri benzerlik ölçümünde kullanılan değişkenlerin ağırlıklarını belirtirken, $w_k = 0$ ise k değişkeninin analizde kullanılmayacağını göstermektedir. [Arabie v.d., 1996: 67] Örnek matrisi bazı algoritmalarda direkt olarak benzersizliğin hesaplanmasında kullanılabilir. Örneğin Kare Euclidean mesafesi ölçümünde d_{ij} mesafesi i ve j birimlerinin k kadar değişkene göre farklarının karelerinin toplamıyla bulunmaktadır.

Hiyerarşik kümelendirmede oluşan kümeler ve birimler arası ilişkileri göstermek için dendogram denilen grafikten faydalanılır (Şekil 2.1). Verilen şekilde $\Omega = \{1, \dots, n\}$ kadar birim T kadar ara küme oluşturmuştur. Verilen koşullar şöyledir:

(i) $\Omega \in T$ (ii) $0 \notin T$ (iii) $i \in \Omega$ için $\{i\} \in T$ (iv) eğer $A, B \in T$; $A \cap B \in \{0, A, B\}$ 'dir.



Şekil 2b, 2c ve 2d'de diğer dendogram çeşitleri görülmektedir. Grafiklerin üst kısımlarına çıkıldıkça birimlerin kümeleneceği görülmektedir. Birleştirme yönteminde birimlerin sürekli birleşerek tek bir kümeye dönüşmesi, bölünme yönteminde tek bir kümeden her birimin bir küme olduğu bir çok kümeye sürekli dağılımı vardır. Burada hiyerarşik yöntemlerin güçlü ve zayıf olduğu yanlar görülür; küme oluşumunda sürekli ve erken karar alınması diğer seçeneklerin görülmesini azaltır, fakat aynı zamanda önceden yapılan yanlışların görülmesi ve sonraki seçeneklerden faydalanılarak sermaye arttırılması çoğalır.

Hiyerarşik kümelendirmede özellikle birleştirme yönteminde uygulanan metotlar üç temel metoda dayanmaktadır: [Anderberg, 1973: 132-133]

- 1) Birleştirme (linkage) Metotları
- 2) Merkezsel (centroid) Metotlar
- 3) Kareler toplamı (Ward Metodu) veya Varyans Metotları

Verilen bu metotlar data birimlerinin kümelendirilmesi için uygundur, ama sadece birleştirme metotları değişkenlerin kümeleneceğinde kullanılabilir. Bu metotları birleştirme (agglomerative) metoduyla kullanmak için ayrıca üç değişik yaklaşım bulunmaktadır:

- 1) Saklanan Matris (Stored Matrix) Yaklaşımı
- 2) Saklanan Veri (Stored Data) Yaklaşımı
- 3) Çeşitlenen Matris (Sorted Matrix) Yaklaşımı

2.3.1.1 Birleştirme(Agglomerative) Yöntemiyle Kümelenendirme:

En eski ve en çok kullanılan bu yöntemde başlangıçta n miktarda olan tek birimlik küme sayısı bu birleştirmelerle bütün birimlerin bulunduğu tek bir küme ortaya çıkınca son bulur. Bu yöntemde ilk başta verilen bilgiler ise şunlardır:

$$P_n = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$$

$$P_n = \text{İlk başta } n \text{ kadar kümeyi barındıran grup}$$

$$C_j = \{O_j\}, i \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n$$

$$S = \begin{array}{|c|} \hline s_{21} \\ s_{31} \quad s_{32} \\ s_{41} \quad s_{42} \quad s_{43} \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ s_{n1} \quad s_{n2} \quad s_{n3} \dots s_{n(n-1)} \\ \hline \end{array}$$

ŞEKİL 2.2[Anderberg, 1973: 133]

Önce s_{ij} i ve j birimleri arasındaki benzerlik miktarı olarak ele alınır. Bütün birimlerin benzerliklerinin tam bir şemasını oluşturmak için birimlerin $1/2n(n-1)$ kadar ikili kombinasyon sayısı hesaplanarak üçgensel benzerlik matrisi oluşturulur(Şekil 2.2). Bu matris ele alınarak birleştirme yöntemiyle kümelendirme şu şekilde yapılır:

- Tek birim içeren n kadar kümeyle başlanılır.
- Benzerlik matrisinde en çok benzeyen birim çifti aranır. Örneğin bulunan birimler p ve q , benzerlik miktarı da $s_{pq}(p > q)$.
- p ve q 'nin birleşimiyle eldeki küme sayısı 1 adet düşürülür. q kümesinden ortaya çıkan küme benzerlik matrisinde işaretlenir ve matristeki benzerlikler q kümesiyle diğer kümeler arasındaki benzerlikleri içerecek şekilde değiştirilir. p kümesine ait olan satır ve sütun benzerlik matrisinden silinir.
- b ve c şıkları $n-1$ kadar tekrarlanır(bütün birimler aynı kümede toplanana kadar). Her aşamada birleşen kümelerin hangisi olduğu ve benzerlik miktarları kayıtlı edilir.

b şıkkındaki en benzer çifti bulmak ve c şıkkındaki benzerlik matrisini değiştirmek için değişik birleştirme yöntemleri değişik prosedürlerle uygulanmaktadır. Benzerlik matrisindeki hiyerarşik kümelendirme daha önceden de belirtildiği gibi üç değişik yaklaşımla hesaplanmaktadır ve her birinin ayrı karakteristiği vardır. [Anderberg, 1973: 134-136]

1) Saklanan Matris Yaklaşımı:

Bu yaklaşımda benzerlik değerlerinin istenen zamanda eldesi için benzerlik matrisi bilgisayarın hafızasında saklanmaktadır. Bu yaklaşımın önemli karakteristikleri şunlardır:

- Uygulanacak kümelendirme prosedürü benzerlik nasıl olduğundan veya kümelendirilecek birimlerin değişken veya veri birimi olduğundan bağımsızdır. Fakat matristeki minimum veya maksimum değer mi bulunacağına karar verilmesi için mesafe ölçümü hesabı(en düşük değer en benzer çifti gösterir) veya birleşme hesabı(en yüksek değer en benzer çifti gösterir) olduğu önceden belirtilmelidir.
- Bilgisayarların hafıza kapasitelerine göre saklanacak birim sayısı belirlenmelidir.
- Hem değişkenlerin hem de veri birimlerinin kümelendirilmesinde hafıza kapasitesi sadece tek tip birimin kümelendirilmesine olanak sağlamaktadır. Mesela değişkenler kümelendirilirken aynı zamanda veri birimleri kümelendirilemez çünkü ele alınan

benzerlik matrisi değişkenlerinkiyle sınırlandırılmıştır. Aynı şey tam tersi durumlar için de geçerlidir.

Bundan sonraki bölümlerde bu yaklaşımın kullanıldığı değişik kümelendirme metotları açıklanmaktadır. İlk dört metotta birim olarak değişkenler veya veri birimleri kullanılabilir. Son iki metotta ise veri birimleri kümelendirmesi için Euclidean mesafesi kullanılmaktadır.

2.3.1.1.1 Basit Birleştirme(Single-Linkage) Yöntemi:

Hiyerarşik metotlar arasında en basit olanıdır. Her aşamada p ve q kümeleri birleştikten sonra ortaya çıkan t kümesi ve başka bir r kümesi arasındaki benzerlik şu şekilde belirlenmektedir: [Anderberg, 1973: 137-138]

a) Eğer s_{ij} mesafe ölçümüyse:

$$s_{tr} = \min(s_{pr}, s_{qr})$$

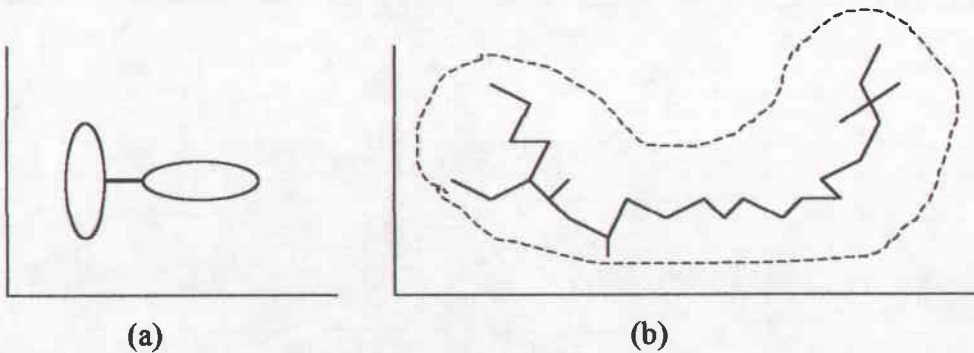
s_{tr} , t ve r kümelerinin en yakın birimleri arasındaki mesafedir. Eğer t ve r kümeleri birleşirse oluşan kümedeki en yakın komşular arasındaki mesafe en fazla s_{tr} kadar olur.

c) Eğer s_{ij} birleşme hesabıysa:

$$s_{tr} = \max(s_{pr}, s_{qr})$$

s_{tr} , t ve r kümelerindeki en benzer birimler arasındaki benzerliktir. Eğer t ve r birleşirlerse oluşacak kümede herhangi bir birimle başka bir birim(en az 1 tane) arasında oluşacak benzerlik en az s_{tr} kadardır.

Kümeler her aşamada basitçe aralarında en kısa veya en kuvvetli ilişkiyi oluşturacak şekilde birleştiklerinden bu yöntem basit birleştirme yöntemi olarak anılmaktadır. Aynı zamanda “en yakın komşu” yöntemi olarak da anılmaktadır. Bu yöntemin ilginç bir tarafı birbirinden daha ayrıık olan kümeleri daha iyi ayırt edip açıklamasıdır. Bu yöntemle oluşturulan iki veya daha çok birimli kümelerde her üye küme içindeki herhangi bir birimle küme üyesi olmayan bir birimden daha çok benzerdir. Basit birleştirmenin bir özelliği de elips olmayan küme biçimleri oluşturmastır.(Şekil 2.3) Bu özellik zincirlenme olarak da tanımlanır. Fakat kümenin iki ucundaki birimlerin benzerliği bakımından tartışmalıdır. Ayrıca bu yöntem sadece minimum ve maksimumu seçtiğinden problemlerde oluşabilecek değişimlere duyarlı değildir.



ŞEKİL 2.3[Anderberg, 1973: 137]

2.3.1.1.2 Tam Birleştirme(Complete Linkage) Yöntemi:

Bu yöntem basit birleştirmeye çok benzemekte ve uygulanması zor değildir. Her aşamada p ve q birleştikten sonra ortaya çıkan t kümesi ve herhangi bir r kümesi arasındaki benzerlik şöyle belirlenmektedir: [Anderberg, 1973: 138-139]

a) Eğer s_{ij} mesafe ölçümüyse:

$$s_{tr} = \max(s_{pr}, s_{qr})$$

s_{tr} sayısı t ve r kümelerinin en uzak birimleri arasındaki mesafedir. Eğer t ve r kümeleri birleşirlerse oluşan küme içindeki birimler arasındaki mesafe en fazla s_{tr} kadardır. s_{tr} değeri oluşan kümeyi kapsayan en küçük dairenin çapını vermektedir.

d) Eğer s_{ij} birleşme hesabıysa:

$$s_{tr} = \min(s_{pr}, s_{qr})$$

s_{tr} t ve r kümelerindeki en benzemeyen birim çifti arasındaki benzerliktir. Eğer t ve r kümeleri birleşirlerse oluşan kümedeki her birim çifti arasında en az s_{tr} kadar benzerlik oluşur.

Bu yöntem tam birleştirme olarak adlanmaktadır çünkü kümedeki bütün birimler aralarındaki maksimum mesafe veya minimum benzerlikle birbirlerine bağlanmışlardır. Aynı zamanda “en uzak komşu” yöntemi olarak da anılmaktadır. Basit birleştirmeden farklı olarak oluşan bir küme hakkındaki tek yorum sadece küme içi ilişkilere bakılarak yapılır, kümeler arasındaki farklar hakkında yorum yapılamaz. Basit birleştirme gibi bu yöntem de problemlerde oluşabilecek değişimlere duyarlı değildir.

Hiyerarşik kümelendirmenin gücünün incelendiği bir araştırmada basit birleştirme ve tam birleştirme yöntemlerinin de karşılaştırması yapılmıştır. Bu güç kümelendirme prosedürlerinin oluşan küme hiyerarşisinin fonksiyonuna karşı hassasiyeti incelenerek yapılmıştır ve bunun ölçümü için bu iki kümelendirme yöntemleri ele alınmıştır. 12 adet birimin ele alındığı incelemeye göre basit birleştirme yöntemi 7’den fazla birim içeren bir küme bulunduğu zaman en iyi kümelendirmeyi yapmaktadır. Tam birleştirme yönteminde ise en büyük kümede 7’den daha az birim olduğu zaman en iyi kümelendirme yapılmış olmaktadır. [Baker-Hubert, 1975: 31-37]

2.3.1.1.3 Ortalama Birleştirme Yöntemi(Oluşan Yeni Küme İçindeki):

Basit birleştirmede her küme, içindeki herhangi bir üyeyi diğer bir üyeye birleştiren en uzun bağlantıyla tanımlanmakta, tam birleştirmede ise her küme, içindeki her üyeyi diğer üyeye birleştiren en uzun bağlantıyla tanımlanmaktadır. Ortalama birleştirmede ise bu yöntemler gibi uç değerler yerine bu bağlantıların ortalama değerleriyle bir küme belirtilmektedir. [Anderberg, 1973: 139-140] Bu yöntemde s_{ij} benzerlik değeri i ve j kümelerindeki birleşen birimlerin benzerliklerinin toplamıdır. Birimlerin birleşmesinden önce her kümede tek bir birim bulunmaktadır. p ve q kümeleri birleştiği zaman oluşan t kümesi ve herhangi bir r kümesi arasındaki birim çiftleri benzerliği şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$s_{tr} = s_{pr} + s_{qr}$$

Ayrıca oluşan t kümesi için şöyle bir tanımlama yapılır: SUM_i i kümesi içindeki çiftlerin benzerliklerinin toplamı, N_i de i kümesi içindeki birimler toplamı olarak kabul edilir. İlk kümelendirmeden önce bütün kümeler için $SUM_i = 0$ ve $N_i = 1$ ’dir. p ve q kümeleri birleştiğinde oluşan t kümesi şu şekilde tanımlanır:

$$SUM_t = SUM_p + SUM_q + s_{pq}$$

$$N_t = N_p + N_q$$

Sonra en çok benzeyen çifti bulmak için i ve j 'nin birleşmesinden oluşacak kümenin içindeki ortalama grup içi benzerlik hesaplanır:

$$\frac{SUM_i + SUM_j + s_{ij}}{(N_i + N_j)(N_i + N_j - 1)/2}$$

Son denklemdeki alttaki bölen i ve j kümelerindeki birimlerin oluşabilecek çiftli kombinasyon sayısını göstermektedir.

Bu kümelendirme kümelerdeki uç değerlere bağlı değildir, bu bakımdan küme içindeki maksimum veya minimum benzerlikler hakkında bilgi vermez. Ayrıca bu metot tam birleştirme metodundan daha farklı sonuçlar verebilmektedir.

2.3.1.1.4 Ortalama Birleştirme Yöntemi(Oluşan Kümeler Arasındaki):

Ortalama birleştirme yöntemine dayanan başka bir metot da birleşen i ve j kümeleri arasındaki bağlantıların ortalama benzerliklerini ele almaktır. [Anderberg, 1973: 140]Eğer benzerlik matrisi bir önceki bölümdeki gibi ele alınırsa s_{ij} i ve j kümeleri arasındaki çiftler arası benzerliklerin toplamıdır. Gruplar arası bu benzerlikler N_i ve N_j 'nin ürünüdür. i ve j kümeleri için gruplar arası ortalama benzerlik ise şudur:

$$s_{ij}/N_i N_j$$

Bu metotla bir önceki metot arasındaki temel fark grup içi çiftlerin toplam benzerliğinin (SUM_i ve SUM_j) hesaba katılmamasıdır. Bu metot “grup ortalaması” olarak tanımlanmaktadır ama ortaya çıkan sonuçları bir önceki metottan pek farklı değildir.

2.3.1.1.5 Merkezsel Metotlar:

Kümelendirmede değişik bir yöntem de gruplar arasındaki farklılıkları grup merkezleri arasındaki farklılıklarla belirtmektir. Böylelikle hiyerarşik biçimde her aşamada en çok benzeyen ortalama vektör veya merkeze sahip olan iki küme birleştirilir. Bu metodun uygulaması saklanan matris yaklaşımıyla daha kolaydır ve sadece kare Euclidean mesafesi kullanılabilir. [Anderberg, 1973: 140-141] Elde edilen denklemi şöyledir:

$$s_{tr} = \frac{N_p}{N_p + N_q} s_{pr} + \frac{N_q}{N_p + N_q} s_{qr} - \frac{N_p N_q}{(N_p + N_q)} s_{pq}$$

Burada p ve q birleşen iki kümeyi, t oluşan yeni kümeyi ve r ise herhangi bir kümeyi göstermektedir. Bu denklem herhangi bir benzerlik ölçümüyle değişkenler veya veri birimleri için kullanılabilir ama s_{ij} i ve j kümelerinin merkezleri arasındaki kare Euclidean mesafesi olmadıktan sonra sonuçlar iyi bir yorumdan uzak veya biraz garip olabilir.

Bu metodun çeşitli varyasyonları vardır. Mesela “çift grup” metodunda birleşen kümelerin merkezlerinin ağırlıkları alınmıştır ve bu ağırlıkların grup içindeki birim sayısıyla bağlantısı yoktur. Bir başka varyasyon olan “merkez metodunda” birleşen merkezler eşit olarak birim sayısından bağımsız tartılmaktadır. s_{ij} mesafe fonksiyonuysa denklem:

$$s_{tr} = 1/2(s_{pr} - s_{qr}) - 1/4 s_{pq}$$

şeklinde, birleşme hesabıysa:

$$s_{tr} = 1/2(s_{pr} - s_{qr}) - 1/4(1 - s_{pq})$$

şeklindedir. Merkezsel metotların önemli bir karakteristiği her aşamada kümelerin birleşmesiyle ortaya çıkan benzerlik değeri her aşamada artabilir veya azalabilir.

2.3.1.1.6 Ward Metodu:

Bu metot her aşamada iki kümenin birleşerek bir araştırmacının belirli bir problem hakkındaki amacını yansıtan hedef fonksiyonu maksimize eden bir metottur. [Anderberg, 1973: 142-145] Bu metotta hedef fonksiyon olarak hatalı kareler toplamı (error sum of squares) fonksiyonu gösterilmiştir ve kare Euclidean mesafesi kullanılarak uygulanabilir. Bu uygulama için ilk başta verilenler şunlardır:

x_{ijk} = h kadar kümenin k'inci kümesinde n kadar değişkenin i'inci değişkeninin m_k veri birimlerinin j'incisi için değeri

$j = m_k$
 $x_{ik} = \sum_{j=1}^{m_k} x_{ijk} / m_k$
 = k kümesindeki veri birimleri için i'nci değişkenin ortalaması

$E_k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_k} (x_{ijk} - x_{ik})^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_k} x_{ijk}^2 - m_k \sum_{i=1}^n x_{ik}^2$
 = k kümesi için hatalı kareler toplamı, k kümesindeki her veri noktasıyla kümenin merkez vektörü arasındaki Euclidean mesafelerinin toplamı

$k = h$
 $E = \sum_{k=1}^h E_k$
 = bütün kümeler için küme içi hatalı kareler toplamının hepsi

Başlangıçta her biri bir küme olan m kadar veri birimi bulunmaktadır ve bunların hepsi için $E_k = 0$ 'dır. Ward yönteminin hedefi her aşamada biraraya gelince bütün grup içi hatalı kareler toplamı artışı minimumu veren iki kümeyi bulmaktır. Eğer p ve q kümelerinin t kümesini oluşturacak şekilde birleştiği düşünülürse şu denklem ortaya çıkar:

$$\Delta E_{pq} = \frac{m_p m_q}{m_p + m_q} \sum_{i=1}^n (x_{ip} - x_{iq})^2$$

Hatalı kareler toplamındaki minimum artış birleşen kümelerin merkezleri arasındaki kare Euclidean mesafesiyle orantılıdır. Elde edilen sonuç küme merkezleri arasındaki mesafelerin ağırlığını hesaplayan merkezsel yöntemle göre farklıdır. Bu yöntemin algoritması şu şekildedir:

- 1) Karesi alınmış mesafeler için üçgensel benzerlik matrisi hazırlanır. E_{ij} , s_{ij} yerine kullanılır.
- 2) Her aşamada hatalı kareler toplamında en az artış olan iki küme birleştirilir. p ve q kümeleri t kümesini oluşturacak şekilde biraraya gelir.
- 3) Benzerlik matrisindeki veriler yenilenir, hatalı kareler toplamındaki artış şu fonksiyonla gösterilir:
 $E = E + 1/2 \Delta E_{pq}$
- 4) m veri birimleri olacak şekilde 2 ve 3.üncü şıklar m-1 aşaması kadar tekrar edilir.

Merkezsel yöntemde olduğu gibi bu yöntem benzerlik matrisine göre hareket etmekte ve matristeki birimler değişkenlerle veya veri birimleriyle hesaplanabilmektedir.

2.3.1.1.7 Diğer Birleştirme Yöntemiyle Kümelendirmeler:

2) Saklanan Veri Yaklaşımı:

Saklanan Matris yaklaşımı çok kullanışlı olduğu halde daha küçük kapasiteli problemler için uygundur çünkü ortaya çıkan benzerlik matrisini ve karşılaştırma yapmak için iki küme arası benzerlikleri saklamak ve de istek üzerine kümeler arası benzerlikleri yeniden hesaplamak büyük bir hafıza kapasitesini gerektirmektedir. Bunu basitleştirmek için sadece benzerlik değerlerini veya benzerlik değerlerinin hesaplanabileceği her küme için özet istatistik değerlerini saklamak daha uygundur. Bu yaklaşımda saklanan matris yaklaşımıyla aynı matris kullanılmaktadır, tek fark benzerlik değerlerinin saklanmak yerine hesaplanmasıdır. Bu yaklaşım sonradan açıklanacak olan dört metot için kullanılacaktır bu metotlar sadece değişkenler tarafından açıklanan veri birimlerinin kümelenmesinde kullanılmaktadır. [Anderberg, 1973: 145-149]

Ward Metodu: Daha önceden Ward metodunda anlatıldığı gibi verilen son denklem kareler toplamındaki artışı vermektedir ve bu denklem sadece merkez vektörünün ve her kümedeki veri birimlerinin sayısının saklanması gerektirmektedir. Başlangıçta her kümede tek bir birim olduğuna göre saklama gereksinimi verilerin miktarına ve her kümedeki birim miktarını veren vektöre bağlıdır. Küme merkezlerinin sürekli hesaplanması belli bir miktarda hatanın oluşup büyümesine neden olabilir. Bu yüzden biraz değiştirilmiş bir hesaplama yöntemi kullanılmaktadır. Verilenler şunlardır:

$$\begin{aligned} j &= m_k \\ T_{ik} &= \sum_{j=1}^{j=m_k} x_{ijk} = m_k x_{ik} \\ &= k \text{ kümesindeki } i \text{ değişkeni için veri birimleri değeri} \\ i &= 1 \quad j = m_k \\ S_k &= \sum_{i=1}^i \sum_{j=1}^{j=m_k} x_{ijk}^2 \\ &= k \text{ kümesindeki bütün değişkenler için bütün veri birimleri değerlerinin karelerinin toplamı} \end{aligned}$$

Böylece k kümesi için hatalı kareler toplamı şu şekilde yazılır:

$$E_k = S_k - \sum_{i=1}^{i=n} T_{ik}^2 / m_k$$

p ve q kümelerinin t kümesini oluşturmasıyla ortaya çıkan bütün hatalı kareler toplamındaki artış şu şekildedir:

$$\begin{aligned} \Delta E_{pq} &= E_t - E_p - E_q \\ &= S_t - \sum_{i=1}^{i=n} T_{it}^2 / m_t - E_p - E_q \\ &= S_p + S_q - \sum_{i=1}^{i=n} (T_{ip} + T_{iq})^2 / (m_p + m_q) - E_p - E_q \end{aligned}$$

Bu denklemi oluştururken ilk başta S_k , E_k , m_k ve T_{ik} değerlerinin eldesi gerekmektedir. Ama yine de tekrarlanan bir çarpma ve bölme işlemlerine gerek

kalmamaktadır, bu yüzden Ward yöntemi uygulanması ve diğer metotlara göre hesaplanması daha kolaydır.

Yeni Kümedeki Minimum Grup İçi Kareler Toplamı: Bu varyasyonda yeni kümedeki hatalı kareler toplamı minimum olacak şekilde her aşamada iki küme birleşir. Denklem şu şekildedir:

$$E_t = E_p + E_q + \Delta E_{pq}$$

Bu metotta eşit hatalı kareler toplamı olan kümeler oluşmaktadır. Burada ΔE_{pq} yerine E_t 'nin ele alınması diğerlerine göre daha büyük kümelerin kısa sürede ortaya çıkmasını geciktirmektedir.

Yeni Kümedeki Minimum Grup İçi Kareler Ortalaması: Bu varyasyonda her aşamada oluşan kümedeki her birim için hatalı kareler toplamının ortalaması olan E_t/m_k değeri minimum olan kümeler birleştirilir. Bu değer aynı zamanda oluşan yeni kümenin varyansıdır. Bu metotta eşit varyansa sahip olan kümelerin oluşması büyük bir olasılıktır, sonuç olarak küçük doğal kümelerin birleşerek büyük kümelere dönüşmesi veya büyük doğal kümelerin küçük kümeler halinde görülmesi muhtemeldir.

Merkezsiz Metotlar: Önceki metotlarda açıklanan T_{ik} ve m_k terimlerine göre küme merkezleri arasındaki Kare Euclidean mesafesi şu şekilde hesaplanır:

$$d_{pq}^2 = \sum_{i=1}^{i=n} (T_{ip}/m_p - T_{iq}/m_q)$$

Bu yöntemde yukarıdaki gibi Euclidean mesafesi kullanılabildiği gibi istenen başka bir mesafe fonksiyonu da kullanılabilir.

3) Çeşitlenen Matris Yaklaşımı:

Bu yaklaşım hiyerarşik kümelendirmede pek fazla kullanılsa bile benzerlik matrisinin bilgisayar hafızasına alınamayacak kadar büyük olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Saklanan matris yaklaşımında olduğu gibi benzerlik matrisi başta verilmektedir ve bu yaklaşım kümeler arası bağlantının mesafe ölçümü veya birleşme ölçümü olacağından etkilenmez. Bu yüzden bu yaklaşım değişkenlerin olduğu kadar veri birimlerinin de kümelendirilmesine uygundur. [Anderberg, 1973: 149-150]

Basit Birleştirme Yöntemi: Kümelendirilecek birimler veri birimi olduğu ve benzerlik matrisi mesafe ölçümüne dayandığı zaman, basit birleştirme yöntemi her aşamada aralarında en yakın mesafe bulunan veri birimlerini birleştirdiği için kullanılır. Bu etkiden dolayı kullanılan yaklaşım sonraki aşamalarındaki kümeleri oluşturacak şekilde benzerlik matrisindeki en kısa bağlantıyı arar. Bu algoritma şu şekilde işlemektedir:

- a) Benzerlik matrisi hesaplanır ve sonuçlar üçlü olarak yazılır(s_{ij}, i, j).
- b) Bu üçlüler s_{ij} değerlerinin artış durumuna göre sıralanır.
- c) Yapılan listedeki ilk birim çifti birleştirilmek üzere ele alınır. Bu çift ayrıca listedeki en düşük benzerlik değerine sahip olan çifttir.
- d) Bundan sonraki her aşamada bir sonraki en büyük benzerlik değerine denk gelen birim çifti birleştirilir. Bunun için birim çiftlerinin aynı kümede olmaması gerekir. Eğer aynı kümedeyse, bir sonraki birim çifti ele alınır.
- e) m kadar birim miktarı varsa, m-1 kadar birleştirme yapana dek d şikkına devam edilir.

Bu algoritmanın avantajı orijinal verilerin veya benzerlik matrisinin saklanmasına gerek duymadan çeşitlenen matrisin kaydedilip, sadece istenen zamanda tek bir üçlünün okunmasıdır.

Grafiksel Bağlantılar: Grafiksel metot; basit birleştirme metoduyla bazı bakımlardan yakındır. Grafikte verilen noktalar çizgi veya eğrilerle birleşmektedir. Grafikte her birim çiftini bağlayan bir çizgi varsa bu grafik “tam bağlantılı” sayılmaktadır. Bağlantılı bir grafiğin “büyüyen ağacı” n kadar noktayı n-1 kadar çizgiyle bağlayıp nokta çiftleri arasında tek bir bağlantı sağlayan, yani tüm noktaları en az miktardaki çizgiyle birleştiren durumu gösterir. Eğer veri birimleri arasında mesafe ölçümü yapan benzerlik matrisi verilirse; veri birimleri grafik içinde tam bağlantılı noktaların, benzerlik matrisinin değerleri ise çizgi uzunluk değerlerinin yerine geçer. Basit birleştirme ve tam birleştirme yöntemlerinde birimleri birleştiren n-1 kadar bağlantı seçilmektedir, yani bu iki metot benzerlik matrisi tarafından verilen grafikteki büyüyen ağacı bulmaktadır. Eğer benzerlik matrisi değişkenler arasındaki birleşme ölçümünü yapıyorsa bu sefer değişkenler nokta, basit birleştirmeye bulunan bağlantılar da grafikteki büyüyen ağacı verir.

2.3.1.2 Bölünme(Divisive) Yöntemiyle Kümelendirme:

Bu metotta başlangıçta tek bir kümeye ait olan n kadar birim vardır. Bu kümeler olan kümenin iki homojen kümeye dağılmasıyla her aşamada bir adet artar. n kadar birimi iki kümeye ayırmanın $2^{n-1}-1$ kadar yolu vardır, fakat n kadar birimin bütün bölünme olasılıklarını incelemek mümkün değildir.[Arabie v.d., 1996: 78] Bu metot birleştirme metoduna göre daha az kullanılmaktadır.

Bu metotta ilk başta verilen bilgiler şunlardır:[Hansen-Jaumard, 1997: 198-199]

$$P_1 = \{C_1\} = \{O_1, O_2, \dots, O_N\}$$
$$k=1$$

1. lokal kritere göre $C_j \in P_k$ seçilir.
2. Lokal kriter izlenerek C_j, C_{2k} ve C_{2k+1} kümelerine bölünür.

$$P_{k+1} = [P_k \cup \{C_{2k}\} \cup \{C_{2k+1}\}] \setminus \{C_j\}$$
$$k=k+1$$

Burada 1. lokal kriter kümelerin bölüneceği düzeni oluştururken , ikinci lokal kritere göre kümeleri bölmek daha zordur. Çünkü birimler arası maksimum benzersizliği ortaya çıkarmak için her aşamada belirli bir algoritma oluşturmak gerekmektedir. Genelde hiperbolik ve kuadratik programlar kullanılarak $N \leq 40$ olacak büyüklükteki problemler çözülebilmektedir.

2.3.1.3 Çoğalan(Incremental) Kümelendirme:

Daha önceden gösterilen algoritmalarda oluşan kümeler dendogram yardımıyla da gösterilmiştir. Basit ve tam birleştirme yöntemlerindeki dendogramlarda birimlerin iki fonksiyonu bulunmaktadır; bulunduğu gruptan daha çok benzediği gruba geçerken sahip olduğu özellik ve bu olurken bulunduğu yüksekliktir. Bir başka algoritmada basit birleştirme dendogramı için benzerlik matrisindeki her satır değerlendirilip küme oluşturacak olan nokta belirlenir.

Dendograma dayanan algoritmalarla grafiğin en altında veya kök kısmında olan her birim her aşamada diğerlerine benzemeyen, kendisine benzer olan dallar oluşturur. Bundan doğacak olan kümelendirmenin sonuçları bu birimlerin ağaç oluşturdıkları düzene bağlıdır. Bu tür gruplandırmalarda noktaları birleştiren $n-1$ kadar kenar bulunmaktadır ve bunlarla bağlantılı olan $n-1$ kadar benzersizliğin toplamı minimumdur. [Arabie v.d., 1996: 79]

2.3.1.4 Direkt Optimizasyon Kümelendirmesi:

Bu yöntemde d_{ij} benzersizlik matrisi elemanları ultrametrik koşulları sağlayan h_{ij} matrisine dönüştürülmektedir. Bu yaklaşım daha sonra benzersizliklerin örnek(pattern) matristen alınan ağırlıklı mesafeler olduğu, ağırlıkların da bu mesafelerin yaklaşık ultrametrik mesafelerle aynı olacağı şekilde seçildiği hale sokulmuştur. [Arabie v.d., 1996: 80]

2.3.1.5 Paralel Kümelendirme:

Hiyerarşik kümelendirmeyi daha verimli kılmak için verilen algoritmanın yapısına bağlı olarak bilgisayar donanımlarının paralel kullanımı söz konusu olmuştur. Benzersizlik ve örnek matrislerin, benzersizlik değerlerinin ve büyüyen ağaç grafiklerinin oluşumunda zamandan kazanç görülmüştür. Fakat bu zaman azalması paralel donanımların yerlerine ve orijinal algoritmanın şartlarının paralel algoritmaya uyup uymayacağına bağlıdır. Mesela basit birleştirme algoritmasının paralel versiyonu daha uzun olabilmektedir. [Arabie v.d., 1996: 81]

2.3.2 Hiyerarşik Olmayan Kümelendirmeler:

Bu kümelendirme yönteminde anlatılan metotlar verilen veri birimlerini(bu tip kümelendirme değişkenler için uygun değildir) k kadar küme içine kümelendirilmektedir. Burada k sayısı kümelendirmenin yapısı hakkında bilgi vermekte(priori özelliği) veya kümelendirme metodunun parçası olarak sayılmaktadır.[Anderberg, 1973: 156]

Bu yöntemlerdeki temel düşünce veri birimlerinin ilk öncü gruplandırılmasının ve sonra küme üyeliklerinin daha iyi kümelendirme için değiştirilmesidir. Kullanılan algoritmalar nasıl daha iyi küme oluşturdıklarına ve geliştirilmek için hangi metotların kullanıldığına göre ayrılmaktadır. Bu metotlar hiyerarşik metotlarla çözümlerden daha büyük problemleri çözebilirler, çünkü benzerlik matrisini hesaplayıp saklamaya, hatta verileri saklamaya gerek yoktur.

Daha önceden de söylenildiği gibi bu bölümde anlatılan metotlar veri birimlerinin öncü gruplandırılması veya etrafında kümelerin oluşacağı çekirdek noktaların verilmesiyle başlar. Kimi zaman öncü gruplandırmanın nasıl olacağı hakkında teknikler kümelendirme algoritması tarafından verilmektedir. Bundan sonraki bölümlerde bu tekniklerin açıklaması yapılmaktadır:

2.3.2.1 Çekirdek Nokta Yöntemi:

Verilen k kadar çekirdek nokta küme merkezi olarak kullanılıp, m kadar veri birimi bunların etrafında gruplandırılmaktadır. Verilen metotlar çekirdek noktaların nasıl oluşacağı hakkında birer örnektir: [Anderberg, 1973: 157-158]

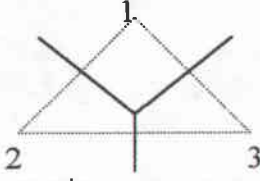
1) Veri grubundan ilk k kadar veri birimi seçilir. Bu en ucuz ve basit metottur.

- 2) Veri birimleri 1'den m'e kadar seviyelendirilir ve m/k , $2m/k$, $(k-1)m/k$ ve m olanlar seçilir.
- 3) Veri grubundan herhangi k veri birimi seçilir. (a) şıkkı kadar basittir ama veri seçiminde doğal bir sıralama göstermektedir.
- 4) Veri birimleri k kadar grup içine konur ve grup merkezleri çekirdek nokta olarak seçilir.
- 5) Veri birimleri 1'den m'e kadar sıralanır ve k kadar değişik sayıya denk gelenler seçilir.

2.3.2.2 Öncü Gruplandırma:

Bazı kümelendirme metotlarında başlangıç olarak çekirdek nokta oluşturulması yerine veri birimlerinin k kadar kümeye bölünmesi esas alınır. Aşağıda bu kümelerin nasıl oluşacağı hakkında birer örnek verilmiştir: [Anderberg, 1973: 159-160]

- a) Verilen çekirdek noktalar için; her veri birimi en yakındaki noktanın oluşturduğu kümeye bağlanır. Çekirdek noktalar oldukları yerde sabittir ve kümeye hangi birimin bağlandığı önemli değildir. Kümeler lineer bir sınırla ayrılır ki çekirdek noktalar arasındaki çizgiye dik olan çizgiler sınırdır. Sınırlar iki noktaya eşit uzaklıktadır. Bu Şekil 2.4'de görülmektedir.



ŞEKİL 2.4[Anderberg, 1973: 159]

- b) Verilen çekirdek noktalar için; her nokta ilk önce tek üyeli küme kabul edilir. Sonra veri birimleri en yakınındaki merkezin bulunduğu kümeye bağlanır. Oluşan yeni kümelerin merkezleri yeniden seçilir. Bu metot hiyerarşik merkezsel kümelendirmeye çok benzemekte, küme merkezleri değiştikçe veri birimleriyle aralarındaki mesafeler değişmekte ve sonuçta oluşan küme veri birimlerinin kümeye bağlanma sırasına bağlıdır.
- c) Çoğu zaman hiyerarşik kümelendirme öncü gruplandırma için çok iyi yarayabilir. Fakat bütün birim grubunun hiyerarşik kümelendirilmesi için analizin geri kalanından daha fazla efor sarf edilebilir, bu da çözülebilecek problemin büyüklüğünü kısıtlar. Bunun için 150-250 kadar veri biriminin yan kümeleri üzerinde hiyerarşik kümelendirmenin yapılması ve oluşan kümelerin kalan veri birimleri için merkez oluşturması tavsiye edilmektedir.

Bir grup çekirdek nokta küme merkezi olarak seçilebilir ve bir grup küme her birimin en yakın çekirdek noktaya bağlanmasıyla ortaya çıkabilir. En basit tekrarlayıcı (iterative) kümelendirme metotları bu iki prosesin sabit bir konfigürasyon ortaya çıkana kadar sırayla değişmesiyle oluşur. Aşağıdaki bölümlerde her birim sadece tek bir kümeye ait olacak şekilde oluşturulan kümelendirme metotları anlatılmaktadır:

2.3.2.3 Forgy Metodu ve Jancey Varyansı:

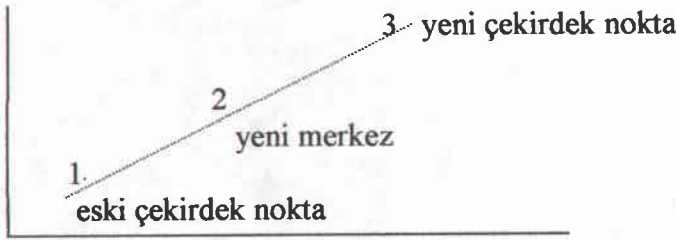
Forgy aşağıdaki basamaklardan oluşan oldukça basit bir algoritma tavsiye etmektedir: [Anderberg, 1973: 161-162]

- 1) İstenen herhangi bir başlangıçla başlanır. Eğer çekirdek noktalarla başlanırsa 2. şıkka, öncü gruplandırmayla başlanırsa 3. şıkka gidilir.

- 2) Her birim en yakın çekirdek noktayla birleşir. Her çekirdek nokta bütün kümelendirme boyunca sabit kalır.
- 3) Kümelerin merkezi olacak şekilde yeni çekirdek noktalar hesaplanır.
- 4) Hiçbir veri birimi 2. şıkta olduğu gibi küme üyeliğini değiştirmeyinceye kadar 2. ve 3. şıklar tekrarlanır.

Genelde ne kadar 2. ve 3. şıkların tekrarlanacağı bilinmemekle birlikte 5 veya daha az tekrar genelde yetmekte, 10 tekrardan fazlası pek yapılmamaktadır. Her tekrarda m veri biriminin k kümesine bağlanması $m \cdot k$ kadar mesafe hesabına ve $m(k-1)$ kadar mesafe karşılaştırmasına bağlıdır.

Jancey Varyansı metodunda aynı yöntem 3. şıktaki modifikasyon dışında işlemektedir. İlk başta çekirdek noktalar verilmekte veya öncü gruptandırılmadaki kümelerin merkezi olarak hesaplanmaktadır. Diğer aşamalarda yeni çekirdek nokta eski çekirdek noktanın yeni merkezin üzerinden yansıtılmasıyla bulunmaktadır. (Şekil 2.5)



ŞEKİL 2.5[Anderberg, 1973: 161]

Forgy ve Jancey metotları küme içindeki hata fonksiyonlarını minimize etmektedir. Küme sınırları lineerdir çünkü sınırlar en yakın merkezlere eşit uzaklıktadır. Çekirdek noktalar bütün veri birimleri kümelere yerleştikten sonra hesaplandığından ilk başta birimlerin bulunduğu yerlerden bağımsızdırlar.

2.3.2.4 K-Median Metodu ve Varyansı:

K-Median(veya K-Mean) metodu her birimin en yakın merkezli olan toplam k kadar kümeye bağlanmasını ifade eder. Bu metodun özelliği Forgy-Jancey metotlarındaki gibi küme merkezinin birimlerin en son yerleşiminin sonunda hesaplanması yerine kümenin o anki üyeliklerine göre hesaplanmasıdır. m kadar birimin k kadar kümeye yerleştirilmesi şu şekilde yapılır: [Anderberg, 1973: 162-163]

- 1) İlk k kadar birim tek üyeli kümeler oluşturacak şekilde alınır.
- 2) Kalan $m-k$ kadar birim en yakın merkezli kümeye bağlanır. Her bağlanma sonrasında oluşan kümenin yeni merkezi hesaplanır.
- 3) 2. şıktaki bütün birimler bağlandıktan sonra eldeki küme merkezleri sabit çekirdek nokta kabul edilip birimler en yakındaki noktaya bağlı olacak şekilde kontrol edilir.

Son şık yeniden yerleşimin her aşamada tekrarlanmak yerine bir tek kez yapılması dışında Forgy metoduyla aynıdır. Forgy metoduna benzer şekilde lineer küme sınırları bulunmaktadır.

İlk k biriminin çekirdek nokta olarak kullanılmasıyla ve tek bir yeniden yerleşimin yapılmasıyla bu metot hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan metotlar içinde en hesaplısıdır. Baştan sona harcanan efor sadece $k(2m-k)$ kadar mesafe hesabı, $(k-1)(2m-k)$ kadar mesafe karşılaştırması ve $m-k$ kadar merkez değişimidir. Bu bilgisayar yükü hiyerarşik kümelendirmeye göre çok azdır çünkü k sayısı m 'den daha küçüktür.

Bu metotta kullanılan eforun hesaplı olması birimlerin ilk yeniden yerleştirilmesinin kabulüne bağlıdır. Buna bağlı olarak bu metot yararlı çözümler vermektedir çünkü küme üyeliklerindeki asıl değişiklikler ilk yerleştirmede ortaya çıkmaktadır. K-Median işlemi kullanılarak sonradan ortaya çıkan kümelendirme metodu da şu aşamalarla uygulanmaktadır:

- 1) Birimlerin öncü gruplandırmayla kümelere yerleşimi yapılır. İstenirse orijinal K-Median metodundaki 1. ve 2. Aşamalar bunun için kullanılabilir.
- 2) Her birim ele alınıp küme merkezlerine mesafeleri hesaplanır. Eğer en yakın merkez birimin bağlı olduğu kümenin değilse veri birimi yeniden bağlanır ve üye kazanan ve kaybeden kümelerin merkezleri yeniden bulunur.
- 3) Küme üyeliklerinde bir değişiklik görülmeyinceye kadar 2. şık tekrar edilir.

Bunlar dışında değişik hiyerarşik olmayan kümelendirme metotları vardır. “P-Median Metodu” p kadar kapasitelendirilmemiş küme merkezi yerleşim birimi için sabit bir maliyet yükü hesaplamaktadır.[Klastorin, 1985: 89-90] Bu metot işletme veya atölyelerin kapasitelendirilmesinde kullanılmaktadır. “Ardıl Kümelendirme (sequential)” de kümelendirilmesi gereken kimi birimler sadece bir yapıyı oluşturacak şekilde sınıflandırılıp kümelendirilirler. [Hansen-Jaunard, 1997: 208-209] Yada sadece belli birimler bir araya gelip küme oluşturabilir. Çoğu kümelendirme metodu ise bunu sağlamaz. İstenen yapıyı yeniden oluşturmak için kümeleri yeniden oluşturan metot ise Ardıl kümelendirmedir.”Toplamsal Kümelendirme (additive)” de kümeleri oluşturma yanı sıra birimler arasındaki ayrılıklar veya benzerlikler de irdelenir. Benzerlik ölçümlerinin hatalarını minimum yapmak için şu formülden yararlanılmaktadır:

$$\sum_{k=1}^{N-1} \sum_{l=k+1}^N [s_{kl} - \sum_{j \in O_k} \lambda_j]^2$$

s_{kl} = Birimler arası benzerlik
 $c_1, c_2, \dots, c_M$ = M miktarda küme sayısı
 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_M$ = Kümelere yüklenen yük

Hiyerarşik metotla hiyerarşik olmayan metodun karşılaştırılması Klastorin [Klastorin, 1985] tarafından yapılmıştır. Bu karşılaştırmada kümelendirilecek grubu oluşturmak için belirli sayıda popülasyonlardan örnekler alınıp karşılaştırılmıştır(karışık model yaklaşımı). Birimler arası benzerlik mesafesini ifade etmek için Euclidean mesafesi ve kare Euclidean mesafesi adında iki ölçümden faydalanılmaktadır. Bunlardan kare Euclidean mesafesi en çok kullanılır.

Her iki ölçüm kullanılarak yapılan karşılaştırmada tam birleştirme, ortalama birleştirme, Ward yöntemi, K-Median ve P-Median yöntemleri kullanılmış ve ortaya çıkan benzerlik ortalaması ölçülmüştür. Kare Euclidean mesafesi kullanınca Ward yöntemi en yüksek ortalamaı vermiştir. Euclidean mesafesi kullanıldığında da P-Median en iyi sonucu vermiştir. Hiyerarşik olmayan metotların bir önceki gruba dair bilgi gerektirmesine ve uygulamasının daha masraflı olmasına göre Ward metodunun kullanılması daha uygun görülmüştür.

2.4 Oluşturulacak Küme Sayısının Bulunması:

Hiyerarşik metoda göre kümelendirme yapıldıktan sonra sıra uygun küme sayısının bulunmasına gelmiştir, zira bu metotla n(birim sayısı) miktarından tek bir kümeye kadar değişik miktarda küme seçenekleri oluşmuştur. Doğru küme miktarını belirlemek için değişik metotlar oluşturulmuştur. Bu metotlar hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümelendirmeye de uygulanabilmektedir. Hiyerarşik metotta kümelendirmenin

doğru miktarda durdurulması sağlandığından bu metotlar “durdurma kuralları” olarak da adlandırılabilir. Bu metotların (indekslerin) açıklaması ve incelenmesi Milligan ve Cooper [Milligan-Cooper, 1985] tarafından yapılmıştır.

2.4.1 Küme miktarını Belirleyen İndeksler:

Kümelendirme çalışmalarında doğru küme miktarlarını bulmak için şimdiye kadar 30 adet index oluşturulmuştur. Yalnız bunların hepsi aynı sonucu vermemekte; doğru miktardan daha az veya daha fazla küme sayısını verebilmektedir ki daha az miktarda kümelerle ait olan bilgiler kaybolabilmektedir.

Milligan & Cooper'ın araştırmasında bu 30 adet indeksin açıklaması yapılmış ve uygulama sonuçları verilmiştir. Ele alınan çalışmada 2,3,4 veya 5 tane küme içeren veri grupları verilmiştir. Her grupta 50 nokta vardır ve kümeler 4,6 veya 8 boyutlu Euclidean uzayının içindedir. Boyut sayısı arttıkça verilerin kümelenebilmesi için bilgi artmakta ve kullanılan metotlarla kümelendirme verimi artmaktadır. En iyi durdurma kuralları benzer sonuçları vermiştir. Bu da en iyi kuralların bilgi fazlalığıyla işlediğini gösterir. İyi olmayan kurallar ise bilgi ve boyut artmasına rağmen sağlam bir kümelendirme yapamamaktadır.

Küme ve boyut sayısına bağlı olan dizayn faktörleri kümelerdeki nokta sayısını belirleyen üçüncü bir faktörle çakışmaktadır. Bu üçüncü faktör üç seviyeden oluşmuştur ve seviyelerden bir tanesi her kümede eşit sayıda noktanın bulunmasını gerektirmektedir. 2. seviyeye göre kümelerden biri noktaların % 10'unu kapsamalı, 3. seviyeye göreyse kümelerden biri % 60'ını kapsamalı diğer noktalar eşit dağıtılmalıdır. 2. seviye az küme sayısı mevcutken daha iyi bir ayırım, 3. seviye küme sayısı fazlayken daha iyi bir ayırım göstermiştir.

Dizaynda ilk başta 36 adet veri birimi grubu vardır. Her birim için 3 seviye uygulanırsa, 108 adet veri grubu test amacıyla kullanılmaktadır. Her veri grubu için Euclidean mesafesiyle benzersizlik matrisi oluşturulur. Her matris 4 hiyerarşik kümelendirme yöntemi tarafından analiz edilip dizaynda 432 adet test çözümü elde edilmiştir.

Seçilen durdurma kuralları geniş kaynaklardan ve disiplinlerden gelmektedir ve biyoloji, jeoloji gibi alanlarda da kullanılabilir. Ayrıca bu kurallar belli bir metoda bağlı değildir; hiyerarşik kümelendirme de uygulandığı kadar hiyerarşik olmayanda da uygulanabilir. En iyi sonuçları veren ilk 5 indeks bu çalışmada açıklanmıştır. Kümelendirmede oluşturulan sadece son 25 basamak küme sayısını bulmada kolaylık sağlaması için ele alınmıştır. İndekslerin sonuçları Tablo 8'de görülmektedir. Bu en iyi indeksler şunlardır:

a) Calinski-Harabasz İndeksi: Bu indeks şu formülle açıklanmaktadır; $\frac{[trace(B)]/c-1}{[trace(W)]/n-c}$. Burada n ve c toplam birim sayısını ve verilen çözümdeki küme sayısını vermektedir. B ve W ise birimlerin kümeler arası ve küme içi kareler toplamıyla karşılık gelen birimlerin matrisidir. Buradaki “trace” kare matristeki diyagonal birimlerin toplamıdır.

b) Je(2)/Je(1) Yöntemi: Bunda kritik değer olarak 3,2 sayısı seçilmiştir. Oluşturulan küme veya kümelerin içindeki hatalar karesi toplamı bu değerden az bulununcaya kadar kümelendirmeye devam edilir.

c) C-İndeksi: $\frac{[dw-min(dw)]}{[max(dw)-min(dw)]}$ formülüyle açıklanır. dw küme içindeki mesafelerin toplamıdır.

d) Gamma İndeksi: Bu indeksin formülü şu şekildedir; $\frac{[s(+)-s(-)]}{[s(+)+s(-)]}$. s(+) küme içi ve kümeler arası sabit kalan mesafeler sayısı, s(-) ise sabit olmayanların sayısıdır.

e)Beale İndeksi: Burada verilen F-ratio standardı vardır. Buna göre C2 ve C1 küme sayıları verilmiştir(C2>C1). F-ratio küme merkezlerinin değişimlerinin karelerinin ortalamasının artışının C2'den C1'e geçerken C2 kümesininkine göre karşılaştırmasını yapmaktadır. Hiyerarşik metotta kümelendirme bu artış olmayıncaya kadar devam eder. TABLO 8[Milligan-Cooper, 1985: 168]

Gerçek Küme Miktarları

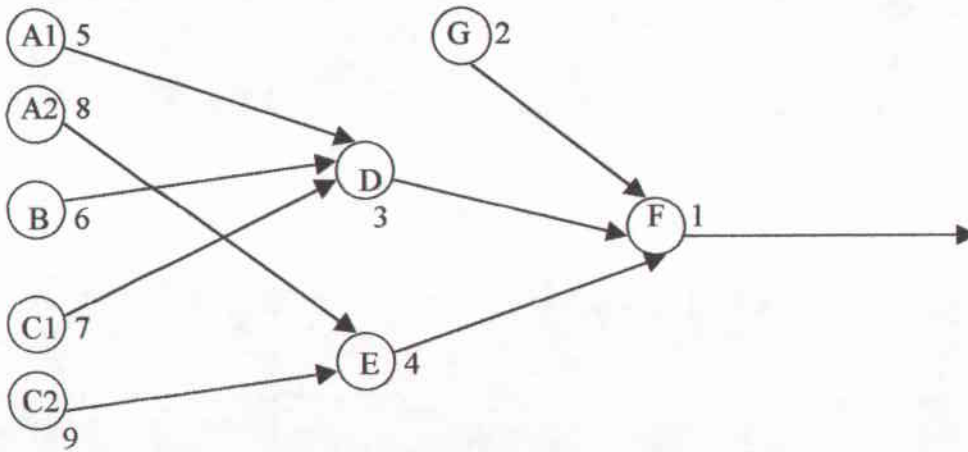
Durdurma Kuralı	2	3	4	5	Toplam
1. Calinski-Harabasz					
2 veya daha az	-	-	1	0	1
1 adet daha az	-	12	6	0	18
Doğru miktar	96	95	97	102	390
1 adet daha fazla	3	0	3	6	12
2 adet daha fazla	4	0	1	0	5
3 adet daha fazla	5	1	0	0	6
2. Je(2)/Je(1)					
2 veya daha az	-	0	0	0	0
1 adet daha az	16	4	3	0	23
Doğru miktar	77	101	103	107	388
1 adet daha fazla	4	2	1	1	8
2 adet daha fazla	7	0	0	0	7
3 adet daha fazla	4	1	1	0	6
3. C-Index					
2 veya daha az	-	-	4	0	4
1 adet daha az	-	5	12	12	29
Doğru miktar	71	89	91	96	347
1 adet daha fazla	2	7	1	0	10
2 adet daha fazla	2	0	0	0	2
3 adet daha fazla	33	7	0	0	40
4. Gamma					
2 veya daha az	-	-	8	0	8
1 adet daha az	-	9	16	12	37
Doğru miktar	74	86	83	96	339
1 adet daha fazla	3	7	1	0	11
2 adet daha fazla	2	0	0	0	2
3 adet daha fazla	29	6	0	0	35
5. Beale					
2 veya daha az	-	3	4	0	7
1 adet daha az	34	8	5	8	55
Doğru miktar	57	87	95	92	331
1 adet daha fazla	0	1	0	0	1
2 adet daha fazla	4	0	0	0	4
3 adet daha fazla	13	9	4	8	34

Yukarıda açıklanan yöntemler 2,3,4,5 sayıdaki kümelere uygulanmış ve tabloda gösterilmiştir. Tablodaki “2 veya daha az” cümlesinin bulunduğu satır indeksin orijinal miktardan 2 veya daha az sayıda küme oluşturduğu sonuçların sayısını göstermektedir. Mesela gerçekte 5 küme varsa indekse göre 1,2 veya 3 küme vardır. Aynı şekilde “1 adet fazla” veya “ 2 veya daha fazla” satırları 6,7 veya daha fazla sayıda kümelerin bulunma olasılıklarını göstermektedir. Tabloda “doğru miktar”ın bulunduğu satır en yüksek değerlere sahiptir. Bu değerlere göre verilen indekslerin küme sayısını doğru olarak belirlediği anlaşılmıştır. Bunlardan Calinski-Harabasz indeksi ve $Je(2)/Je(1)$ indeksi doğru miktarın bulunduğu satırda en yüksek değerleri vererek en yüksek performansı sağlamışlardır. Eğer ikisinin karşılaştırması yapılırsa Calinski-Harabasz indeksi özellikle 2 tane kümenin bulunduğu sütunda istikrarlı rakamlar vermiştir, ayrıca bu indeksin Je/Je yöntemi gibi kritik değerlere ihtiyacı olmadığından kullanılacak en iyi “durdurma kuralı” olarak bulunmuştur.

KÜMELENDİRME METODUNUN İŞLEYİŞİ

3. KÜMELENDİRME METODUNUN İŞLEYİŞİ:

Daha önce belirtildiği gibi tedarik zinciri tedarikçi, üretim yerleri, toptancı, perakendeci ve müşteri gibi merkezlerden oluşmuştur. Bu üretim ve dağıtım süreci içinde son ürün de dahil olmak üzere pek çok stok biriminin ve ara ürünlerin akışı vardır. Bu birimlerin kümelendirilmesi için bu akışın şemalandırılması, hangi birim veya birimlerin ara ürünleri oluşturduğu incelenmelidir. Birimler arasındaki karmaşık ilişkiden dolayı kümelendirme resmen yapılamaz veya şemanın iki ayrı ucundaki birimler benzer olsalar bile aradakiler yok sayılamaz. Bu yüzden şema üzerindeki birimlerin bulunduğu birimler bölünerek her birimin tek bir ara ürüne veya birime gitmesi sağlanır.[Moon-Srinivasan, 1999: 621] Bu şema üzerinde her birimin bulunduğu merkez de belli olmaktadır.(Şekil 3.1) Bu şekilde A'daki 5 ve 8 komponentleri D ve E'ye tedarik sağlamakta, aynı zamanda C, 7 komponentini D ve E'ye tedarik etmektedir. 5 komponenti D'ye, 8 komponenti E'ye gidecek şekilde A merkezi A1 ve A2 olarak ayrılmıştır. C merkezi ise 7 birimini D'ye tedarik eden C1 merkezi ve 9 birimini E'ye tedarik eden C2 merkezi olmak üzere ikiye ayrılmıştır.



ŞEKİL 3.1[Moon-Srinivasan, 1999: 621]

Bu araştırmada oluşturulan tedarik zincirinin performans ölçümü için envanter maliyetinin miktarı seçilmiştir. Bu bölümde ise tedarik zinciri için faydalı olan kümelendirmenin uygulanışı gösterilmiştir. Bu uygulamaya göre tedarik zincirinin yapısı şemalandırılmış, birimler arası mesafeler ölçülerek kümelendirme yapılmış, uygun küme miktarları bulunmuştur. Bu bulunan küme yapısına göre tedarik zinciri yapısı yeniden oluşturulmuş, bu yapıya göre birimlerin yeniden sipariş zamanları ölçülmüştür. Buna göre talep akışı yeniden düzenlenip, değişik servis düzeylerine göre envanter maliyetleri ölçülmüştür. Bu sermaye miktarının kümelendirme yapılmadan hesaplanan optimum maliyetle karşılaştırması yapılmıştır.

3.1 Birimler Arası Mesafenin Hesaplanması:

Bu araştırmada tedarik zincirinin performans ölçüsü olarak toplam envanter maliyeti miktarı seçilmiştir. Bu maliyet miktarını bulmak için stok birimlerinin ortalama maliyeti ve yeniden sipariş noktasından faydalanılmaktadır. Yeniden sipariş

noktası ise birimin öncü zamanı başına düşen sipariş miktarı yardımıyla bulunur.[Moon-Srinivasan, 1999: 622-623] Buna göre iki birim arası mesafenin şu özelliklere bağlı olduğu ortaya çıkarılmıştır:

_Stok biriminin son ürün miktarına göre kullanım miktarı(yada stok biriminin sipariş miktarı)

_Stok biriminin üretim öncü zamanı

_Stok biriminin ulaşım zamanı

_Ortalama maliyet

Böylece i ve j birimleri arasındaki D(ij) mesafesi şu şekilde bulunur:

L(i): i biriminin bulunduğu yer

$\mu_u(ij)$: 1birim j' nin üretilmesi için gerekli olan i birimi miktarının ortalaması

$\sigma^2_u(ij)$: 1birim j' nin üretilmesi için gerekli olan i birimi miktarının varyansı

$\mu_{ue}(i)$: Son ürün için gerekli olan i birimi miktarı ortalaması

$\sigma^2_{ue}(i)$: Son ürün için gerekli olan i birimi miktarı varyansı

$\mu_1(i)$: i biriminin ortalama üretim zamanı

$\sigma^2_1(i)$: i biriminin üretim zamanı varyansı

$\mu_t(i)$: i biriminin ulaşım zamanı ortalaması

$\sigma^2_t(i)$: i biriminin ulaşım zamanı varyansı

C(i): i biriminin ortalama fiyatı(maliyet)

$$d(ij) = \left| \mu_{ue}(i)(\mu_1(i) + \mu_t(i))C(i) - \mu_{ue}(j)(\mu_1(j) + \mu_t(j))C(j) \right| + C(i) \left[(\mu_1(i) + \mu_t(i))\sigma^2_{ue}(i) + \mu^2_{ue}(i)(\sigma^2_1(i) + \sigma^2_t(i))^{1/2} + C(j) \left[(\mu_1(j) + \mu_t(j))\sigma^2_{ue}(j) + \mu^2_{ue}(j)(\sigma^2_1(j) + \sigma^2_t(j))^{1/2} \right] \right]$$

$$D(ij) = d(ij) / \max(d(ij))$$

$\max(d(ij))$: Birbirine en uzak olan i ve j birimleri arasındaki mesafe

D(ij) mesafelerinin hesaplanmasının ardından hiyerarşik metoda göre birimler birleştirilerek kümeler oluşturulur. Bu çalışmada birleştirme metoduyla kümelendirmelerden “ortalama birleştirme metodu” seçilmiştir. Bu metoda göre birimler(kümeler) arası en kısa mesafe ölçülerek en yakın kümeler birleştirilir.

3.2 Küme Miktarının Hesaplanması:

Kümelendirme için seçilen hiyerarşik yapıda her aşamada değişik sayıda küme miktarı ortaya çıkmıştır. Eldeki problemde optimum sayıda kümeyi bulmak için daha önceden açıklanan Calinski-Harabasz indeksi en iyi sonuçları verdiği için kullanılmıştır. [Moon-Srinivasan, 1999: 624-625]

Bu indekslerin kullanılması için veriler şunlardır:

n: Birim miktarı

a: Birimlerin özelliklerinin miktarı

c: n kadar birimi bölümlendiren küme sayısı: 1,...,c

Bunlardan şu matrisler oluşturulur:

[X]= n*a birim ve özellikler matrisi

[X]= c*a küme ve özellikler matrisi

[M]= n*c birim üyeliği matrisi, burada $m_{ik}=1$ (eğer i birimi k kümesine bağlıysa) bağlantısı kullanılır.

[D]= n*n mesafe matrisi, burada $d_{ij}=i$ ve j birimleri arasındaki mesafe bağlantısı kullanılır.

[B]=a*a kümeler arası kareler toplamı ve karşılık gelen birimler matrisi

[W]= a*a küme içi kareler toplamı ve karşılık gelen birimler matrisi

$$[B] = ([M][X])^T([M][X])$$

$$[W]=[X]^T[X]-[B]$$

Calinski-Harabasz indeksi ise şu formülle hesaplanır:

$$C-H \text{ İndeksi}=(\text{trace } B/c-1)/(\text{trace } W/n-c)$$

Bu indeksin hiyerarşik aşamalarda verdiği en yüksek rakama göre uygun küme sayısı da ortaya çıkarılmış olur.

3.3 Tedarik Zincirinin Yeniden Yapılandırılması:

Verilen indekse göre küme sayısı belirlendikten sonra, ortaya çıkan kümelerden yola çıkılarak birimlerin tedarik zincirindeki yeni konumlarına bakılır. Bu yeni yapıya “birleştirilen birimlerin dökümü” (aggregated bill of materials) da denebilir. Oluşturulan kümelere göre değişik yapılar ortaya çıkar ve bunların ortaya çıkmasında sezgisel yaklaşımlardan faydalanılır. Bu bölümde bu şekilde ortaya çıkan değişik birim dökümleri gösterilmiştir. [Moon-Srinivasan, 1999: 625-627] Bunu gerçekleştirmek için başlangıç olarak Tablo 9’deki birim dökümü ele alınmıştır:

TABLO 9 [Moon-Srinivasan, 1999: 625]

Düzy	Birim	Merkez
0	1	A
1	2	B
2	4	B
2	5	C
1	3	B
2	6	C

Bu tabloda son ürün olan 1; 2 ve 3 birimlerinden, 2 ise 4 ve 5 birimlerinden, 3 de 6 biriminden oluşmuştur. Ortaya çıkan küme yapıları şunlardır:

a) Birimlerden birinin alt birimleri birleşir, diğer birim yapıları değişmez:

Bu durumda 4 ve 5 birimleri küme oluşturarak birleşik [4/5] birimini (kümesini) oluşturmuşlardır. Oluşan yeni birimin yeri B veya C olabilir. Yer seçimi sadece birimi açıklamaya yarar. Maliyet, üretim zamanı, ulaşım zamanı gibi özellikleri birleşik birimi oluşturan ayrı ayrı birimlere ait olduğu için etkilemez

TABLO 10 [Moon-Srinivasan, 1999: 626]

Düzy	Birim	Merkez
0	1	A
1	2	B
2	[4/5]	B
1	3	B
2	6	C

Tablo 10’da bu durumun sonucu görülmektedir.

b) Üst birimler kümelenir, alt birimler değişmez:

Bu kümelendirmede 2 ve 3 birimleri (2/3) birimi olarak birleşir. Alt birimler 4,5 ve 6 ise direkt olarak bu birleşik birime bağlanır. Tablo 11'de bu durum gösterilmektedir:

TABLO 11 [Moon-Srinivasan, 1999: 627]

Düzy	Birim	Merkez
0	1	A
1	[2/3]	B
2	4	B
2	5	C
2	6	C

c)Üst birimler değişmez, alt birimler kümelendir:

Bu çeşit kümelendirmede 4-6 birimleri birleşir, üst birimler değişmez. Bu birleşik birimin hangi üst birime bağlanacağı konusunda 2 adet sezgisel yaklaşım geliştirilmiştir:

1.Yaklaşım: Tedarik zincirindeki bu yaklaşıma göre eğer i birimi j birimini imal etmek için kullanılıyorsa, i'nin maliyeti j'den büyük olamaz. Bu kurala göre oluşan küme 2 ve 3 birimlerinden hangisinin maliyeti yüksekse ona bağlanmıştır. Tablo 12'de bu yaklaşımın sonucu gösterilmiştir:

TABLO 12 [Moon-Srinivasan, 1999: 627]

Düzy	Birim	Merkez
0	1	A
1	2	B
1	3	B
2	[4/5/6]	C

2.Yaklaşım: Üst birimlerden en fazla alt birim içerene küme bağlanır. Bu durumda 2 birimi daha fazla alt birim içerdiğinden küme ona bağlanır. Bu yaklaşım Tablo 13'te gösterilmiştir:

TABLO 13 [Moon-Srinivasan, 1999: 628]

Düzy	Birim	Merkez
0	1	A
1	2	B
2	[4/5/6]	B
1	3	B

d) Aynı alt birim 2 veya daha fazla üst birimin üretiminde kullanılır:

Bu durum başlangıç olarak Tablo 14'de gösterilmiştir. 4, birim 2 ve 3'ün üretiminde kullanılmaktadır. Eğer üst birimler (2/3) kümesi olarak birleştirilirse 4 direkt olarak bu kümeye bağlanır. Eğer birleştirilmezse 4 Tablo 14'deki gibi kalır:

TABLO 14 [Moon-Srinivasan, 1999: 628]

Düzye	Birim	Merkez
0	1	A
1	2	B
2	4	C
1	3	B
2	4	C

Kümelendirmenin yapılmasıyla karmaşık ve çözümlenmesi zor olan birim dökümü hesaplanabilir hale getirilmiştir. Böylece bu yapı için optimum envanter maliyeti hesabı daha kolay olmuştur.

3.4 Envanter Seviyesinin Belirlenmesi:

Tedarik Zinciri Sisteminde envanter seviyesinin(miktarının) belirlenmesi için bir envanter optimizasyon modeli oluşturulur. Böylece birimlerin dökümüne göre yeni envanter seviyesinin belirlenmesi için gerekli olan optimum yeniden sipariş noktalarının hesaplanması kolaylaşmış olur.

Bu sipariş noktalarının ve envanter maliyetlerinin hesaplanması için Ettl'ın[Ettl, v.d., 2000] geliştirdiği optimizasyon modeli bu araştırmada kullanılmıştır. Bu model tedarik yöneticilerinin envanter düzeyleri hakkında kantitatif ve stratejik kararlar vermelerini kolaylaştıran, tedarik zincirlerinin karmaşık modellerini içinde barındıran ve irdeleyen, performans analizinde de kullanılabilme özelliklerine de sahiptir. Buna göre tedarik zinciri üzerindeki her noktadaki envanter miktarı kontrolü belli bir stok kontrol kuralına göre kontrol edilmektedir. Bu stok kontrol düzeni eksik olan birimin yerine hemen yenisinin konmasına dayanmaktadır. Ettl'ın oluşturduğu modelde envanter maliyetini minimize etmek için bu stok kontrol kuralından faydalanılmıştır. Bu amaç için birimlerin yeniden sipariş noktaları şu formülle hesaplanmaktadır: [Ettl v.d., 2000: 220]

$R_i = \mu_i + k_i \sigma_i$ R_i : i biriminin yeniden sipariş noktası
 μ_i : Öncü zaman başına düşen sipariş miktarı ortalaması
 σ_i : Öncü zaman başına düşen sipariş miktarı varyansı

μ_i ve σ_i değerleri ise şu şekilde hesaplanır: [Moon-Srinivasan, 1999: 622]

$\mu_i = \lambda(i) \mu_1(i)$ $\mu_1(i)$: Öncü zaman ortalaması
 $\sigma_i^2 = \mu_1(i) v^2(i) + \lambda^2(i) \sigma_1^2$ σ_1^2 : Öncü zaman varyansı
 $\lambda(i)$: Sipariş miktarı ortalaması
 $v^2(i)$: Sipariş miktarı varyansı

En yukarıdaki formülde kullanılan k_i değeri her birim için güvenlik faktörünü simgelemektedir. Kümelendirmeye ortaya çıkan yapıya göre her küme için tek bir güvenlik faktörü ortaya çıkmaktadır, bu da her birimin yeniden sipariş noktası için hesaplama kolaylığını sağlamaktadır. Birimlerin yeniden sipariş noktalarını bulmak için

birimlerin kendi μ_i ve σ_i değerlerinden faydalanılmaktadır. k_i değeri ise şöyle hesaplanır: [Ettl v.d.,syf. 220,2000]

$E(I_i)-E(B_i)=k_i\sigma_i$ $E(I_i)$: i merkezindeki eldeki envanter miktarı ortalaması

$E(B_i)$: i merkezindeki karşılanmayı bekleyen sipariş miktarı ortalaması

Lee&Billington'nın araştırmasında da [Lee-Billington, 1993: 846] $B_i>0$ olduğu zamanlarda k_i değerinin hesaplanması şu şekilde yapılmaktadır:

$$k_i=[1/2(2/\pi)^{1/2}]\ln[B_i/(1-B_i)]$$

Eğer aynı stok birimi birden fazla ara ürünün üretiminde kullanılıyorsa veya birden fazla kümenin içinde yer alıyorsa bu birimin yeniden sipariş noktasını bulmak için birimin bulunduğu kümelerin güvenlik faktörlerinin karşılaştırması yapılır. En yüksek değerdeki k_i değeri formülde kullanılır.

Bu çalışmada elde edilmesi istenen sonuç bütün birimlerin toplam envanter maliyetini minimize etmektir. [Ettl v.d., 2000: 223-224] Toplam envanter maliyeti iki çeşit envanter maliyetinin toplamından oluşur: elde bulundurma maliyeti ve üretim maliyeti. Üretim maliyeti siparişlerin ulaşım maliyetini de içerir. Buradaki eldeki envanter $E(I_i)=\sigma_i H(k_i)$, üretim envanteri(sipariş) ise $E(N_i)=\mu_i$ ile gösterilmektedir. Ettl'in sistemine göre üretim maliyetini hesaplamak için şu formül kullanılır:

$$c_i = 1/2(c_i + \sum_{j \in \varepsilon_i} c_j u_{ij})$$

c_i : i merkezindeki her birim için elde bulundurma maliyeti

c_j : j merkezindeki her birim için elde bulundurma maliyeti

u_{ij} : i merkezindeki her birim için j merkezinde olması gereken birim miktarı

ε_i : i merkezine tedarikte bulunan merkezler

Böylece i merkezindeki envanter maliyetiyle, i merkezine gelene kadar kullanılan hammadde malietinin ortalaması çıkartılarak üretim maliyeti hesaplanır. Toplam envanter maliyeti hesaplaması şu formülle yapılır:

$$C(k) = \sum [c_i \mu_i + c_i \sigma_i H(k_i)]$$

Bu ortaya çıkan maliyet formülü tedarik zinciri yapısında yer alan sonda olmayan ve sonda olan merkezler olarak değişik şekilde uyarlanabilir.

$$C(k) = (\sum_{i \notin \varepsilon_0} + \sum_{i \in \varepsilon_0}) [c_i \mu_i + c_i \sigma_i H(k_i)] \quad \varepsilon_0: \text{En sonda yer alan merkezler}$$

Bu toplam maliyet formülünü minimize etmek için Ettl'in araştırmasında iki tane nokta bulunmuştur. Gösterilen birinci nokta son merkezin bulunduğu tarafta $H(k_i)$ değerinin k_i değerine bağlı olduğu, μ_i ve σ_i 'nin ise bağımsız olduğudur. $H(k_i)$ değeri k_i 'nin yükselmesiyle yükselmekte, k_i 'nin düşmesiyle düşmektedir. Sonda olmayan merkezin bulunduğu taraf $(k_i)_{i \in \varepsilon_0}$ 'den bağımsızdır çünkü bir merkezdeki gerçek öncü zamanlar(öncü zaman+öncü zamanda olabilecek gecikme süresi- L_i) ona tedarik sağlayan tedarik merkezine bağlıdır,dolayısıyla bir merkez öncekine stok tedarik etmediğinden sonda olmayan merkezlerin öncü zamanları sondaki merkezlerin k_i değerlerinden bağımsızdır. Bu yüzden $(k_i)_{i \in \varepsilon_0}$ yerine, bu formülü minimize etmek için $(k_i)_{i \notin \varepsilon_0}$ değeri kullanılmaktadır.

İncelemede bulunan ikinci bir bulgu da stok seviyelerinin negatif yani $R_i < 0$ olması durumunda $k_i < -\mu_i/\sigma_i$ durumu oluşmaktadır. Bu da şu formülden ortaya çıkmaktadır:

$I_i - B_i = R_i - N_i$, $E(N_i) = \mu_i$ ve daha önceden verilen $E(I_i) - E(B_i) = k_i \sigma_i$ formülüne göre μ_i / σ_i arttığı zaman $H(k_i) \approx 0$ olmaktadır, böylece k_i arttığı (daha az negatif olduğu zaman), L_i değeri düşmekte ve μ_i değeri de düşmektedir. Böylelikle formülde σ_i 'nin bulunduğu taraf sıfırda tutulurken, μ_i 'nin bulunduğu taraf azalmakta ve $C(k)$ formülünün değeri düşmektedir.

3.5 Performans Ölçümünün Yapılması:

Bu araştırmada performans ölçümünün yapılması için birleştirilen birimlerin dökümü hesaplanmış, öncü zamanlar, maliyetler ve taleple ilgili bilgiler yeniden sipariş düzeyleriyle birlikte veri olarak verilmiştir. Bu verilere göre toplam envanter maliyetleri hesaplanarak bu maliyetlerin müşteri servis düzeylerine göre değişimi incelenmiştir. Buradaki servis düzeyinin anlamı alınan müşteri siparişlerinin bunların istediği zamana oranıdır. Örneğin müşteri servis düzeyinin % 90 olduğundan söz ediliyorsa bu müşteriden gelen siparişin % 10'nun karşılanmadığını değil, müşteri siparişlerinin emniyet stoğunu aşma olasılığının % 10 olduğunu göstermektedir. [Buffa-Taubert, 1972: 110] Ettl'in oluşturduğu optimizasyon sistemini kurmak için başlangıç olarak şu yollara başvurulur: [Ettl v.d., 2000: 224-225]

a) Parametreler çıkartılır: Bunlar birimlerin dökümü, ürünlerin merkezleri, öncü zamanları, maliyetleri, talepler, sipariş süreleri ve servis durumları

b) Tedarik Zinciri şebekesi oluşturulur (verilen birimler dökümüne göre)

c) Taleplerin şema içine yerleştirilmesi: Her m müşteri grubu için talep akışı şu şekilde yapılır: [Ettl v.d., 2000: 219]

$$D_i(t) = \sum_{m: \text{str}(m)=i} D(m, o_m + t)$$

t: üretim zamanı

o_m : Ulaşım zamanı ortalaması

str(m): m müşteri grubuna hizmet veren son merkez

d) Güvenlik faktörlerinin hesaplanması: Sonda bulunmayan her merkez için güvenlik faktörleri hesaplanır. Bunlarla envanter maliyetleri hesaplanıp en düşük envanter maliyetini veren faktör seçilir.

e) Performans Değerlemesi: Verilen birimler dökümündeki her merkez için gerçek öncü zamanlar (öncü zaman + öncü zamanda olabilecek gecikme süresi) hesaplanır. Ayrıca verilen talep verilerine göre μ_i ve σ^2 değerleri her merkez için hesaplanır. Bu verilerden yola çıkılarak her merkez için envanter maliyeti değişimi gibi sistemin performans ölçümüne yarayan fonksiyonlar da hesaplanır.

Bu araştırmada incelenen ise değişik müşteri servis düzeylerinin toplam envanter maliyetine etkileri ve bu maliyetlerin kümelenendirme yapılmadan ortaya çıkan maliyetlere oranıdır. Aynı zamanda değişik merkezlerde ortaya çıkan envanter maliyetleri de karşılaştırılmaktadır.

Ettl'in araştırmasında bu araştırma şu şekilde yapılmıştır: [Ettl v.d., 2000: 225-227] değişik öncü zamanlarına sahip olan 5 merkezden oluşan tedarik zinciri ele alınmıştır. Bu öncü zamanlar normal ve sabit (varyans=0) dağılım göstermektedir. Ayrıca son ürünler için günlük talep miktarları da normal dağılımlı olarak verilmiştir. Monte Carlo simülasyonuna (optimum değerler) göre ve optimizasyon modeline göre toplam envanter maliyetleri her talep dağılımı için hesaplanarak karşılaştırması yapılmıştır. (Tablo 15)

TABLO 15[Ettl v.d., 2000: 226]

<i>Envanter Maliyeti</i>					
Günlük Talep	Toplam _{sim}	Toplam _{opt}	Elde bulundurma mal.	T _{sim} -E.b.m.	T _{opt} -E.b.m.
nor(10,4.6)	18940	19139	14550	4390	4589
nor(20,9.1)	37577	38138	29100	8477	9038
nor(30,13.7)	55983	57365	43650	12333	13715
nor(40,18.3)	74986	76582	58200	16786	18382
nor(50,22.8)	93352	95632	72750	20602	22882
nor(10,9.1)	23541	24250	14550	8991	9700
nor(20,18.3)	46925	48500	29100	17825	19400
nor(30,27.4)	70986	72788	43650	27336	29138
nor(40,36.5)	94369	97096	58200	36169	38896
nor(50,45.6)	118201	121293	72750	45451	48543

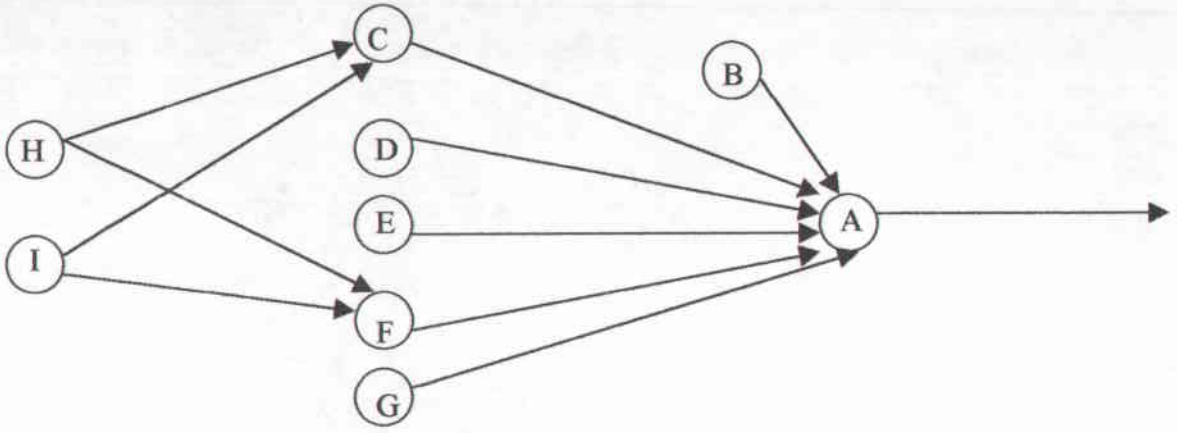
Ayrıca her merkez için stok düzeyleri, simülasyon ve optimizasyon modellerine göre gerçek öncü zamanlar hesaplanmıştır.(Tablo 16)

TABLO 16[Ettl v.d., 2000: 227]

<i>Talep nor(40,18.3)</i>		<i>Gerçek öncü zaman</i>	
Merkez i	R _i	Simülasyon	Opt.
1	213	3.28-+0.07	3.26
2	384	8.52-+0.04	8.57
3	490	10.6-+0.07	10.75
4	236	6.00-+0.00	6.00
5	396	10.0-+0.00	10.00

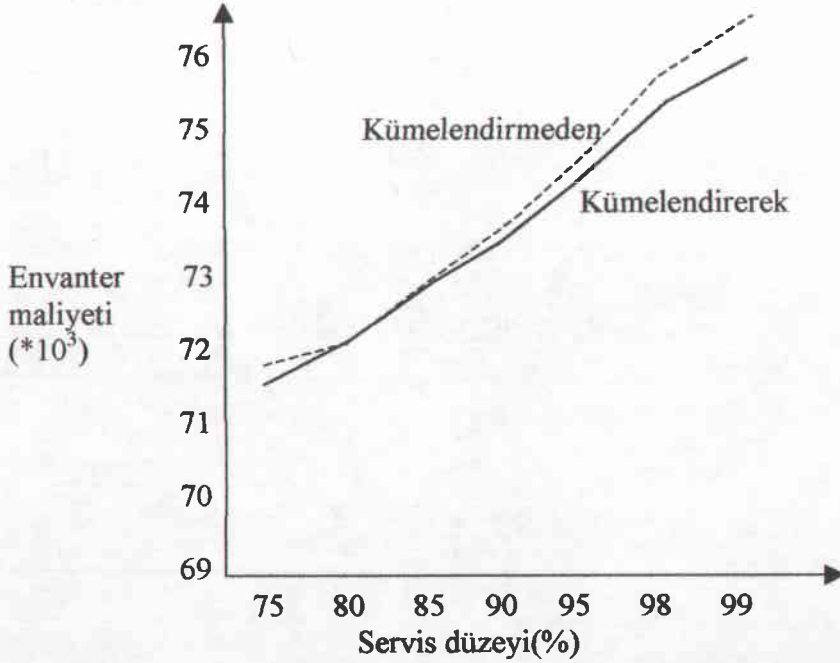
<i>Talep nor(40,36.5)</i>		<i>Gerçek öncü zaman</i>	
Merkez i	R _i	Simülasyon	Opt.
1	321	3.69-+0.25	3.52
2	423	8.74-+0.12	8.59
3	590	11.10-+0.33	11.45
4	279	6.00-+0.00	6.00
5	398	10.00-+0.00	10.00

Eldeki araştırmada ise bu incelemeyi yapmak için Şekil 3.2'deki gibi model seçilmiştir. Bu tedarik sistemi 9 merkez ve 2 adet son üründen oluşmuştur:



ŞEKİL 3.2[Moon-Srinivasan, 1999: 629]

Bu örnekte her son ürün için ayrı kümelendirme yapılmış, Calinski-Harabasz indeksi yardımıyla bu küme miktarları bulunmuştur. Bu verilerden yola çıkılarak ilk önce değişik müşteri servis düzeylerinin toplam envanter maliyetine etkileri incelenmiştir. Çizilen grafikte ayrıca kümelendirme yapılmadan ortaya çıkan envanter maliyetinin servis düzeyleriyle birlikte karşılaştırması yapılmıştır. Bu kümelendirme yapılmadan elde edilen sonuçlar aynı zamanda optimum yani olabilecek en düşük sonuçlardır. (Şekil 3.3)



ŞEKİL 3.3[Moon-Srinivasan, 1999: 630]

Bu ortaya çıkan grafikte özellikle % 80 müşteri hizmeti düzeyinde optimum sonuca çok yakın sonuçlar ortaya çıkmıştır. Yalnız müşteri hizmet düzeyi arttıkça % 6.38'e yaklaşan maliyet farkı görülmüştür. Ortalama çıkan maliyet farkı ise %3.57'dir.

Yapılan ikinci bir incelemede envanter maliyetlerinin belli bir servis düzeyinde tutularak tedarik zincirinin değişik merkezlerinde ortaya çıkan sonuçlar optimum sonuçla karşılaştırılmıştır. Tablo 17’de bu durum görülmektedir. Müşteri servis düzeyi % 95’te tutulmuştur. Tabloda görüldüğü üzere maliyet kimi merkezlerde birbirine eşit, kimi merkezlerde ise kümелendirmenin sonuçları az bir miktar fazladır. Bu durum kümелendirmeyle bulunan ortak güvenlik faktörüne göre küme içindeki birimler için hesaplanan yeniden sipariş noktalarının müşteri servis düzeylerinin istediği sonucu verdiğini gösterir.

TABLO 17[Moon-Srinivasan, 1999: 631]

<i>Merkez</i>	<i>Envanter Maliyeti</i>	
	<i>Kümелendirmeden</i>	<i>Kümелendirerek</i>
<i>A</i>	134511	136373
<i>B</i>	7373	7409
<i>C</i>	47605	48484
<i>D</i>	34150	34150
<i>E</i>	78778	78778
<i>F</i>	151473	152328
<i>G</i>	9560	9560
<i>H</i>	289133	289133
<i>I</i>	2478	2478

TEDARİK ZİNCİRİNDE KÜMELENDİRMEİN UYGULANMASI

4. TEDARİK ZİNCİRİNDE KÜMELENDİRMENİN UYGULAMASI:

Bu araştırmada tedarik zincirlerinin stratejik analizinde ve envanter maliyetinin hesaplanmasında kümelenendirmenin kolaylıklarını göstermek ve kümelenendirmenin sonuçlarının da kümelenendirme yapılmadan alınan sonuçlarla hemen hemen aynı olduğunun belirtilmesi amaçlanmıştır. Bunu test etmek için gerçek hayattan alınan bir firma örneği ile bir uygulama yapılmıştır. Bu uygulamanın yapılması için Betek Boya Sanayi seçilmiştir. Betek Boya Fabrikası'ndan en çok üretilen ürünleri "beyaz boya" ile ilgili olarak tedarik zincirinin performans ölçümüne etki eden veriler alınmıştır. Bu verilerle önce hiyerarşik kümelenendirme esaslarına göre kümelenendirme yapılacak, sonra buna göre birimler dökümü(akış şeması) yeniden oluşturulup bunlardan edinilen verilere göre kümelenendirme yapılmadan çıkan maliyetle kümelenendirmeye elde edilen maliyet karşılaştırılıp aradaki farklılıkların büyüklüğü incelenecektir. Bu çıkan sonuca göre kümelenendirmenin kullanımının etkili olup olmadığı hakkında bir karar verilecektir.

Bu bölüm başlığı altında aşağıdaki ara başlıklarda sırasıyla Betek Boya Sanayi hakkında genel bir bilgi, beyaz boyanın akış şeması ve alınan verilere göre kümelenendirmenin yapılması, maliyetlerin hesaplanması ve sonuçların değerlendirilmesi anlatılmaktadır.

4.1 Betek Boya Hakkında Genel Bilgi:

İsmi, "beton" ve "teknoloji" kelimelerinin ilk hecelerinden alan Betek A.Ş., 1988'de kuruldu. Kuruluşunun ilk yıllarında, inşaat malzemeleri sektörünün ihtiyaç duyduğu beton katkıları, hazır harçlar ve su izolasyonu malzemeleri alanında kaliteli ve standart ürünler geliştirdi.1998 yılından itibaren kaliteli üretimi bir felsefe olarak benimseyen Betek, su izolasyonu sektöründe de faaliyet göstermeye başladı ve "Sutut" markalı sıvı plastik kaplama ürünü ile su izolasyonu sektörünün en çok tercih edilen ürününü yarattı.

İnşaat boyları üretimine başlamadan hemen önce, 1992'de inşaat boyları alanını ayrıntılarıyla inceleyen bir araştırma başlattı. Araştırma sonucunda elde edilen veriler, Türk boya sektöründe Avrupa standartlarından çok uzak bir teknolojiyle üretilen ürünlerin yer aldığını ve yeni ürünlere ihtiyaç duyulduğunu ortaya koydu. Ve aynı yıl Avrupa'nın en büyük boya markası Caparol ile teknolojik işbirliği yaptı ve Avrupa'da en son üretilen, ancak Türk inşaat boya sektöründe henüz bilinmeyen ürünleri Türkiye'ye sunarak "kaliteli üretim yapan yenilikçi marka" kimliğini kazandı. Silikonlu Dış Cephe Boyası AmphiSilan, Alpina Renklendirme Sistemi, Su Bazlı Saten Boya Alpina Tek Betek tarafından piyasaya sürülen ilkler arasında yer alıyor.

Betek A.Ş., bugün, Türkiye'de iç ve Dış Cephe kaplama üretiminde, Türkiye'nin önde gelen şirketleri arasında yer alıyor. İstanbul Pendik-Kaynarca civarında 24.000 metrekare arsa üzerine kurulu tesislerinde üretim yapan Betek'in İstanbul merkez olmak üzere 8 bölge müdürlüğü, 165 toptancı bayii, 600 perakendeci bayii ve 450 çalışanı bulunuyor. Bugüne dek, Caparol'ün 2.000 çeşit ürününden sadece 55'ini Türk boya sektörüne sunan Betek, sektörde takip edilecek yeni ürünlerle Türk boya sektöründeki sağlıklı gelişimini sürdürmeyi hedefliyor.

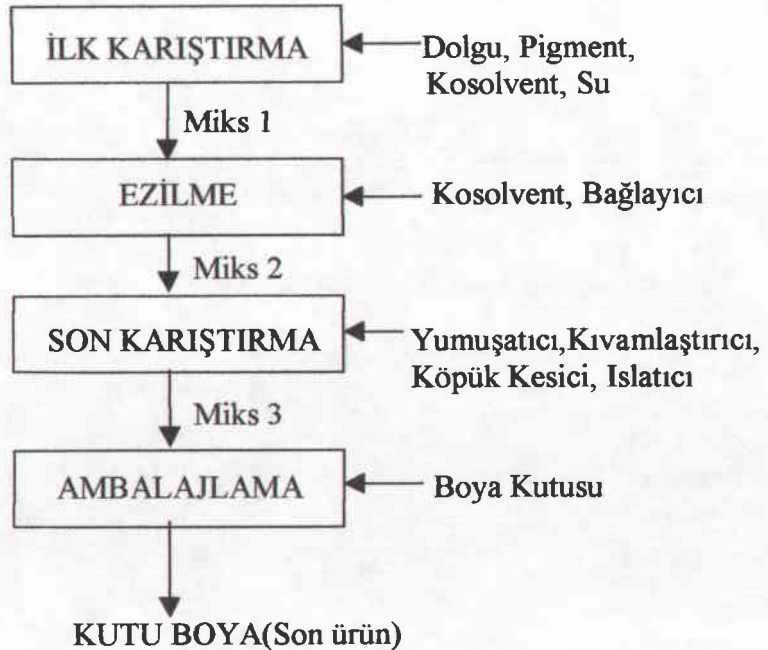
1995-1999 yıllarını kapsayan dönemde, Türk boya sektörünün cirosu Alman Markı bazında % 25 gelişirken Betek A.Ş., % 385'lik bir gelişme kaydetti. 1998 ve 1999 yıllarında yaşanan durgunluk ve ekonomideki daralma, boya sektörünü de önemli ölçüde etkiledi. Ve sektördeki bu darboğaz sonucunda, 1998'de %15, 1999'da ise %10 küçülme yaşandı. Sektördeki bu gelişmeye karşın, Betek 1999'da %30'luk bir gelişme kaydederken 2000 yılının ilk üç ayına ait cirosu bir önceki yılın aynı dönemine göre % 210 arttı.

Türkiye'ye komşu ülkeler, Balkanlar, Türki Cumhuriyetleri, Rusya ve Ukrayna, boya teknolojisi ve üretimi açısından son derece yetersiz ancak pazar potansiyeli açısından büyük bir nüfus içeriyor. Türkiye'nin bu ülkelerle olan ilişkileri ve coğrafi konumu, Türk boya sektörü açısından büyük önem taşıyor. Betek A.Ş. sahip olduğu teknoloji ve dinamik yapı ile bu bölgede bir güç haline gelmeyi hedefliyor.

Betek A.Ş., boya sektöründeki en geniş ürün yelpazesine sahip genç bir şirket. İç ve Dış Cephede boya, macun, astar çeşitlerinden, izolasyon malzemelerine, tamir harçlarından fayans yapıştırıcılarına, özellikli fugalara, tutkallardan sentetik ve selülozik ürünlere kadar bir çok ürün grubu üretiyor. Geliştirdiği tüp sistemiyle, iç cephelerde 24 adet baz renk tüpten 144 ayrı renk, Dış Cephede ise 228 renk sunuyor. Boya karıştırma yöntemiyle Betek, istediği anda 1160 değişik renk elde ediyor. Bu sistemle Betek, stoktan ve boyadan tasarruf sağlıyor. Ayrıca, renk standart garantisi veriyor. Böylece, istenilen rengi, renk tutturma sorunu olmadan elde etmek artık mümkün olmaktadır.

4.2 Beyaz Boya Üretimi Üzerinde Uygulamanın Yapılması:

Bu araştırmada uygulamanın yapılması için daha önceden de belirtildiği gibi Betek Boya'nın temel ürünü olan beyaz boyanın üretimi seçilmiştir. Beyaz boyayla ilgili üretimle ve tedarikle ilgili veriler, hammaddelerle ilgili bilgiler ve üretim akış şeması(bill of materials) alınarak kümelenlendirmeye ilgili hesaplamalar yapılacaktır. Beyaz boyanın üretim akış şeması şu şekildedir:



ŞEKİL 4.1

Beyaz boyanın üretimiyle ilgili olarak hammaddelerin üretim ve tedarikiyle ilgili firmadan alınan verilere ise yukarıdaki şemada her aşamadan sonra oluşumu gözlenen Miks 1, Miks 2 ve Miks 3'le ilgili veriler içlerindeki hammaddelerin verilerin toplamı hesaplanarak eklenmiştir. Ürün içindeki oranlar 102 kg.'lık kutulanmış boyaya(10 kutu boya) göre "yüzdeye oranlanarak" verilmiştir. Her ambalaj biriminin ağırlığı da 0.2 kg olarak alınmıştır. Miks 1, 2 ve 3'ün oranları içindeki hammaddelerin yüzde oranlarının toplamıdır. Tedarik süreleri ve sipariş miktarları varsayılmamış üretim süreleri ise 1 gün içinde Miks 1, 2 ve 3 için sırasıyla 1 saat, 2 saat ve 3 saat olarak alınmış ve bunlar 24 saate oranlanmıştır. Bunlar için üretim süresi varyansları ise bunları oluşturan hammaddelerin varyansları toplamıdır. Hammaddelerin son ürünlerdeki oranlarının standart sapmaları hammadde ağırlıklarının 0.1'i olarak düşünülmüş ve bu standart sapmaların karesi alınarak varyanslar 102 kg'lık ürünlerdeki hammadde ağırlıkları için hesaplanmıştır. Mikslerin oranlarının varyansları ise yine kendilerini oluşturan hammadde varyanslarının toplamı alınarak hesaplanmıştır. Bunlara göre elde edilen veri tablosu şudur:

TABLO 18

	Üründeki Oran(%)	Üretim Süresi	Üretim S.Vary.σ ² ₁	Tedarik Sür.-Gün	Tedarik S. St. Sap.	Ort. Sip. Mik.-Kg	Birim Sip. Fiyatı
1)Kıvamlaştırıcı	1.96	1	0.01	27	5	1100	11 DM
2)K. Kesici	1.96	1	0.01	3	2	1000	1.7 EU
3)Pigment	9.8	1	0.01	35	7	11000	2 EU
4)Islatıcı	1.96	1	0.01	30	6	1250	1.2 EU
5)Dolgu	24.51	1	0.01	2	2	17000	80000TL
6)Yumuşatıcı	1.96	1	0.01	27	7	1150	3.5 DM
7)Bağlayıcı	29.41	1	0.01	2	2	5500	1.3 DM
8)Kosolvent	1.96	1	0.01	6	3	5500	1.6 DM
9)Su	24.51	0.5	0.01	1	0.5	5500	3000TL
10)Ambalaj	1.96	1	0.01	3	1	1100adet	1600binTL
11) Miks 1	59.8	0.042	0.04	-	-	-	-
12) Miks 2	90.2	0.084	0.06	-	-	-	-
13) Miks 3	98.04	0.125	0.1	-	-	-	-

Yukarıdaki verilere göre her bir hammaddenin diğerlerine göre mesafe ölçümü yapıp buna göre birimlerin kümelendirilmesi yapılacaktır. Bu değerlendirmede 1 DM=650 bin TL, 1 EURO= 1200 bin TL olarak alınmıştır. Miks 1, 2 ve 3'ün sipariş ve elde bulundurma maliyetlerini bulmak içinse içindeki hammaddelerin ağırlıklarına göre oranları sipariş ve elde bulundurma maliyetleriyle çarpılarak bulunacaktır.

4.3 Birimler Arası Mesafenin Hesaplanması ve Küme Sayısının Bulunması:

Beyaz boyanın hammaddeleriyle ilgili verilere dayanarak birimlerin hiyerarşik kümelendirmesi yapılacaktır. Bu 13 adet stok biriminin kümelendirilmesi için daha önceden bölüm 3.1 'de verilen mesafe ölçümünden faydalanılacaktır. Hesaplama kolaylık olması için birimlerin adı yerine yukarıda verilen numaraları kullanılmaktadır. Ayrıca yukarıda 1'den 10'a kadar olan hammaddeler için verilen birim maliyetin ortalama sipariş miktarıyla çarpımları hammaddelerin sipariş maliyeti olarak alınmış, sipariş maliyetinin % 5'i "yıllık" elde bulundurma maliyeti olarak alınmıştır. Beyaz boyanın günlük üretim miktarını bulmak için hammaddelerin günlük kullanım oranları göz önüne alınmıştır. Bunu hesaplamak için aşağıdaki formülden faydalanılmıştır:

$$Q^2 = 2C_s r / C_h$$

C_s = Sipariş maliyeti

C_h = Yıllık elde bulundurma maliyeti

Q = Sipariş büyüklüğü

r = Yıllık sipariş miktarı

Bu formül uygulanınca hammaddelerin ürün içindeki oranları göz önüne alınarak en düşük günlük kullanım oranı ambalaj yani boya kutusu olarak ortaya çıkmıştır, bu da 85 adettir. Bu da 10 kg'lık kutulardan günlük yaklaşık 867 kg'lık ambalajlanmış beyaz boya üretimi ortaya çıkmaktadır. Hammaddelerin günlük kullanım oranları da bu 867 kg'a göre ayarlanmış, bu oran 365 günle çarpılarak yıllık sipariş miktarına (r değeri) ve yukarıdaki formül kullanılarak bu üretim miktarı için her hammadde için gerekli olan Q değerlerine ulaşılmıştır. Miks 1(11), miks 2(12) ve miks 3(13) için r , Q , C_s ve yıllık C_h değerleri ise içlerindeki hammaddelerin miksin ağırlığına göre oranlarıyla hesaplanmıştır. Örneğin 102 kg boyada bulunan 59.8 kg ağırlığındaki 11(miks 1) için içindeki ağırlıklarına göre hammadde oranları pigment: 0.164, dolgu: 0.41, kosolvent: 0.016, su: 0.41'dir. r , Q , C_s ve C_h değerleri ise şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$r_{11} = 0.164(r_3) + 0.41(r_5) + 0.016(r_8) + 0.41(r_9)$$

12 için miks 1 oranı: 0.66, kosolvent:0.01, bağlayıcı:0.33, 13 için miks 2 oranı: 0.92, kıvamlaştırıcı, köpük kesici, ıslatıcı ve yumuşatıcı oranları ise 0.02'dir.

1'den 10'a kadar hammaddeler için günlük kullanım oranları tedarik süresiyle çarpılarak "yeniden sipariş noktaları" hesaplanmıştır. Bu hesaplanan yeniden sipariş noktaları normal dağılıma göre günlük kullanımın ortalama değerde (λ_i) yani müşteri servis düzeyinin % 50 olduğu durumlar içindir.[Buffa-Taubert, 1972: 95-101] İlerki hesaplamalarda daha yüksek müşteri servis düzeyleri ele alınacağından hesaplanan yeniden sipariş noktası kadar bir emniyet stoğu bulunması öngörülmüştür. Buna göre aşağıdaki şu formüle dayanarak mesafe ölçümünde yararlanılan birim başına "yıllık" toplam maliyet miktarı da hesaplanmıştır:

$$C = C_s * r / Q + C_h * (Q/2 + B) \quad B = \text{Emniyet stoğu}$$

Yukarıdaki formüle uyarak 1'den 10'a kadar numaralanan birimlerin maliyeti hesaplandıktan sonra 11, 12 ve 13'ün "yıllık" maliyetlerini hesaplamak için bu miksler dışarıdan siparişle gelmeyip üretildiği gün diğer mikslere oluşturmak üzere tüketildiğinden bunlar için şöyle bir maliyet formülü uygulanmaktadır:

$$C = C_s * r / Q + C_h * Q / 2 (1 - r/q) \quad r = \text{Birim zaman başına tüketilen birim miktarı}$$

$$q = \text{Birim zaman başına üretilen birim miktarı}$$

Bu formüle göre miksler için gerekli olan tüketilen ve üretilen miktarlar eşittir fakat üretim ve tüketim zamanları farklıdır. 11, 1 saatte üretilip 2 saatte tüketilmektedir. 12, 11'in tüketildiği zamanda; 2 saate üretilip 3 saatte tüketilmektedir. 13, 12'nin tüketildiği 3 saatte üretilip, 4 saatte tüketilmektedir. Buna göre 11 için r/q :1/2, 12 için r/q :2/3, 13 için r/q :3/4 tür.

Hammaddeler ve miksler için verilen mesafeleri hesaplamak için 102 kg'lık ürün ve bunlara göre oranlar ele alınmış, yukarıda hesaplanan yıllık maliyet miktarları önce günlüğe sonra 102 kg'ın üretildiği zamana göre oranlanmıştır. 102 kg'lık ürün için 1 ve 2 nolu(kıvamlaştırıcı ve köpük kesici) birimler arasındaki mesafe şu şekilde hesaplanmaktadır:(Maliyetlerin sıfır haneleri TL'nin hanesi çok fazla olduğundan formülde eksik sayılmıştır.)

$$\mu_{ue}(1): 1.96 \text{ kg}$$

$\sigma_{ue}^2(1)$: 0.04 kg
 $\mu_{ue}(2)$: 1.96 kg
 $\sigma_{ue}^2(2)$: 0.04 kg
 $\mu_1(1)$: 1 gün
 $\sigma_1^2(1)$: 0.01 gün
 $\mu_1(2)$: 1 gün
 $\sigma_1^2(2)$: 0.01 gün
 $\mu_t(1)$: 27 gün
 $\sigma_t^2(1)$: 25 gün
 $\mu_t(2)$: 3 gün
 $\sigma_t^2(2)$: 4 gün
 $C(1)$: 117.900.000 TL
 $C(2)$: 17.400.000 TL

$$d(1,2) = |1.96(1+27)117.9 - 1.96(1+3)17.4| + 117.9((27+1)0.04 + (1.96)^2(0.01+25))^{1/2} + 91.8((1+3)0.04 + (1.96)^2(0.01+4))^{1/2} = 7569.3 \text{ birim}$$

Buna benzer olarak $d(1,3) = 714125.4$ birim, $d(1,4)$ mesafesi ise 6242.7 birim olarak hesaplanır. Bu formüle göre yapılan hesaplamalarda en yüksek mesafe değeri $d(3,13)$ arasındaki 723987 olarak ortaya çıkmıştır. Mesafe hesaplanmasının devamında yer alan bütün mesafeleri en yüksek mesafeye bölme hesabına göre $D(1,2)$ şu şekilde elde edilir:

$$D(1,2) = d(1,2)/d(3,13) = 7569.3/723987 = 0.0105 \text{ birim}$$

Eğer bütün bu stok birimleri arasındaki mesafeler hesaplanırsa ortaya şu tablo çıkar:

TABLO 19

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-	0.0105	0.9905	0.0087	0.009	0.0083	0.0294	0.0095	0.0105	0.0102	0.0119	0.0124	0.0127
2		-	0.9978	0.0028	0.008	0.0036	0.037	0.0026	0.00026	0.00044	0.00194	0.0037	0.0049
3			-	0.9959	0.9962	0.9956	0.9905	0.9968	0.9978	0.9975	0.9992	0.9997	1
4				-	0.0062	0.0018	0.035	0.0018	0.0028	0.0025	0.0042	0.0047	0.005
5					-	0.0059	0.0354	0.007	0.0081	0.0078	0.0094	0.01	0.0103
6						-	0.035	0.0027	0.0037	0.0034	0.0051	0.0056	0.0059
7							-	0.036	0.037	0.0367	0.0383	0.0389	0.039
8								-	0.0027	0.0024	0.004	0.0046	0.0049
9									-	0.00051	0.002	0.0038	0.005
10										-	0.00186	0.0035	0.0047
11											-	0.0052	0.0063
12												-	0.0069
13													-

Yukarıda oluşturulan tablodaki birimler arası mesafelere göre bir benzersizlik yani mesafe matrisi ortaya çıkmıştır. Burada en küçük mesafeden başlanarak birimler hiyerarşik olarak daha önceden 2.3.1.1.3 bölümünde anlatılan oluşan küme içindeki ortalama birleştirme yöntemine göre birleştirilirler. Tablo 19'a göre en küçük mesafe 2 ve 9 birimleri (kümeleri) arasındadır ve birleşen ilk küme {2,9} kümesidir. Bundan sonraki aşamalarda daha önceden anlatılan birleştirme yöntemiyle kümelendirme esasına dayanılarak(Bkz. 2.3.1.1) $9 > 2$ olduğu için 9'a ait olan satır ve sütun silinerek,

{2,9} kümesinin diğer kümelerle olan mesafe hesabı ise ortalama birleştirme yöntemine göre şu formüllerle hesaplanacaktır:

- 1) Oluşan yeni kümenin diğer bir r kümesiyle mesafesini bulmak için 2 ve 9 kümelerinin diğer r kümesiyle mesafe toplamı alınır

$$s_{tr}=s_{2r}+s_{9r}$$

- 2) 2 ve 9 kümeleri birleştiğinde oluşan t kümesi ise şu şekilde tanımlanır(Tek birimden oluştuğu için 2 ve 9 kümelerinin birimler arası benzerlik yani SUM değerleri sıfırdır):

$$SUM_t=SUM_2+SUM_9+s_{2,9}$$

$$N_t=N_2+N_9$$

- 3) En çok benzeyen çifti bulmak için i ve j'nin birleşmesinden oluşacak kümenin içindeki ortalama grup içi benzerlik hesaplanır:

$$\frac{SUM_i+SUM_j+s_{ij}}{(N_i+N_j)(N_i+N_j-1)/2}$$

$$(N_i+N_j)(N_i+N_j-1)/2$$

Oluşan {2,9} kümesinin örneğin {1} kümesiyle arasında oluşacak mesafe şu şekilde hesaplanır:

$$s_{t,1}=s_{2,1}+s_{9,1}=0.0105+0.00105=0.0210$$

$$SUM_t=SUM_2+SUM_9+s_{2,9}=0.00026$$

Eğer yeni kümeyle(t), {1} kümesi arası benzerlik hesaplanmak istenirse:

$$\frac{SUM_t+SUM_1+s_{t,1}}{(N_t+N_1)(N_t+N_1-1)/2} = \frac{0.00026+0+0.0210}{(2+1)(2+1-1)/2} = 0.00712$$

Bu yukarıdaki formüllere göre {2,9} kümesi oluşuktan sonra ortaya çıkan yeni mesafe matrisi tablosu şu şekildedir:

TABLO 20

	1	{2,9}	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13
1	-	0.00712	0.9905	0.0087	0.009	0.0083	0.0294	0.0095	0.0102	0.0119	0.0124	0.0127
{2,9}		-	0.665	0.002	0.0055	0.0026	0.0248	0.00185	0.0004	0.0014	0.0026	0.0034
3			-	0.9959	0.9962	0.9956	0.9905	0.9968	0.9975	0.9992	0.9997	1
4				-	0.0062	0.0018	0.035	0.0018	0.0025	0.0042	0.0047	0.005
5					-	0.0059	0.0354	0.007	0.0078	0.0094	0.01	0.0103
6						-	0.035	0.0027	0.0034	0.0051	0.0056	0.0059
7							-	0.036	0.0367	0.0383	0.0389	0.039
8								-	0.0024	0.004	0.0046	0.0049
10									-	0.00186	0.0035	0.0047
11										-	0.0052	0.0063
12											-	0.0069
13												-

{2,9} kümesinin oluşumuna göre yeniden düzenlenen mesafe matrisinde en küçük mesafe miktarı {10} ve {2,9} kümeleri arasındadır. Bundan sonraki aşamada {2,9,10} kümesi oluşturularak bu kümenin diğerlerine göre mesafe matrisleri ortaya çıkartılır. Her aşamada en kısa mesafeye göre kümeler birleştirilirse 13 aşamadan oluşan 13 kümeden tek bir kümeye kadar giden bir kümelendirme oluşur(Tablo 21):

TABLO 21

1. aşama	{1},{2},{3},{4},{5},{6},{7},{8},{9},{10},{11},{12},{13}
2. aşama	{1},{2,9},{3},{4},{5},{6},{7},{8},{10},{11},{12},{13}
3. aşama	{1},{2,9,10},{3},{5},{6},{7},{8},{11},{12},{13}
4. aşama	{1},{2,9,10,11},{3},{4},{5},{6},{7},{8},{12},{13}
5. aşama	{1},{2,8,9,10,11},{3},{4},{5},{6},{7},{12},{13}
6. aşama	{1},{2,4,8,9,10,11},{3},{5},{6},{7},{12},{13}
7. aşama	{1},{2,4,6,8,9,10,11},{3},{5},{7},{12},{13}
8. aşama	{1},{2,4,6,8,9,10,11,12},{3},{5},{7},{13}
9. aşama	{1},{2,4,6,8,9,10,11,12,13},{3},{5},{7}
10. aşama	{1},{2,4,5,6,8,9,10,11,12,13},{3},{7}
11. aşama	{1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13},{3},{7}
12. aşama	{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13},{3}
13. aşama	{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13}

Yukarıdaki tablo birbiriyle en yakın birimleri ve bunlardan oluşabilecek küme sayısını vermektedir. Stok birimlerinin uygun küme sayısını belirlemek içinse daha önceden anlatılan Calinski-Harabasz indeksi kullanılacaktır. Bu indeks için daha önceden verilen formüller şunlardır:

n: Birim miktarı

a: Birimlerin özelliklerinin miktarı

c: n kadar birimi bölümlendiren küme sayısı: 1,...,c

Bunlardan şu matrisler oluşturulur:

$[X] = n \cdot a$ birim ve özellikler matrisi

$[X] = c \cdot a$ küme ve özellikler matrisi

$[M] = n \cdot c$ birim üyeliği matrisi, burada $m_{ik} = 1$ (eğer i birimi k kümesine bağlıysa) bağlantısı kullanılır.

$[D] = n \cdot n$ mesafe matrisi, burada $d_{ij} = i$ ve j birimleri arasındaki mesafe bağlantısı kullanılır.

$[B] = a \cdot a$ kümeler arası kareler toplamı ve karşılık gelen birimler matrisi

$[W] = a \cdot a$ küme içi kareler toplamı ve karşılık gelen birimler matrisi

$[B] = ([M][X])^T ([M][X])$

$[W] = [X]^T [X] - [B]$

Burada n:13 birim, c: her hesaplama aşamasında ele alınan küme sayısı ve a ise birimlerin 867 kg ürün için sırasıyla şu özellikleridir; yeniden sipariş noktası(son 3 hane yuvarlatılmıştır)(a1), sipariş miktarı(a2), ürün içindeki oran(%)(a3), üretim süresi(a4), tedarik süresi(a5), toplam maliyet(a6) ve depolama şartlarıdır(sıcaklık- C^0)(a7). Bu yüzden a: 7 olarak alınacaktır.

Calinski-Harabasz indeksine göre küme miktarını hesaplarken ilk başta 13 adet küme için indeks hesaplanacaktır. Buna göre yukarıdaki $[X]$ ve $[X]$ verilerinin hesaplanması a'nın birimlere denk gelen rakamları hesaplanacaktır. Hesaplama kolaylık olması için binli rakamların son üç haneleri yuvarlatılmıştır:

$$[X] = n \cdot a = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1a} \\ X_{21} & \dots & X_{2a} \\ \vdots & & \vdots \\ X_{n1} & \dots & X_{na} \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} 0.92 & 498.2 & 1.96 & 1 & 27 & 117.9 & 25 \\ 0.102 & 498.2 & 1.96 & 1 & 3 & 17.4 & 25 \\ 5.83 & 1102.8 & 9.8 & 1 & 35 & 1706.2 & 25 \\ 1.02 & 498.2 & 1.96 & 1 & 30 & 28.4 & 25 \\ 0.833 & 1743.9 & 24.51 & 1 & 2 & 47.5 & 25 \\ 0.92 & 498.2 & 1.96 & 1 & 27 & 39.2 & 25 \\ 1 & 1910.5 & 29.41 & 1 & 2 & 181 & 25 \\ 0.204 & 498.2 & 1.96 & 1 & 6 & 98.6 & 25 \\ 0.417 & 1743.9 & 24.51 & 0.5 & 1 & 0.52 & 25 \\ 0.51 & 1114 & 1.96 & 1 & 3 & 38.9 & 25 \\ 0 & 1620.7 & 59.8 & 0.042 & 0 & 101 & 25 \\ 0 & 1705.2 & 90.2 & 0.084 & 0 & 92.9 & 25 \\ 0 & 1608.7 & 98.04 & 0.125 & 0 & 83 & 25 \end{pmatrix} \quad 13 \times 7$$

$$[X] = c \cdot a = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1a} \\ X_{21} & \dots & X_{2a} \\ \vdots & & \vdots \\ X_{n1} & \dots & X_{na} \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} 0.92 & 498.2 & 1.96 & 1 & 27 & 117.9 & 25 \\ 0.102 & 498.2 & 1.96 & 1 & 3 & 17.4 & 25 \\ 5.83 & 1102.8 & 9.8 & 1 & 35 & 1706.2 & 25 \\ 1.02 & 498.2 & 1.96 & 1 & 30 & 28.4 & 25 \\ 0.833 & 1743.9 & 24.51 & 1 & 2 & 47.5 & 25 \\ 0.92 & 498.2 & 1.96 & 1 & 27 & 39.2 & 25 \\ 1 & 1910.5 & 29.41 & 1 & 2 & 181 & 25 \\ 0.204 & 498.2 & 1.96 & 1 & 6 & 98.6 & 25 \\ 0.417 & 1743.9 & 24.51 & 0.5 & 1 & 0.52 & 25 \\ 0.51 & 1114 & 1.96 & 1 & 3 & 38.9 & 25 \\ 0 & 1620.7 & 59.8 & 0.042 & 0 & 101 & 25 \\ 0 & 1705.2 & 90.2 & 0.084 & 0 & 92.9 & 25 \\ 0 & 1608.7 & 98.04 & 0.125 & 0 & 83 & 25 \end{pmatrix} \quad 13 \times 7$$

$$[M] = n \cdot c = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad 13 \times 13$$

$$[M][X] = \begin{pmatrix} 0.92 & 498.2 & 1.96 & 1 & 27 & 117.9 & 25 \\ 0.102 & 498.2 & 1.96 & 1 & 3 & 17.4 & 25 \\ 5.83 & 1102.8 & 9.8 & 1 & 35 & 1706.2 & 25 \\ 1.02 & 498.2 & 1.96 & 1 & 30 & 28.4 & 25 \\ 0.833 & 1743.9 & 24.51 & 1 & 2 & 47.5 & 25 \\ 0.92 & 498.2 & 1.96 & 1 & 27 & 39.2 & 25 \\ 1 & 1910.5 & 29.41 & 1 & 2 & 181 & 25 \\ 0.204 & 498.2 & 1.96 & 1 & 6 & 98.6 & 25 \\ 0.417 & 1743.9 & 24.51 & 0.5 & 1 & 0.52 & 25 \\ 0.51 & 1114 & 1.96 & 1 & 3 & 38.9 & 25 \\ 0 & 1620.7 & 59.8 & 0.042 & 0 & 101 & 25 \\ 0 & 1705.2 & 90.2 & 0.084 & 0 & 92.9 & 25 \\ 0 & 1608.7 & 98.04 & 0.125 & 0 & 83 & 25 \end{pmatrix} \quad 13 \times 7$$

$$([M][X])^T = \begin{pmatrix} 0.92 & 0.102 & 5.83 & 1.02 & 0.833 & 0.92 & 1 & 0.204 & 0.417 & 0.51 & 0 & 0 & 0 \\ 498.2 & 498.2 & 1102.8 & 498.2 & 1743.9 & 498.2 & 1910.5 & 498.2 & 1743.9 & 1114 & 1620.7 & 1705.2 & 1608.7 \\ 1.96 & 1.96 & 9.8 & 1.96 & 24.51 & 1.96 & 29.41 & 1.96 & 24.51 & 1.96 & 59.8 & 90.2 & 98.04 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0.5 & 1 & 0.042 & 0.084 & 0.125 \\ 27 & 3 & 35 & 30 & 2 & 27 & 2 & 6 & 1 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 117.9 & 17.4 & 1706.2 & 28.4 & 47.5 & 39.2 & 181 & 98.6 & 0.52 & 38.9 & 101 & 92.9 & 83 \\ 25 & 25 & 25 & 25 & 25 & 25 & 25 & 25 & 25 & 25 & 25 & 25 & 25 \end{pmatrix} \quad 7 \times 13$$

$$[B] = ([M][X])^T [M][X] = \begin{pmatrix} 39.92 & 12446.2 & 124.39 & 11.6 & 290.38 & 10426.35 & 293.95 \\ 12446.2 & 21539074 & 567657 & 9646 & 97325 & 2967745 & 375258 \\ 2719.8 & 567657 & 23507.7 & 157.9 & 663.5 & 46496.3 & 8700.6 \\ 11.6 & 9646 & 157.9 & 9.3 & 135.5 & 2304.9 & 243.8 \\ 290.38 & 97325.3 & 663.5 & 135.5 & 3646 & 66277 & 3400 \\ 10426.4 & 2967745 & 46496.3 & 2304.9 & 66277 & 3083916.4 & 64013 \\ 293.95 & 375258 & 8700.6 & 243.8 & 3400 & 64013 & 8125 \end{pmatrix} \quad 7 \times 7$$

$$[X]^T [X] = \begin{pmatrix} 39.92 & 12446.2 & 124.39 & 11.6 & 290.38 & 10426.35 & 293.95 \\ 12446.2 & 21539074 & 567657 & 9646 & 97325 & 2967745 & 375258 \\ 2719.8 & 567657 & 23507.7 & 157.9 & 663.5 & 46496.3 & 8700.6 \\ 11.6 & 9646 & 157.9 & 9.3 & 135.5 & 2304.9 & 243.8 \\ 290.38 & 97325.3 & 663.5 & 135.5 & 3646 & 66277 & 3400 \\ 10426.4 & 2967745 & 46496.3 & 2304.9 & 66277 & 3083916.4 & 64013 \\ 293.95 & 375258 & 8700.6 & 243.8 & 3400 & 64013 & 8125 \end{pmatrix} \quad 7 \times 7$$

$$[W] = [X]^T [X] - [B] = 0$$

Calinski-Harabasz İndeksi = $(\text{trace } [B]/c-1)/(\text{trace } [W]/n-c) = (\text{trace } [B]/13-1)/(\text{trace } 0/13-13)$

= ∞ veya bu küme sayısı için C-H indeksi sayısı yoktur

Yukarıda 13 adet küme için hesaplanan Calinski-Harabasz indeksinin sonucu görülmektedir. Aynı şekilde bu sefer 12 adet küme için bu indeks hesaplanması yapılacaktır. Bunun için öncelikle ilk oluşan {2,9} kümesi ele alınacaktır. Sonraki aşamalarda da kümelerin birleşim sırasına göre küme miktarlarının uygunluğu indekse göre hesaplanacaktır. Bu aşamada 2 ve 9 birimlerinin toplam ağırlıkları alınarak oluşan kümenin toplam ağırlığıyla 2 ve 9 kümelerinin oluşan küme içindeki ağırlık oranları

hesaplanacaktır. 2 ve 9'a ait olan değerler bu oranlarla çarpılarak elde edilen sonuçlar toplanıp yeni sonuçlar bulunacaktır. Envanter miktarını belirlerken stok birimlerinin son ürünlerdeki kullanım oranları yani ağırlıkları önemli olduğundan parametreleri hesaplamak için ağırlığa göre ağırlıklı ortalama hesaplanmaktadır. Örneğin oluşan kümenin yeniden sipariş noktasını bulmak için:

Toplam ağırlık=26.47, 2'nin oranı $1.96/26.47=0.074$, 9'un oranı ise $24.51/26.47=0.926$ 'dır. Yeni kümenin yeniden sipariş noktası ise: $0.102(0.074) + 0.417(0.926) = 0.0076 + 0.386 = 0.394$ 'tür.

{2,9} kümesinin birleşimi için:

▪ $[X]$ ve $[X]^T[X]$ değerleri ilk aşamayla aynıdır.

$$[X] = \begin{pmatrix} 0.92 & 498.2 & 1.96 & 1 & 27 & 117.9 & 25 \\ 0.394 & 1651.2 & 22.83 & 0.54 & 1.15 & 1.8 & 25 \\ 5.83 & 1102.8 & 9.8 & 1 & 35 & 1706.2 & 25 \\ 1.02 & 498.2 & 1.96 & 1 & 30 & 28.4 & 25 \\ 0.833 & 1743.9 & 24.51 & 1 & 2 & 47.5 & 25 \\ 0.92 & 498.2 & 1.96 & 1 & 27 & 39.2 & 25 \\ 1 & 1910.5 & 29.41 & 1 & 2 & 181 & 25 \\ 0.204 & 498.2 & 1.96 & 1 & 6 & 98.6 & 25 \\ 0.51 & 1114 & 1.96 & 1 & 3 & 38.9 & 25 \\ 0 & 1620.7 & 59.8 & 0.042 & 0 & 101 & 25 \\ 0 & 1705.2 & 90.2 & 0.084 & 0 & 92.9 & 25 \\ 0 & 1608.7 & 98.04 & 0.125 & 0 & 83 & 25 \end{pmatrix} 12 \times 7$$

$$[M] = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} 13 \times 12$$

$$[M][X] = \begin{pmatrix} 0.92 & 498.2 & 1.96 & 1 & 27 & 117.9 & 25 \\ 0.394 & 1651.2 & 22.83 & 0.54 & 1.15 & 1.8 & 25 \\ 5.83 & 1102.8 & 9.8 & 1 & 35 & 1706.2 & 25 \\ 1.02 & 498.2 & 1.96 & 1 & 30 & 28.4 & 25 \\ 0.833 & 1743.9 & 24.51 & 1 & 2 & 47.5 & 25 \\ 0.92 & 498.2 & 1.96 & 1 & 27 & 39.2 & 25 \\ 1 & 1910.5 & 29.41 & 1 & 2 & 181 & 25 \\ 0.204 & 498.2 & 1.96 & 1 & 6 & 98.6 & 25 \\ 0.394 & 1651.2 & 22.83 & 0.54 & 1.15 & 1.8 & 25 \\ 0.51 & 1114 & 1.96 & 1 & 3 & 38.9 & 25 \\ 0 & 1620.7 & 59.8 & 0.042 & 0 & 101 & 25 \\ 0 & 1705.2 & 90.2 & 0.084 & 0 & 92.9 & 25 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} 13 \times 7$$

Yapılan kümelenlendirmeye göre ortaya çıkan 3 kümeden oluşan birimler dökümü ise Tablo 24'deki gibidir:

TABLO 24

Düzyey	Birim	Merkez
0	14	A
1	[1,2,4,5,6,8,9,10,11,12,13]	B
1	7	I
1	3	L

Yukarıdaki kümelenlendirme göz önüne alınarak bundan sonraki aşamada değişik müşteri servis düzeyleri için envanter maliyetleri hesaplanacaktır. Bu müşteri servis düzeyleri sırasıyla % 99, % 95, % 90, % 85, %80 ve % 75'tir. Öncelikle kümelenlendirme yapılmadan maliyetler hesaplanacak, sonra birimlerin kümelenlendirilmiş haliyle envanter maliyetleri hesaplanarak bunların karşılaştırması yapılacaktır. Bu hesaplamalar için daha önceden bölüm 3.4'te anlatılan Ettl optimizasyon sisteminde açıklanan formüller kullanılacaktır:

$$c_i = 1/2(c_i + \sum_{j \in \varepsilon_i} c_j u_{ij})$$

c_i : i merkezindeki her birim için elde bulundurma maliyeti
 c_j : j merkezindeki her birim için elde bulundurma maliyeti
 u_{ij} : i merkezindeki her birim için j merkezinde olması gereken birim miktarı
 ε_i : i merkezine tedarikte bulunan merkezler

Bu formüle göre üretim maliyetini 1'den 10'a kadar olan hammaddeler için hesaplamak için onlara daha önceden tedarikte bulunan merkezler olmadığından direkt olarak elde bulundurma maliyetlerinin yarısı alınacaktır. 11'den 13'e kadar olan birimlerin kendi elde bulundurma maliyetleri zaten onlara tedarikte bulunanlarıncıyla aynı olacağından üretim maliyetleri elde bulundurma maliyetlerine eşit olacaktır. Böylece aşağıdaki formüle göre toplam envanter maliyetleri hesaplanacaktır:

$$C(k) = \sum [c_i \mu_i + c_i \sigma_i H(k_i)]$$

Burada eldeki envanter miktarı $I = \sigma_i H(k_i)$ olmaktadır. Ettl'in optimizasyon sistemine göre $R_i > N_i$ yani yeniden sipariş noktası gelen sipariş miktarından büyük olduğu sürece i merkezinde bekleyen sipariş $B_i = 0$ olacaktır. $I_i - B_i = R_i - N_i$ formülü dikkate alınırsa $R_i - N_i = I_i$ olacaktır. $E(I_i) - E(B_i) = k_i \sigma_i$ formülüne göre de B_i sıfır olduğu sürece $E(I_i) = k_i \sigma_i$ olacaktır. Bu uygulamada daha önceden de anlatıldığı gibi hesaplama kolaylığı sağlanması için $R_i > N_i$ olacak şekilde bir emniyet stoğu bulundurulması öngörülmüştür. Böylelikle aşağıdaki formül uygulanarak I yani eldeki envanter değişik servis düzeyleri için hesaplanabilecektir.

$$R_i = \mu_i + k_i \sigma_i$$

R_i : i biriminin yeniden sipariş noktası
 μ_i : Üretim öncü zamanı ve/veya ulaşım öncü zamanı başına düşen sipariş miktarı ortalaması
 σ_i : Üretim öncü zamanı ve/veya ulaşım öncü zamanı başına düşen sipariş miktarı varyansı

μ_i ve σ_i değerleri ise şu şekilde hesaplanır:

$$\mu_i = \lambda(i) \mu_1(i)$$

$$\sigma_i^2 = \mu_1(i) v^2(i) + \lambda^2(i) \sigma_1^2$$

Buradaki $\lambda(i)$ yani ortalama sipariş miktarlarını değişik servis düzeylerine göre bulmak için daha önceden günlük ortalama 867 kg yani servis düzeyinin % 50 olduğu durum için hesaplanan günlük kullanım değerleri % 99, % 95, % 90, % 85, %80 ve % 75 servis düzeyleri için sırasıyla 1.99,1.95,1.9,1.85,1.8 ve 1.75 ile çarpılacaktır. v^2 değeri içinse elde edilen sipariş miktarlarının 0.1'i kadarının karesi alınacaktır.

Bu uygulamadaki amaçlardan biri kümelenendirmenin envanter maliyetlerini düşürdüğüünün kanıtlanmasıdır. yanı sıra her küme için tek bir k_i yani güvenlik faktörü değerinin de bulunmasıdır. Böylelikle kümedeki her birim için bulunan bu tek güvenlik faktörü $R_i = \mu_i + k_i \sigma_i$ formülünde kullanılarak değişik servis düzeyleri için yeni bir yeniden sipariş noktası bulunması sağlanmaktadır.

% 99 Servis Düzeyi için Maliyetler(Toplam 1725 Kg):

1) Kıvamlaştırıcı: λ değeri % 50 servis düzeyi için yani ortalama 17 kg'dır. %99 için:

$$\lambda = 17 * 1.99 = 33.83, \mu = 33.83(27) = 913.41$$

$$\sigma_1^2 = 27(11.44) + 1144.5(25) = 28921.4$$

$$R_1 - \mu_1 = 920 - 913.41 = 6.59 = I_1, C(h)_1 = 393.25 \text{ milyon/birim*yıl}$$

$$c_1 = 393.25/2 = 196.63$$

$$C(k) = 913.41(196.63) + 393.25(6.59) = 182.2 \text{ milyar TL}$$

2) Köpük Kesici: $\lambda = 17 * 1.99 = 33.83, \mu = 33.83 * 3 = 101.49$

$$\sigma_2^2 = 3(11.44) + 1144.5(4) = 4612.32$$

$$R_2 - \mu_2 = 102 - 101.49 = 0.51$$

$$c_2 = 102/2 = 51$$

$$C(k) = 101.49(51) + 0.55(102) = 5.228 \text{ milyar TL}$$

3) Pigment: $\lambda = 83.3(1.99) = 165.77, \mu = 165.77(35) = 5801.95$

$$\sigma_3^2 = 35(274.8) + 27479.7(49) = 1356123.3$$

$$R_3 - \mu_3 = 5831 - 5801.95 = 29.05$$

$$c_3 = 1320/2 = 660$$

$$C(k) = 5801.95(660) + 29.05(1320) = 3867.63 \text{ milyar TL}$$

4) Islatici: $\lambda = 17(1.99) = 33.83, \mu = 33.83(30) = 994.5$

$$\sigma_4^2 = 30(11.44) + 1144.5(36) = 41545.2$$

$$R_4 - \mu_4 = 1020 - 1014.9 = 5.1$$

$$c_4 = 90/2 = 45$$

$$C(k) = 45(1014.9) + 90(5.1) = 46.13 \text{ milyar TL}$$

5) Dolgu: $\lambda = 208.3(1.99) = 414.5, \mu = 414.5(2) = 829.04$

$$\sigma_5^2 = 2(1718.3) + 4(171826.8) = 690743.8$$

$$R_5 - \mu_5 = 833 - 829.04 = 3.96$$

$$c_5 = 68/2 = 34$$

$$C(k) = 829.04(34) + 3.96(68) = 28.46 \text{ milyar TL}$$

6) Yumuşatıcı: $\lambda = 17(1.99) = 33.83, \mu = 33.83(27) = 913.41$

$$\sigma_6^2 = 27(11.44) + 49(1144.5) = 56389.4$$

$$R_6 - \mu_6 = 920 - 913.41 = 6.59$$

$$c_6 = 130.8/2 = 65.4$$

$$C(k) = 65.4(913.41) + 130.8(6.59) = 60.6 \text{ milyar TL}$$

7) Bağlayıcı: $\lambda = 250(1.99) = 497.5, \mu = 497.5(2) = 995$

$$\sigma_7^2 = 2(247.51) + 247506.3(4) = 994975.3$$

$$R_7 - \mu_7 = 1000 - 995 = 5$$

$$c_7 = 232.5/2 = 116.25$$

$$C(k) = 116.8 \text{ milyar TL}$$

8) Kosolvent: $\lambda = 17(1.99), \mu = 33.83(6) = 202.98$

$$\sigma_8^2=10369.1$$

$$R_8 - \mu_8 = 204 - 202.98 = 1.02$$

$$c_8 = 528/2 = 264$$

$$C(k) = 54.12 \text{ milyar TL}$$

$$9) \text{ Su: } \lambda = 208.3(1.99) = 414.52, \mu = 414.52(1) = 414.52$$

$$\sigma_9^2 = 44653.3$$

$$R_9 - \mu_9 = 416.6 - 414.52 = 2.08$$

$$c_9 = 0.825/2 = 0.4125$$

$$C(k) = 0.173 \text{ milyar TL}$$

$$10) \text{ Ambalaj: } \lambda = 17(1.99) = 33.83, \mu = 33.83(3) = 101.49$$

$$\sigma_{10}^2 = 1178.82$$

$$R_{10} - \mu_{10} = 102 - 101.49 = 0.51$$

$$c_{10} = 88/2 = 44$$

$$C(k) = 4.51 \text{ milyar TL}$$

$$\text{Miks 1: } \mu = 1011.73 = I_{11}$$

Miks 1'in σ^2 değerin hesaplanması için pigment, dolgu, kosolvent ve suyun varyans değerlerinin toplamı alınacaktır. Yalnız kosolventin sadece yarısı miks 1'de geri kalanı miks 2'de kullanıldığından kosolventin λ değerinin yarısı olan 16,915 değerine göre varyans hesaplanıp miks 1 ve 2'nin varyanslarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Buna göre;

$$\sigma_8^2 = 2.86(6) + 286.12(9) = 2592.24 \text{ olmaktadır.}$$

Oluşan kümenin varyansı hesaplanırken de $\lambda = 33.83$ değerine göre hesaplanan varyans kullanılacaktır.

$$\sigma_{11}^2 = 1356123.3 + 690743.8 + 2592.24 + 44675 = 2094134.34$$

$$c_{11} = 253.15$$

$$C(k) = 1011.73(253.15)^2 = 512.24 \text{ milyar TL}$$

$$\text{Miks 2 : } \mu = 1526.12 = I_{12}$$

$$\sigma_{12}^2 = 2094134.34 + 994975.3 + 2592.24 = 3091701.88$$

$$c_{12} = 249.1$$

$$C(k) = 1527.83(249.1)^2 = 760.3 \text{ milyar TL}$$

$$\text{Miks 3: } \mu = 1661.44 = I_{13}$$

$$\sigma_{13}^2 = 3091701.88 + 28921.4 + 4612.35 + 41545.2 + 56389.4 = 3223170.23$$

$$c_{13} = 243.6$$

$$C(k) = 1663.15(243.6)^2 = 809.5 \text{ milyar TL}$$

$$\text{Kümelendirme yapılmadan toplam envanter maliyeti: 6447.89 milyar TL}$$

Bundan sonraki aşamada kümelendirme yapılarak envanter maliyeti hesaplanacak ve bu değer küme dışında kalan 3 ve 7(pigment ve bağlayıcı) birimlerinin maliyetleriyle toplanacaktır. Kümeye ait olan C(h), c, μ ve I değerlerinin hesaplanması için daha önce yapıldığı gibi küme içindeki birimlerin toplam ağırlıklarına göre ağırlık oranları alınarak kendi C(h), c, μ ve I değerleriyle çarpılıp bunların toplamı alınmıştır. Daha sonraki servis düzeyleri için C(h) ve c değerleri sabit kalmaktadır.

$$C(h) = 0.0063(393.25) + 0.0063(102) + 0.0063(90) + 0.079(68) + 0.0063(130.8) + 0.0063(528) + 0.079(0.825) + 0.0063(88) + 0.194(253.15) + 0.292(249.1) + 0.32(243.6) = 213.38$$

$$c = 0.0063(196.63) + 0.0063(51) + 0.0063(45) + 0.079(34) + 0.0063(65.4) + 0.0063(264) + 0.079(0.4125) + 0.0063(44) + 0.194(253.15) + 0.292(249.1) + 0.32(243.6) = 206.5$$

$$\mu = 0.0063(913.41) + 0.0063(101.49) + 0.0063(1014.9) + 0.079(829.04) + 0.0063(913.41) + 0.0063(202.98) + 0.079(414.52) + 0.0063(101.49) + 0.194(1011.73) + 0.292(1526.12) + 0.32(1661.44) = 1292.25$$

$$I=0.0063(6.59)+0.0063(0.51)+0.0063(5.1)+0.079(3.96)+0.0063(6.59)+0.0063(1.02) \\ +0.079(2.08)+0.0063(0.51)+0.194(1011.73)+0.292(1526.12)+0.32(1661.44)=1174.15 \\ \sigma_k^2=28921.4+4612.35+41545.2+690743.8+56389.4+10369.1+44675+1178.82+ \\ 2094134.34+3091701.88+3223170.23 =9287441.52$$

$$\sigma_k=3047.53$$

$$C(k)=213.38(1174.15)+206.5(1292.25)=517.39 \text{ milyar TL}$$

Kümelendirme yapılarak bulunan toplam envanter maliyeti: 4501.82 milyar TL

Aradaki fark: 1946.07 milyar TL

Fark yüzdesi: $(1995.14/6497.5)*100= \% 30.2$

Eğer bu servis düzeyi için hammaddelerin yeni yeniden sipariş noktaları bulunmak istenirse;

$$I=k\sigma_k, 1174.15=3047.53(k), k=0.39$$

Örneğin kıvamlştırıcının yeni yeniden sipariş noktası;

$$\sigma_1^2=28921.4, \sigma_1=170.1$$

$$R_1=913.41+0.39(170.1)=979.75 \text{ olacaktır.}$$

Böylelikle $0.39(170.1)=66.34$ kadar elimizde envanter bulunacak, $66.34/33.83 \cong 2$ günlük tedarik süresinde olası gecikmelere karşı elimizde fazladan stok bulunacaktır. Böylece son ürün için alınan siparişlerin yetişmemesi veya gecikmesinden kaynaklanan zarar da önlenecektir.

% 95 Servis Düzeyi için Maliyetler(1690 Kg için):

Daha önceden yapıldığı gibi ortalama λ değerleri 1.95 ile çarpılmakta ve eldeki envanter μ değerinin mevcut R değerinden çıkarılmasıyla bulunmaktadır.

$$1: \lambda=17(1.95)=33.15, \mu=33.15(27)=895.05$$

$$\sigma_1^2=27(11)+25(1099)=27772$$

$$R_1 - \mu_1 = 920 - 895.05 = 24.95$$

$$c_1=196.63$$

$$C(k)=196.63(895.05)+393.25(24.95)=185.8 \text{ milyar TL}$$

$$2: \sigma_2^2=4429, C(k)=5.33 \text{ milyar TL}$$

$$3: \sigma_3^2=1302181.8, C(k)=3944.6 \text{ milyar TL}$$

$$4: \sigma_4^2=39894, C(k)=47.05 \text{ milyar TL}$$

$$5: \sigma_5^2=663293.6, C(k)=29.02 \text{ milyar TL}$$

$$6: \sigma_6^2=54148, C(k)=61.8 \text{ milyar TL}$$

$$7: \sigma_7^2=955378.4, C(k)=119.16 \text{ milyar TL}$$

$$8: \sigma_8^2=9957, \sigma^2=2502.55, C(k)=55.2 \text{ milyar TL}$$

$$9: \sigma_9^2=42899.6, C(k)=0.176 \text{ milyar TL}$$

$$10: \sigma_{10}^2=1132, C(k)=4.6 \text{ milyar TL}$$

$$11: \mu=991.42=I, \sigma_{11}^2=201877.55$$

$$C(k)=501.96 \text{ milyar TL}$$

$$12: \mu=1495.5=I, \sigma_{12}^2=2968758.5$$

$$C(k)=745.06 \text{ milyar TL}$$

$$13: \mu=1628.1=I, \sigma_{13}^2=3095001.5$$

$$C(k)=793.2 \text{ milyar TL}$$

Kümelendirme yapılmadan toplam envanter maliyeti: 6492.96 milyar TL

Kümelendirme:

$$C(h)=213.38$$

$$c=206.5$$

$$\mu=1266.36$$

$$I=1153$$

$$C(k)=206.5(1266.36)+213.38(1153)=507.5 \text{ milyar TL}$$

Kümelenendirmeyle bulunan toplam envanter maliyeti: 4571.26 milyar TL

Aradaki fark ve yüzdesi: 1921.7 milyar TL, %29.6

$\sigma_k^2 = 8918162.75$, $\sigma_k = 2986.33$

$k=0.39$

Diğer servis düzeyleri için de toplam maliyetler, farkları ve yüzdeleri de hesaplandıktan sonra ortaya şu şekilde bir tablo çıkar.(Tablo 25):

TABLO 25

<i>Servis</i>	<i>Toplam Maliyetler(milyar TL)</i>				
Düzeyi	Kümelenendirmeden	Kümelenendirerek	Fark	% Fark	k değerleri
% 99	6447.89	4501.82	1946.07	30.2	0.39
% 95	6492.96	4571.26	1921.7	29.6	0.39
% 90	6549.41	4658.16	1891.25	28.9	0.39
% 85	6605.5	4744.88	1860.62	28.2	0.39
% 80	6661.73	4831.61	1830.12	27.5	0.39
% 75	6718	4912.7	1805.3	26.9	0.39

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi kümelenendirme sayesinde toplam envanter maliyetinde büyük düşüş gözlenmektedir. Servis düzeyi arttıkça kümelenendirmenin oluşturduğu fark da artmaktadır. Daha önceden incelenen araştırmada [Moon-Srinivasan, 1999] kümelenendirme maliyetlerinin optimum maliyetlerle karşılaştırması yapılmaktaydı. Alınan verilerin değerlendirilmesine ve bu elde edilen sonuçlara göre firmanın envanter seviyelerinde optimizasyon yapması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca bu değişik servis düzeylerinde hesaplanan k değerleri de aynı çıkmıştır. Küme içindeki hammaddelerin envanter düzeylerinin optimizasyonu ve tedarik süresinde görülebilecek olası gecikmelere karşı stok bulundurmak için de bu hesaplanan ortak k değerine göre R_k değerlerini yeniden hesaplamaları gerekmektedir.

SONUÇ:

Bu araştırmada günümüz iş dünyasında satın alma, üretim, dizayn, depolama, dağıtım, lojistik ve satış gibi konularda firmaların dahil olmak zorunda olduğu global bir zincir olan tedarik zincirinde bulunan stok birimlerinin envanter düzeylerini(miktarlarını) ekonomik olacak şekilde yeniden ayarlamak, bu ayarlamayla envanter maliyetlerini azaltmak ve bu ayarlama sayesinde tedarik zincirlerinde bulunan çok miktarda stok birimine ait olan hesaplama yükünün azaltılması amaçlanmıştır. Ele alınıp araştırılan makalede bu amacı gerçekleştirmek için üretim kapsamında üretilen son ürün için gerekli olan stok birimleri arasındaki benzerliklerin ölçülüp kümelenmesi yoluna gidilmiştir. Bu araştırmanın uygulamasını yaparken de bu ele alınan makalede uygulanan yöntemler takip edilmiştir.

Bu araştırmada öncelik olarak tezin uygulanmasında ve anlaşılmasında fayda sağlayacak olan tedarik zinciri ve kümelenme konuları ve bunların içeriği araştırılmıştır. Özellikle makalede uygulanan ortalama birleştirme yöntemiyle hiyerarşik kümelenmenin anlaşılması bakımından yararı olmuştur. Bunlardan sonraki bölümde ise ele alınan makalede gösterilen sırasıyla stok birimlerinin parametrelerine göre aralarındaki mesafelerin ölçülmesi, hiyerarşik kümelenme kullanılarak bu mesafelerin en azından başlayarak uygun küme yapılarının ve bu yapılara göre olabilecek küme miktarlarının ortaya çıkarılması, uygun küme miktarının Calinski-Harabasz indeksine göre bulunması, birimler dökümünün yeniden ayarlanması ve son olarak kümelenmeyle ortaya çıkan envanter maliyetinin kümelenmeden ortaya çıkanla karşılaştırılıp ortaya çıkan sonuçlar anlatılmıştır.

Bu araştırmanın uygulaması için de Betek Boya fabrikasının temel ürünlerinden olan beyaz boyanın üretimi seçilmiş ve bu ürünün hammaddeleri hakkındaki veriler alınmıştır. Yalnız uygulamanın ele alınan makalede olduğu gibi daha geniş çapta olması için stok birimlerini oluşturan hammaddelerin de parametrelerine ulaşılması düşünülmüş, fakat bu hammaddelerin çoğu yurtdışından elde edildiği için bu mümkün olmamıştır. Ama tedarik zincirlerinde fabrika veya üretim içindeki bölümler de birbirinin müşterisi sayıldığından, stok birimlerinin kullanıldığı aşamalar da aynı zamanda üretim içi bölümler olduğundan ele alınan makaledeki yapının uygulanmasında zorluk olmamıştır. Ele alınan makalede oluşan zincir yapısında Tablo 23'de gösterilen değişik merkezlerdeki ve düzeylerdeki stok birimleri arasında belli bir ilişkinin bulunması zorunluluğu getirilmemiştir. Stok birimlerinin envanter miktarları son üründe kullanım oranlarına yani ağırlıklarına göre ayarlandığından gerek Calinski-Harabasz indeksine göre küme miktarının hesaplanmasında gerekse hammaddeler için r , Q , C_s ve C_h değerlerinin ve oluşan küme için C_h , μ , c ve I değerlerinin hesaplanmasında stok birimlerinin oluşturduğu miks veya oluşturduğu küme içindeki ağırlıklarına göre ortalamaları alınmıştır. Calinski-Harabasz indeksinde oluşan kümeye göre stok birimlerinin matris içindeki yeni parametrelerinin nasıl hesaplandığı konusunda bir bilgi olmadığından hesaplamada stok birimlerinin ağırlıklı ortalamalarından faydalanılmıştır. Aynı şekilde oluşan kümelerdeki σ^2 değerlerinin nasıl hesaplandığı konusunda da bilgi bulunmadığından kümeyi oluşturan birimlerin σ^2 değerlerinin toplamı alınmıştır. Yapılan uygulamadaki ortaya çıkan birimler dökümü de ele alınan makaledeki örneklerin tamamen aynısı olmasa bile oluşan küme yapısı ve miktarına uygun olarak yeniden ayarlanmıştır.

Uygulama sonucunda ele alınan makalede de öngörüldüğü gibi kümelenmeyle hesaplanan envanter maliyeti kümelenme yapılmadan hesaplanandan

daha düşük çıkmıştır. Ele alınan makalede bu karşılaştırma kümелendirmeden hesaplanan optimum maliyetle yapılmaktadır ve kümелendirme maliyetleri ise buna eşit veya az bir farkla fazladır. Yapılan uygulamada kümелendirmeden hesaplanan maliyetin fazla çıkması firmanın envanter seviyelerinde optimizasyon yapması gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak bu uygulama stok birimleri arasında belli bir ilişki gözetilmeden yapılmış ve beklenen sonuçları vermiştir. Ele alınan makalenin gösterdiği kümелendirmenin envanter maliyetini azaltması, bulunan k faktörlerine göre envanter düzeylerini yeniden ayarlama ve envanter yönetiminde oluşan envanter miktarı, k faktörü ve diğer stok parametrelerini hesaplama yükünü azaltması sonucu bu yöntemin özellikle çok fazla hammaddenin kullanıldığı son ürünlerin üretiminde kullanılmasının fayda sağlayacağını göstermektedir.

KAYNAKÇA

MAKALELER:

- Axsater S.: "Aggregation of product data for hierarchical planning." **Operations Research**, 1981;29:744-756
- Baker F.B., Hubert L.: "Measuring the power of hierarchical analysis". **Journal of the American Statistical Association**, 1975;70:31-38
- Ettl M, Feigin GE, Lin GY, Yao DD.: "A supply network model with base-stock control and service requirements." **Operations Research**, 2000;48:216-232
- Hansen P., Jaurnard B.: "Cluster analysis and mathematical programing". **Mathematical Programing**, 1997;79:191-215
- Hyer N.L., Wemmerlow U.: "US group technology in US manufacturing industry: a survey of current practices". **International Journal of Productions Research**, 1989;27:1287-1304
- Jensen, R.E.: "A Cluster Analysis Study of Financial Performance of Selected Business Firms," **The Accounting Review** , 1971; January:36-56
- Klastorin T.D.: "The p-median problem for cluster analysis: a comprehensive test using mixture model approach," **Management Science**, 1985;31:84-95
- Lee H.L., Billington C.: "Material management in decentralized supply chains," **Operations Research**, 1993;41:835-847
- Liu C.M.: "Clustering Techniques for stock location and order picking in a distribution center ," **Computers and Operational Research** , 1999;26:989-1002
- Milligan G.W., Cooper M.C.: "An examination of procedures for determining the number of clusters in a data set," **Psychometrica** , 1985;50:159-179
- Mulhern F.J., Carpara R.J.: "A nearest neighbour model for forecasting market response," **International Journal of Forecasting**, 1994;10:191-207
- Srinivasan M, Moon YB.: "A comprehensive clustering algorithm for strategic analysis of supply chain networks," **Computers&Industrial Engineering**, 1999;36:615-633

KİTAPLAR:

- Anderberg M.R.: **Cluster Analysis for Applications.**, Academic Press, London, 1973
- Arabie P. v.d.: **Clustering and Classification**, New Jersey, World Scientific, 1996
- Beamish P.W., v.d. : **International Management** , Irwin Inc. Homewood, USA. 1991
- Buffa E.S., Taubert W.H.: **Production Inventory Systems Planning and Control**, Illinois, Irwin-Inc., 1972
- Dornier P.P., v.d.: **Global Operations and Logistics**, New York, John Wiley and Sons, , 1998
- Duran B.S., Odell P.L. : **Cluster Analysis a Survey** , New York, Springer Verlag, 1974
- Handfield R.B., Nichols J.R.: **Introduction to Supply Chain Management**, New Jersey, Prentice Hall, 1999
- Kroenke D.M., Dolan K.A.: **Business Computer Systems (An Introduction)**, 4th Edition, USA, 1990
- Sundaram A.K., Black J.S.: **International Business Environment**, New Jersey, Prentice Hall, 1995

