

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Hande ERDOĞAN AKTAN

ÜRÜN-TEDARİK ZİNCİRİ STRATEJİLERİNİN EŞLEŞTİRİLMESİ ve HİBRİT TEDARİK
ZİNCİRİ STRATEJİSİNDE SİPARİŞ KESİŞİM NOKTASININ BELİRLENMESİ

İşletme Ana Bilim Dalı
Doktora Tezi

Antalya, 2014

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Hande ERDOĞAN AKTAN

ÜRÜN-TEDARİK ZİNCİRİ STRATEJİLERİNİN EŞLEŞTİRİLMESİ ve HİBRİT TEDARİK
ZİNCİRİ STRATEJİSİNDE SİPARİŞ KESİŞİM NOKTASININ BELİRLENMESİ

Danışman

Doç. Dr. Gökhan AKYÜZ

İşletme Ana Bilim Dalı

Doktora Tezi

Antalya, 2014

Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Hande ERDOĞAN AKTAN'ın bu çalışması jürimiz tarafından İşletme Ana Bilim Dalı Doktora Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Can Deniz KÖKSAL (İmza)

Üye (Danışmanı) : Doç. Dr. Gökhan AKYÜZ (İmza)

Üye : Prof. Dr. Mustafa Zihni TUNCA (İmza)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ümit K. SEYFETTİNOĞLU (İmza)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Emre ÇETİN (İmza)

Tez Başlığı : Ürün-Tedarik Zinciri Stratejilerinin Eşleştirilmesi ve Hibrit Tedarik Zinciri Stratejisinde Sipariş Kesişim Noktasının Belirlenmesi

Onay : Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi : 23/06/2014

Mezuniyet Tarihi : 10/07/2014

Prof. Dr. Zekeriya KARADAVUT
Müdür

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
TABLOLAR LİSTESİ	vi
KISALTMALAR LİSTESİ	viii
ÖZET	x
SUMMARY	xii
ÖNSÖZ	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

YALIN ve ÇEVİK ÜRETİM SİSTEMLERİ

1.1. Yalın Üretim Sistemi	7
1.1.1. Yalın Üretim Sistemi Yöntemleri ve Araçları	10
1.1.2. Yalın Üretim Sistemi Bileşenleri	12
1.1.3. Yalın Düşünce Kavramsal Modeli	15
1.2. Çevik Üretim Sistemi	18
1.2.1. Çevik Üretimin Özellikleri	23
1.2.2. Çevik Üretimin Boyutları	25
1.2.3. Çevik Üretim Kavramsal Modeli	28
1.2.3.1. Çeviklik Yönlendiricileri	28
1.2.3.2. Çeviklik Yetenekleri	29
1.2.3.3. Çeviklik Sağlayıcıları	30
1.3. Yalın Üretim ve Çevik Üretim Sistemlerinin Karşılaştırılması	33

İKİNCİ BÖLÜM

YALIN, ÇEVİK ve HİBRİT TEDARİK ZİNCİRİ STRATEJİLERİ

2.1. Yalın Tedarik Zinciri Stratejisi	39
2.1.1. Yalın Tedarik Zinciri Bileşenleri	42
2.1.2. Yalın Tedarik Zinciri Model Tasarımı	44
2.2. Çevik Tedarik Zinciri Stratejisi	45
2.2.1. Çevik Tedarik Zinciri Stratejisi Özellikleri	48
2.2.2. Çevik Tedarik Zinciri Modeli	50
2.2.2.1. Kitlesele Kişiselleştirme Yaklaşımı	52
2.2.2.2. Erteleme Yaklaşımı	54

2.3. Yalın ve Çevik Tedarik Zinciri Stratejilerinin Karşılaştırılması	56
2.4. Hibrit Tedarik Zinciri Stratejisi	60
2.4.1. Sipariş Eşleştirme Noktası (DP)	67
2.5. Ürün ve Tedarik Zinciri Stratejisi İlişkisi	71
2.5.1. Ürün ve Tedarik Zinciri Stratejisi Eşleştirmesi Yazın Taraması	72
2.5.2. Ürüne Uygun Tedarik Zinciri Stratejisi Seçimi	76
2.5.3. DP'nin Yerinin Belirlenmesinde Etkili Olan Kriterler	79
2.5.4. DP'nin Zincir Boyunca Hareketinin Etkileri	84

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÖNERİLEN MODELDE KULLANILAN YÖNTEMLER

3.1. Ürün Ailesi Oluşturma Yöntemi	87
3.1.1. Ürün Ailesi Oluşturma Metodolojisi	89
3.1.2. Matrisleri Oluşturma	89
3.1.3. Ağırlıklandırma ve Tek Matrise İndirgeme	92
3.1.4. Kümeleme Yöntemleri	92
3.2. Bulanık Dematel Yöntemi	94
3.3. Dematelli ANP (DANP) Yöntemi	101
3.4. Bulanık TOPSIS Yöntemi	114
3.5. Hedef Programlama Yöntemi	118
3.5.1. 0 - 1 Hedef Programlama Yöntemi	120

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ÜRÜNLERİN TEDARİK ZİNCİRİ STRATEJİLERİYLE EŞLEŞTİRMEYE ve DP SEÇİMİNE YÖNELİK UYGULAMA

4.1. İşletme Hakkında Genel Bilgi	124
4.2. Metodoloji	124
4.3. Verilerin Toplanması ve Düzenlenmesi	126
4.4. Ürünlerin Sınıflandırılması	129
4.5. Ürünlerin Tedarik Zinciri Stratejileri ile Eşleştirilmesi	130
4.6. Eşleştirilmeyen Ürünlerin Ürün Ailelerine Kümelenmesi	131
4.6.1. Kriter Matrislerinin Oluşturulması	131
4.6.2. Kriterlerin Ağırlıklandırılması	133
4.6.3. Kriter Matrislerinin Tek Matrise İndirgenmesi	135
4.7. Ürün Ailelerinin Sınıflandırılması	135

4.8. Ürün Ailelerinin Tedarik Zinciri Stratejileri ile Eşleştirilmesi	138
4.9. Seçilen Hibrit Ürün Ailesi İçin DP Konumunun Belirlenmesi	140
4.10. Bulanık Dematel Yöntemi	140
4.10.1. Bulanık Dematel Yönteminin Boyutlara Uygulanması	140
4.10.2. Bulanık Dematel Yönteminin Her Bir Boyut İçin Uygulanması	144
4.10.3. Bulanık Dematel Yönteminin Tüm Kriterler İçin Uygulanması	148
4.11. DP Yerini Etkileyen Kriterlerin Ağırlıklarının Hesaplanması	154
4.12. DP Yerinin Seçimi İçin Alternatiflerin Değerlendirilmesi	160
4.13. 0-1 Hedef Programlama Yöntemi ile Alternatiflerin Değerlendirilmesi	165
SONUÇ	168
KAYNAKÇA	173
EKLER	
EK 1- Ürünlerin Talep Matrisi	201
EK 2- Müşteri Uyum Matrisi	203
EK 3- Teknolojik Uyum Matrisi	205
EK 4- Ürün-Parça Matrisi	207
EK 5- Modülerite Matrisi	209
EK 6- Benzerlik Matrisi	211
EK 7- R_{pq} Matrisi	213
EK 8- Yeniden Kullanılabilirlik Matrisi	215
EK 9- İndirgenmiş Matris	217
EK 10- Elde Edilen Ürün Aileleri ve Benzerlik Seviyeleri	219
ÖZGEÇMİŞ	221

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Üretim Sistemlerinde Gelişim Süreci	5
Şekil 1.2. Yalın Üretimin Odaklandığı Kayıplar	9
Şekil 1.3. Yalın Ev	17
Şekil 1.4. Çevik Üretimin Yapısı	22
Şekil 1.5. Çevikliğin Boyutları	26
Şekil 1.6. Çeviklik Sağlayıcıları	30
Şekil 2.1. Yalın Tedarik Zinciri Bileşenleri	43
Şekil 2.2. Çevik Tedarik Zincirinin Özellikleri	49
Şekil 2.3. Çevik Tedarik Zinciri ile İlişkili Yaklaşımlar	52
Şekil 2.4. Pareto Dağılımı	63
Şekil 2.5. Baz ve Dalgalı Talep	63
Şekil 2.6. Yalın (a), Çevik (b) ve Hibrit (c) Tedarik Zincirleri	64
Şekil 2.7. Zaman - Mekan Matrisi	65
Şekil 2.8. Hibrit Tedarik Zincirinin Rekabet Avantajı	66
Şekil 2.9. Hibrit Tedarik Zincirinde Yalın ve Çevik Stratejiler	67
Şekil 2.10. Hibrit Tedarik Zincirinde DP'nin Yeri	68
Şekil 2.11. Hibrit Tedarik Zincirlerinde Farklı Malzeme DP'leri	70
Şekil 2.12. Ürün - Tedarik Zinciri Matrisi	73
Şekil 3.1. Üçgensel Bulanık Sayı	96
Şekil 3.2. Etki Haritası	99
Şekil 3.3. Ağ Modeli	103
Şekil 3.4. Hiyerarşik (a) ve Ağ (b) Model Yapısı	104
Şekil 3.5. M_1 ve M_2 Arasındaki Kesişim Noktası	107
Şekil 3.6. A Elemanının B Elemanı Üzerinde Doğrudan ve Dolaylı Etkileri	108
Şekil 3.7. Hiyerarşik (a) ve Ağ (b) Model İçin Süpermatris Yapısı	109
Şekil 4.1. Çalışmada İzlenen Metodoloji ve Kullanılan Yöntemler	125
Şekil 4.2. Ürünlerin Dağılımı	138
Şekil 4.3. Boyutlar Arası Etki-Neden Diyagramı	143
Şekil 4.4. Pazar Boyutuna Ait Kriterler Arası Etki-Neden Diyagramı	145
Şekil 4.5. Ürün Boyutuna Ait Kriterler Arası Etki-Neden Diyagramı	146
Şekil 4.6. Proses Boyutuna Ait Kriterler Arası Etki-Neden Diyagramı	147
Şekil 4.7. Tüm Kriterlere Ait Etki-Neden Diyagramı	150
Şekil 4.8. Ağ İlişkileri Haritası	155

Şekil 4.9. Üretim Akış Şeması	161
Şekil 4.10. Alternatif Seçimi İçin Kurulan Model	162
Şekil 4.11. Bulanık Ortamda DANP-TOPSIS Yöntemine Göre DP Konumu	163

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Üretim Sistemleri Amaçlarının Karşılaştırılması	6
Tablo 1.2. Üretim Süreçlerinin Etkileri	7
Tablo 1.3. İşletme Süreçlerinde Çeviklik	19
Tablo 1.4. Çevik Üretimin Tanımı	23
Tablo 1.5. Çevik ve Esnek Üretim Sistemlerinin Karşılaştırılması	25
Tablo 1.6. Çeviklik Sağlayıcıları	32
Tablo 2.1. Üretimdeki Yedi Kaybın Tedarik Zincirindeki Karşılıkları	40
Tablo 2.2. Kitlesele Üretimle Kitlesele Kişiselleştirme Arasındaki Farklar	53
Tablo 2.3. Kitlesele Kişiselleştirme ve Erteleme Arasındaki İlişki	56
Tablo 2.4. Yalın ve Çevik Tedarik Zinciri Karşılaştırılması	57
Tablo 2.5. Yalın ve Çevik Stratejileri Özelliklerinin Karşılaştırılması	57
Tablo 2.6. Yalın ve Çevik Stratejilerde Teslim Sürelerini İyileştirme Yöntemleri	58
Tablo 2.7. Yalın, Çevik ve Hibrit Tedarik Zinciri Stratejilerinin Karşılaştırılması	62
Tablo 2.8. Farklı Hibrit Tedarik Zinciri Yaklaşımları	66
Tablo 2.9. DP'nin Her İki Yanında Kalan Kısımların Karşılaştırılması	71
Tablo 2.10. Tedarik Zinciri Stratejisi Eşleştirmesi İçin Ürün Sınıflandırma Kriterleri	76
Tablo 2.11. Ürün Tipi ve Ömür Döngüsünün Tedarik Zinciri Stratejileri ile İlişkileri	77
Tablo 2.12. Tedarik Zinciri Stratejilerine Göre Sipariş Kazandırıcı ve Niteleyiciler	77
Tablo 2.13. Fonksiyonel - Yenilikçi Ürün Karşılaştırılması	78
Tablo 2.14. DP Konumunu Etkileyen Kriterler	80
Tablo 2.15. DP'nin İleriye Hareket Ettirilme Nedenleri ve Olası Negatif Etkileri	85
Tablo 2.16. DP'nin Geriye Hareket Ettirilme Nedenleri ve Olası Negatif Etkileri	86
Tablo 3.1. Ürünler Arası Uyumluluk Değerleri	91
Tablo 3.2. Kümeleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması	93
Tablo 3.3. Dematel için Bulanık Dilsel Ölçek	98
Tablo 3.4. İkili Karşılaştırmalar için Bulanık Dilsel Ölçek	105
Tablo 3.5. Tesadüflük Endeksi	106
Tablo 3.6. Kriter Ağırlıklarını Belirlemede Kullanılan Bulanık Dilsel Ölçek	115
Tablo 3.7. Alternatif Sıralamasında Kullanılan Bulanık Dilsel Ölçek	115
Tablo 3.8. Uygulamada Kullanılan Yöntemlere Ait Yazın Taraması	122
Tablo 4.1. Yenilikçi Ürünlerin Sınıflandırılması ve İyileştirme Önerileri	129
Tablo 4.2. Tedarik Zinciri Stratejileri ile Eşleştirilen Ürünler ve DP Konumları	131
Tablo 4.3. Ürün Modülerite Seviyeleri	133

Tablo 4.4. Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	134
Tablo 4.5. Durulaştırılmış Matris	134
Tablo 4.6. Kriterlerin Ağırlıkları	134
Tablo 4.7. Ürün Ailesi Etkinlikleri	136
Tablo 4.8. Ürün Ailelerinin Ürün Tipi Açısından Değerlendirilmesi	137
Tablo 4.9. Hibrit Ürün Aileleri	139
Tablo 4.10. Birinci Karar Vericinin Boyutları Değerlendirmesi	141
Tablo 4.11. Boyutlara Ait Z Matrisi	142
Tablo 4.12. Boyutlara Ait X Matrisi	142
Tablo 4.13. Boyutlara Ait T Matrisi	142
Tablo 4.14. Boyutlara Ait Satır ve Sütun Toplamları	142
Tablo 4.15. Pazar Boyutu Kriterlerine Ait Z , X ve T Matrisleri	144
Tablo 4.16. Pazar Boyutu Kriterlerine Ait Satır ve Sütun Toplamları	144
Tablo 4.17. Ürün Boyutu Kriterlerine Ait Z , X ve T Matrisleri	145
Tablo 4.18. Ürün Boyutu Kriterlerine Ait Satır ve Sütun Toplamları	145
Tablo 4.19. Proses Boyutu Kriterlerine Ait Z , X ve T Matrisleri	146
Tablo 4.20. Proses Boyutu Kriterlerine Ait Satır ve Sütun Toplamları	146
Tablo 4.21. Tüm Kriterlere Ait Z Matrisi	148
Tablo 4.22. Tüm Kriterlere Ait X Matrisi	148
Tablo 4.23. Tüm Kriterlere Ait T Matrisi	149
Tablo 4.24. Tüm Kriterlere Ait Satır ve Sütun Toplamları	149
Tablo 4.25. Normalize Edilmiş T_C Matrisi (T_C^∞)	156
Tablo 4.26. Normalize Edilmiş W Etki Matrisi	156
Tablo 4.27. Normalize Edilmiş T_D Matrisi (T_D^∞)	156
Tablo 4.28. DANP Yönteminde Ağırlıklandırılmış Süpermatris	157
Tablo 4.29. DANP Yönteminde Limit Süpermatris	157
Tablo 4.30. DANP Yöntemi ile Elde Edilen Kriter Ağırlıkları	157
Tablo 4.31. Kriter Ağırlıklarının Karşılaştırılması	159
Tablo 4.32. Bulanık Karar Matrisi	161
Tablo 4.33. Ağırlıklandırılmış Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi	161
Tablo 4.34. Alternatiflerin Çözümüne Olan Uzaklıkları	162
Tablo 4.35. Alternatiflerin Sıralanması	163
Tablo 4.36. Alternatif Sıralamalarının Karşılaştırılması	164
Tablo 4.37. Alternatiflerin Kaynak Gereksinimleri	165
Tablo 4.38. Kurulan 0-1 HP Modeli	166

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHP	Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)
ALC	Average-Linkage Clustering (Ortalama-Bağlantı Kümeleme)
ANP	Analytic Network Process (Analitik Ağ Süreci)
Ar-Ge	Araştırma-Geliştirme
ATO	Assemble to Order (Siparişe göre Montaj)
BOM	Bill of Material (Ürün Ağacı)
BPR	Business Process Reengineering (İş Süreçlerinin Yeniden Yapılandırılması)
CAD	Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CAE	Computer Aided Engineering (Bilgisayar Destekli Mühendislik)
CAM	Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli Üretim)
CAPP	Computer Aided Process Planning (Bilgisayar Destekli Süreç Planlama)
CAX	Computer Aided Technologies (Bilgisayar Destekli Teknolojiler)
CFCS	Converting Fuzzy Data into Crisp Scores (Bulanık Verileri Kesin Sayılara Dönüştürme)
CIM	Computer Integrated Manufacturing (Bilgisayar Bütünleşik Üretim)
CLC	Complete-Linkage Clustering (Tam Bağlantı Kümeleme)
CNC	Computer Numerical Control (Bilgisayar Sayımlı Kontrol)
CRM	Customer Relationship Management (Müşteri İlişkileri Yönetimi)
DANP	Dematel with Analytic Network Process (Dematelli Analitik Ağ Süreci)
DNC	Direct Numerical Control (Direkt Nümerik Kontrol)
DP	Decoupling Point (Sipariş Eşleştirme Noktası)
DTO	Design to Order (Siparişe göre Tasarım)
DLTO	Deliver to Order (Siparişe göre Teslimat)
ECR	Efficient Consumer Response (Etkin Tüketici Tepkisi)
EDI	Electronic Data Interchange (Elektronik Veri Değişimi)
ERP	Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlaması)
ETO	Engineer to Order (Siparişe göre Mühendislik)
FMS	Flexible Manufacturing System (Esnek Üretim Sistemi)
FNIS	Fuzzy Negative Ideal Solution (Bulanık Negatif İdeal Çözüm)
FPIS	Fuzzy Positive Ideal Solution (Bulanık Pozitif İdeal Çözüm)
HP	Hedef Programlama
IBM	International Business Machines (Uluslararası İş Makinaları)

IMVP	International Motor Vehicle Programme (Uluslar arası Motorlu Araç Programı)
IT	Information Technology (Bilgi Teknolojileri)
JIPM	Japon Institute of Plant Maintenance (Japon Planlı Bakım Enstitüsü)
JIT	Just-in-Time (Tam Zamanında)
LTO	Label to Order (Siparişe göre Etiketleme)
MRP	Material Requirements Planning (Malzeme İhtiyaç Planlaması)
MRP II	Manufacturing Resource Planning (Üretim Kaynakları Planlaması)
MTO	Make to Order (Siparişe göre Üretim)
MTS	Make to Stock (Stoka Üretim)
NIS	Negative Ideal Solution (Negatif İdeal Çözüm)
NRM	Network Relationship Management (Ağ İlişkileri Haritası)
OQ	Order Qualifier (Sipariş Niteleyici)
OW	Order Winner (Sipariş Kazandırıcı)
PC	Personal Computer (Kişisel Bilgisayar)
PIS	Positive Ideal Solution (Pozitif İdeal Çözüm)
P/D	Production Lead Time/Delivery Lead Time (Üretim Süresi/Teslim Süresi)
POS	Point of Sale (Satış Noktası)
PCB	Printed Circuit Board (Baskılı Devre Kartı)
PTO	Package to Order (Siparişe göre Paketleme)
QC	Quality Circle (Kalite Çemberi)
RMS	Reconfigurable Manufacturing System (Yeniden Ayarlanabilir İmalat Sistemi)
SCM	Supply Chain Management (Tedarik Zinciri Yönetimi)
SLC	Single-Linkage Clustering (Tek-Bağlantı Kümeleme)
SMED	Single Minute Exchange of Dies (Tekli Dakikalarda Kalıp Değiştirme)
STO	Source to Order (Siparişe göre Satınalma)
TPM	Total Productive Maintenance (Toplam Üretken Bakım)
TPS	Toyota Production System (Toyota Üretim Sistemi)
TQM	Total Quality Management (Toplam Kalite Yönetimi)
ÜA	Ürün Ailesi
WIP	Work-in-Process (Yarı Mamul)
ZOGP	Zero-One Goal Programming (0-1 Hedef Programlama)

ÖZET

Günümüzde işletmeler, varlıklarını sürdürebilmek ve pazar paylarını arttırabilmek için farklı ürünlere farklı tedarik zinciri stratejileri uygulayabilmektedir. Farklı tedarik zinciri stratejilerinin kullanılması, işletmelerin kitlesel kişiselleştirilmiş ürünlerini müşterinin istediği zamanda teslim etmelerini ve pazardaki hızlı değişimlere ayak uydurabilmelerini sağlamaktadır. Bu çalışmada, rekabet avantajını korumak ve rekabet üstünlüğü sağlamak adına çözüm önerileri sunabilmek için, mobilya bileşenleri üreten bir işletmenin ürünlerinin farklı tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçtan yola çıkılarak işletmenin tüm ürünleri incelenmiş ve ürünlerin % 98,9'unun fonksiyonel veya yenilikçi ürün olduğu tespit edilmiştir. Fonksiyonel veya yenilikçi ürün sınıflandırılmasına dahil olmayan ürünler ise ürün ailelerine kümelenmiştir. Kümeleme neticesinde elde edilen ürün aileleri de fonksiyonel veya yenilikçi olarak sınıflandırılmış, sırasıyla yalın ve çevik tedarik zincirleri stratejileri ile eşleştirilmiş ve bu stratejilere uygun olarak sipariş eşleştirme noktaları tespit edilmiştir. Herhangi bir sınıfta yer almayan ürün aileleri ise, hibrit tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmiştir. Bu eşleştirmede, sipariş eşleştirme noktası (DP) yaklaşımı tercih edilmiştir. Dokuz farklı ürün ailesi için bu noktanın tespit edilebileceği belirlenmiş olup, çalışmanın devamı için talep miktarı ve ürün çeşitliliği en fazla olan ürün ailesi seçilmiştir. Hibrit tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilen bu ürün ailesinde, DP'yi belirlemek amacıyla, pazar, ürün ve proses olmak üzere üç boyut altında talebin tahmin edilebilirliği, teslimat güvenilirliği, teslim süresi, sipariş büyüklüğü, sipariş sıklığı, modüler ürün tasarımı, stokta tutma maliyeti, geciken sipariş maliyeti, üretim süresi, proses ve çalışan esnekliği, darboğaz noktasının konumu olmak üzere on bir kriter belirlenmiştir. Bulanık Dematel yöntemi ile boyutlar, boyutlar altında yer alan kriterler ve tüm kriterlerin kendi aralarındaki ilişkiler incelenmiş, bu kriterlerin önemleri belirlenmiş, kriterler arası nedensel ilişkiler tespit edilmiş ve kriterlere ilişkin ağ ilişkileri haritası elde edilmiştir. Bu kriterlerin ağırlıkları DANP (Dematel with ANP) yöntemi ile hesaplanmıştır. Kriter ağırlıkları kullanılarak DP seçimi için bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmış ve kaplama iş istasyonu en uygun alternatif seçilmiştir. Bu iş istasyonuna kadar yalın stratejinin, ürünün farklılaştırılmaya başlandığı bu istasyondan sonra ise çevik stratejinin kullanılması gerekliliği tespit edilmiştir. Bulanık ortamda DANP-TOPSIS yöntemi kullanılarak alternatiflerin öncelik sıralaması yapılmış olmakla birlikte işletmenin belirli kısıtlar altında optimal alternatif seçiminin ne olacağı da incelenmek istenmiştir. Bulanık TOPSIS ile elde edilmiş olan alternatiflerin çözüme olan yakınlık katsayıları, ağırlık olarak 0-1 hedef programlama modeline dahil edilmiştir. Modelin çalıştırılmasıyla, kesim, kaplama ve paketleme iş istasyonları, alternatif çözüm kümesi olarak belirlenmiştir.

İşletmenin temel ürün tipinin yenilikçi olduğu ve ağırlıklı olarak çevik tedarik zinciri stratejisinin kullanılması gerektiği tespit edilmiştir. Çevik stratejinin yanı sıra işletmenin belirli ürünleri için sırasıyla yalın ve hibrit stratejileri de etkin bir biçimde kullanabilmeleri için, işletmeye yapılan öneriler bu çalışmanın bulguları arasında yer almıştır.

SUMMARY

MATCHING PRODUCT-SUPPLY CHAIN STRATEGY AND IDENTIFYING THE DECOUPLING POINT FOR HYBRID SUPPLY CHAIN STRATEGY

Today, enterprises might implement different supply chain strategies for different products in order to survive and to increase their market shares. The use of different supply chain strategies enables the enterprises to deliver mass customized products whenever their customers demand and to adapt to the rapidly changing conditions in the market. This study aims to match the products of a furniture parts manufacturer with different supply chain strategies in order to suggest solutions with a view to maintain its competitive advantage and superiority. For this purpose, all products of the manufacturer were examined and 98,9% of the products was found to be functional or innovative. On the other hand, those products that were not classified as functional or innovative were clustered under product families. The product families that were clustered were also classified. All products and product families classified as functional or innovative were matched with lean and agile supply chain strategies respectively, and material decoupling points were determined in line with those strategies. However, those product families that were not clustered under any classification were matched with the hybrid supply chain strategies. Material decoupling point (DP) approach was preferred in this study. It was determined that a decoupling point for nine different product families could be identified; whereas, the product family that had the highest demand and the widest product diversity was selected for the continuation of the study. In order to identify the DP for this product family that was matched with the hybrid supply chain strategy, three dimensions including market, product and process as well as eleven criteria including demand predictability, delivery reliability, delivery time, size of the orders, frequency of the orders, modular product design, inventory holding cost, cost of delayed order, production time, process and employee flexibility and position of the bottleneck point were identified. The dimensions, criteria under these dimensions and the relationships between the criteria were analysed; relative importance levels of the criteria was determined; the causal relationships between the criteria were found and the network relationship map between the criteria were produced by using the fuzzy Dematel method. The weights of these criteria were calculated using DANP (Dematel with ANP) method. Fuzzy TOPSIS method was used to select the most appropriate DP alternative based on the weights of the criteria and the coating workstation was chosen as the best alternative. It was determined that the lean strategy should be used up to this workstation, while the agile strategy should be used after

this workstation where the products were differentiated. Although the alternatives were prioritized using the fuzzy DANP-TOPSIS method, it was aimed to find what the optimal alternative choice of the manufacturer would be under certain constraints. The closeness coefficient of the alternatives obtained by the fuzzy TOPSIS was included in the ZOGP model as weights. With the use of this model, the cutting, coating and packaging workstations were identified as the set of alternative solutions. The basic product type of the manufacturer was found to be innovative and thus, mainly the agile supply chain strategy should be used. In addition to the agile strategy, effective use of lean and hybrid strategies for certain products was also suggested to the manufacturer, which is another finding of this study.

ÖNSÖZ

Çalışmamın her aşamasında desteklerini esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Gökhan AKYÜZ'e, tez izleme komitemde yer alan Prof. Dr. Can Deniz KÖKSAL ve Yrd. Doç. Dr. Ümit SEYFETTİNOĞLU hocalarım başta olmak üzere bana yol gösteren tüm hocalarıma, tezimin uygulamasını gerçekleştirmemde çok büyük katkısı olan AGT Yönetim Kurulu Başkanı Sn. Ahmet SÖYLEMEZ'e, Yönetim Kurulu Üyesi Sn. Mehmet Semih SÖYLEMEZ'e, AGT Üretim Planlama Müdürü Sn. Önder ÖZDEMİR'e, bana her zaman inanan ve koşulsuz destek olan anneme ve babama, hayatımın gayesi minik kızım Bade'me ve aldığım her kararda her zaman yanımda olan eşim Gökhan'a destekleri için çok teşekkür ederim.

Hande ERDOĞAN AKTAN
Antalya, 2014

GİRİŞ

Küreselleşen rekabet sonucu pazarlar, ürün çeşitliliğinin artması, ürünlerin ömürlerinin kısılması, yeni üretim teknolojilerinin ortaya çıkması, müşterilerin düşük fiyatlı ve kişiselleştirilmiş ürünleri eşzamanlı olarak istemeleri gibi değişimlerle şekillenmiştir. Günümüzde işletmeler, rekabet güçlerini korumak için sürekli ve beklenmedik değişimler ile baş etmek zorundadırlar. Şirketlerin bu kızışan rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri ve rekabet edebilmeleri için ürünlerine uygun tedarik zinciri stratejilerini belirlemeleri ve bu stratejileri uygulamaları gerekmektedir. Şirketler, rakiplerine karşı üstünlüklerini korumak ve pazarda onlardan daha iyi olabilmek için müşteri taleplerini yerine getirmek konusunda ciddi hassasiyet göstermektedirler. Bu nedenle, etkin ve ürüne uygun bir tedarik zinciri stratejisi ile müşteri ihtiyaçlarını zamanında doğru ve hızlı bir biçimde gerçekleştirmek zorundadırlar. Günümüz iş dünyasında kabul gören en önemli gerçek, rekabetin artık şirketler arasında değil, tedarik zincirleri arasında olduğu (Christopher ve Towill, 2002, s.1) ve tedarik zincirinin başarısına pazardaki son müşterinin karar verdiğidir.

Şirketlerin varlıklarını büyüterek sürdürebilmeleri için doğru ürünü, doğru zamanda, doğru fiyatta müşterilerine ulaştırmaları gerekli olduğundan, ürüne uygun tedarik zinciri stratejisi seçimi çok önemli olmaktadır. Farklı özelliklerde birçok ürün üreten işletmelerin çevik veya yalın strateji (itme veya çekme, siparişe göre üretim veya stoka üretim) seçeneklerinden birinin veya her ikisinin de ortak kullanıldığı stratejilerin tercihi, yöneticilerin alması gereken en kritik kararlardandır. İşletmelerin hangi koşullar altında hangi stratejiyi seçeceği önemli bir politikadır. Doğru seçilen üretim sisteminin farklı ürün tiplerinden farklı miktarlarda ürünü istenildiği zaman üretmesi ve yine ürünlerle doğru eşleştirilen tedarik zinciri stratejisinin istenilen ürünü zamanında müşteriye ulaştırması, işletmelere çok önemli bir rekabet gücü kazandırmaktadır.

Çalışmada ürünlere uygun yalın, çevik ve hibrit tedarik zinciri stratejileri eşleştirmesinin etkin bir biçimde yapılabilmesi için öncelikle bu stratejilerin üretim sistemleri bakış açısından incelenmesi, bu incelemenin devamında sistemin bütününe yani tedarik zinciri stratejilerine odaklanılması ve sonucunda da müşterinin istediği ürünü, istediği zaman ve miktarda istediği yere ulaştıran ürüne yönelik tedarik zinciri stratejilerinin seçilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla, Antalya'da mobilya bileşenleri üreten bir işletmenin ürünleri incelenmiş ve işletmenin ürün ve ürün aileleri yalın, çevik veya hibrit tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmiştir. Hibrit tedarik zinciri stratejisini kullanan ve çalışmaya konu olan ürün ailesi

için, zincir boyunca en uygun müşteri siparişi eşleştirme noktası belirlenmiş olup, işletmeye tüm stratejiler için öneriler sunulmuş ve bu stratejileri kullanmanın kazandıracakları aktarılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümü, yalın ve çevik üretim sistemleri hakkında ayrıntılı bilgiler içermektedir. İkinci bölümde, yalın, çevik ve hibrit tedarik zinciri stratejileri geniş kapsamlı anlatılmış, müşteri siparişi eşleştirme noktası hakkında bilgilendirme yapılmış ve bu noktanın zincir boyunca konuşlandığı yerin önemi, stratejiler açısından incelenmiştir. Üçüncü bölümde, çalışmada kullanılan yöntemlere ait metodolojiler aktarılmış ve bu yöntemlere ait literatür incelenmiştir. Son bölümde ise, kurulan model, bir işletmede uygulanmış ve elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

YALIN ve ÇEVİK ÜRETİM SİSTEMLERİ

Tarih boyunca işletmeler, ayakta kalabilmek ve rekabet edebilmek için değişimle başa çıkmak zorunda kalmışlardır. Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra Henry Ford ve Alfred Sloan (General Motors) üretim endüstrisini, yüzyıllardır süre gelen zanaat üretiminden kitlesel üretime yönlendirmişlerdir (Womack vd., 1990, s.11). 1911 yılında Taylor'ın ve 1913 yılında Henry Ford'un katkılarıyla kitlesel üretim yaklaşımı, sanayi devriminin (1770-1800) doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır (Duguay vd., 1997, s.1185). Kitlesel üretim, kendisinden önce gelen "zanaat" üretiminin sonunu getirmiştir. Yüksek yetenekli işgücü kullanılarak müşterinin istediği ürünü bir seferde, basit ancak esnek araçlarla üretebilen zanaat üretiminin maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle 20.yy'ın başlarında kitlesel üretim geliştirilmiştir. Belli yeteneklerde uzmanlaşmış çalışanlarla yüksek miktarda fonksiyonel ürünler üretilen kitlesel üretim sisteminin yatırım maliyetlerinin yüksek olması, olası arızalar karşısında sistemin devamlılığının sağlanabilmesi ve üretimin kesintisiz devam etmesi için bu üretim sistemlerinde ekstra stok, ekstra tedarikçi, ekstra alan vb. ihtiyacı duyulmuştur. Bu sistemlerde, yeni ürüne geçiş maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı çok az çeşitlilikte, düşük maliyetli ürünlerin üretilmesi tercih edilmiştir (Womack vd., 1990, s.13). Frederick Taylor ve Frank-Lillian Gilbreth bilimsel çalışmalarının sonunda, kitlesel üretim sistemlerinde çalışanlara yaratıcı olmaları için bir özgürlük verilmediğini sadece verilen işleri tamamlamalarının beklediğini belirtmişlerdir. Bu durum, kitlesel üretimin en önemli dezavantajı olmuştur (Hormozi, 2001, s.136). 1960'larda popüler dönemlerini yaşayan kitlesel üretim, 1970'lerin sonunda hızlı bir düşüşe geçmiştir. Bu düşüşe teknolojik yeniliklerde durgunluk, yatırım eksiklikleri, aşırı düzenlemeler (over regulation), maaş farklılıkları kaynaklı düzeltmeler, petrol krizi ve diğer huzursuzluklar vb. faktörler neden olmuştur (Duguay vd., 1997, s.1186).

Pazarlardaki küreselleşme, hızla değişen çevre koşullarına ait yeni dinamikler yaratmıştır. Bu değişimlerle başa çıkabilmede kitlesel üretim yetersiz kalmıştır. Ürün geliştirme ve üretim çevrim sürelerinin kısalması, işletmeleri stok, genel giderler vb. ile ilgili birçok problemle karşı karşıya bırakmıştır. İşletmeler ise bütün olarak ortamın değiştiği gerçeğini görmezden gelerek geleneksel kitlesel üretim yaklaşımını uygulamaya devam etmişlerdir. Ancak kitlesel üretim, müşterinin istediği yüksek oranda kişiselleştirilmiş, düşük miktarlı ve siparişe göre ürünleri üretmede yetersiz kalmıştır. Birçoğu kitlesel üretimin başka bir yaklaşımla değiştirilmesi fikrine sıcak bakmazken, pazara giren yeni ürün çeşitliliğinin artması, ürün

ömürlerinin kısılması ve müşterinin ihtiyaçlarına yönelik özel ürün taleplerinin artması bu değişimin gerekliliğinin habercisi olmuştur. Tüm bu koşullar, yıllarca Batı'da gayet iyi şekilde kullanılan kitlesel üretimi artık tercih edilmez hale dönüştürmüştür (Maskell, 2001, s.6). Verimlilikteki düşüş nedeniyle Amerika Birleşik Devletleri (ABD) sanayisi, 1970'lerde çalışma hayatının kalitesi programları, kalite çemberleri, üretim kaynakları planlaması (Manufacturing Resource Planning - MRP II), 1980'lerde ve 1990'ların başında, verimliliği artırıcı çalışmalar, mükemmellik arayışı, esnek üretim sistemleri (Flexible Manufacturing System - FMS), tam zamanında üretim (Just-in-Time - JIT), iş süreçlerini yeniden ele alma, yalın üretim, sürekli iyileştirme veya Kaizen, toplam kalite yönetimi, zaman bazlı rekabet, birinci sınıf üretim vb birçok yaklaşım kullanmıştır (Duguay vd., 1997, s.1187).

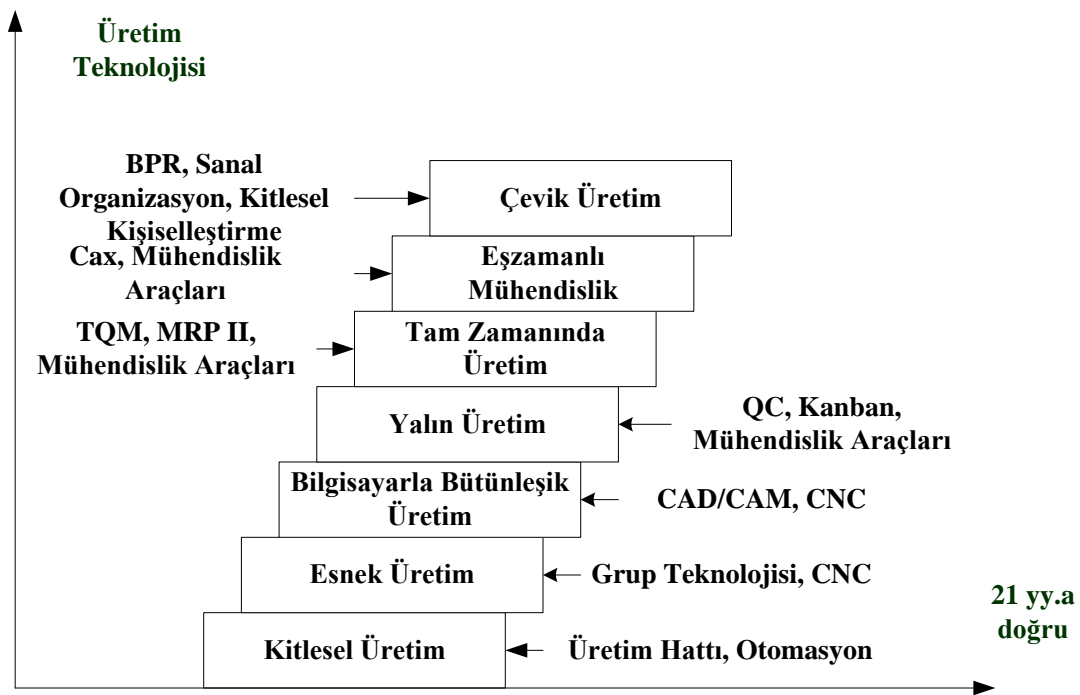
Bu yöntemlerden biri olan, Fordist yaklaşımla karşılaştırıldığında her şeyin yarısını kullanan ve Japonya'da Toyota işletmesinde Eiji Toyoda ve Taichi Ohno tarafından geliştirilen yalın üretim sistemi, çalışanlara yaratıcılıklarını artırıcı alanlar sunmuştur (Womack vd., 1990, s.11). Çalışanları takım çalışmasına ve iş paylaşımına yönlendiren bu yaklaşım, aynı zamanda organizasyonel küçülmeye odaklanmıştır. Yalın üretim, kitlesel üretimle karşılaştırıldığında her şeyi daha az kullanması nedeniyle yalındır. Aslında kitlesel üretimle yalın üretimin arasındaki en temel farklılık amaçlarında yatmaktadır. Kitlesel üretici, kabul edilebilir hatayı, maksimum kabul edilebilir stok seviyesini vb. kapsayan "yeteri kadar iyi" amacını benimsemekte ve daha iyisini yapabilmeyen insanın yeteneklerini aşabileceğini veya fazla maliyetli olabileceğini düşünmektedir. Yalın üretici ise, sürekli azalan maliyetler, sıfır hata, sıfır stok vb. mükemmellik hedefine odaklanmıştır (Womack vd., 1990, s.14).

Kontrol edilebilen koşullar altında fonksiyonel ürünleri ölçek ekonomisine uygun üretmede başarılı olan yalın üretim, rekabetin sadece maliyet ve kalite temelli olmaktan çıktığı ve kontrol edilebilirliğin gittikçe zorlaştığı ortamlar için zamanla cazibesini kaybetmeye başladığında çevik üretim sistemi yaklaşımı ortaya çıkmıştır (Yusuf ve Adeleye, 2002, s.4547; Jin-Hai vd., 2003, s.173). Taleplerin sabit olduğu durumlardan taleplerin sürekli değiştiği durumlara geçildiğinde yalın üretim ihtiyaçlara cevap veremez olmuştur. Dolayısıyla tek başına yalın üretim yeterli olamamış ancak çevik üretimle birlikte kullanıldığında fayda sağlayacağı anlaşılmıştır (Sanchez ve Nagi, 2001, s.3562).

1991'de ABD - Lehigh Üniversitesi Iacocca Enstitüsü'nde rekabetin yeni temelleri üzerine yazılan önemli bir rapor ile sürekli değişim, hızla cevap verebilme, hızlı çözüm oluşturma, kalite geliştirme ve sosyal sorumluluk gibi kritik üretim konularına değinilmiş ve bir üretim stratejisi olarak "çeviklik" kavramı türetilmiştir (Jin-Hai vd., 2003, s.172). Maliyet, zaman, sonuçların güvenilirliği ve kapsam ölçütlerini kapsayan çevik üretim, çalışanların

yaratıcılıklarını geliştirerek insani koşulları göz önünde tutmakta ve aynı zamanda toplumun bütününe yaşam standartlarını arttırırken çalışanlara da boş zaman sağlamaktadır (Hormozi, 2001, s.136). Dolayısıyla, işletmeler, kitlesel üretimin maliyet avantajını, yalın üretimin çeşitlilik ve hız avantajını genişleterek hepsini bünyesinde barındıran çevik üretime yönelmişlerdir (Yusuf ve Adeleye, 2002, s.4546).

Günümüzde işletmeler, geleneksel üretim yöntemlerinden çevik işletme ve prosesler dünyasına doğru hareket etmektedirler. Cheng vd.'nin (2000) çalışmaları temel alınarak üretim sistemlerindeki değişim ve gelişimler Şekil 1.1 ile gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Üretim Sistemlerinde Gelişim Süreci

Kaynak: Büyükozkcan vd., 2004, s.732

Jin-Hai vd. (2003), Şekil 1.1'de gösterilen üretim sistemlerinden kitlesel üretim, yalın üretim ve çevik üretim sistemlerini karşılaştırmışlardır. Yazarlara göre kitlesel üretimde ekipmana ve tesise yatırım yapılmakta, işgücü belli süreçlerde uzmanlaşmakta, organizasyonel yapı çok seviyeden oluşmakta, karar süreçler oldukça yavaş işlemekte ve kalite anlayışı süreklilik göstermemektedir. Teknolojiye yatırım yapan, kayıpları azaltmaya odaklanan, hiyerarşik seviyelerin kaldırıldığı, satış noktalarında yüksek kalite anlayışının hakim olduğu yalın üretimi, çevik üretim izlemektedir. Çevik üretim sürecinde işletmeler sadece temel yetkinliklerine yatırım yapmakta, sanal organizasyonlar içinde yer almakta ve müşteri istekleri çok kısa süreler içinde istenilen kalite düzeyinde karşılanmaktadır.

Şekil 1.1'de son yıllarda üretim endüstrisinin, kitlesel üretimden çevik üretime doğru bir değişim gösterdiği görülmektedir. Üretim sistemlerindeki bu gelişim ve değişim, ürünün fiyatı, kalitesi, teslimat performansı, müşteri tercihi vb. nedenlerden etkilenmiştir. Bu etkilenmenin sonucunda da, pazarın küreselleşmesi, rekabetçi pazarda beklenmeyen ve öngörülemeyen değişiklikler, çok çeşitli müşteri talepleri, müşterinin tasarladığı ve kısa ömürlü ürünler gibi faktörler ortaya çıkmıştır. Bu faktörlerin sipariş, tasarım, planlama, üretim, montaj, teslimat, bakım, pazarlama vb. üretimle ilgili tüm süreçler üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır. Yüksek kaliteli, verimli ve düşük maliyetli ürünler üreten işletmeler, artık daha uluslararası, daha dinamik ve müşterinin yönlendirdiği pazarlara hızlı ve etkin cevap verebilir hale dönüşmüşlerdir. Örneğin, günümüzde birçok Avrupalı üretici ürünlerini Avrupa'da tasarlamakta, bu ürünleri Uzakdoğu'da üretmekte ve ürünleri Kuzey Amerika'da veya diğer kıtalarda satmaktadırlar. Bu tarz üretim anlayışı 1990'ların sonunda üretim endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Cheng vd., 2000, s.2745).

Üretim sistemlerinin amaçları Tablo 1.1'de karşılaştırılmıştır. Bu tablodan çevik üretimin israfı kaldırma, üretimi dengeleme (production smoothing), müşteri hassasiyeti ve diğer amaçları optimize etmeye çalıştığı görülmektedir. Zanaat, kitlesel ve yalın üretimin bu optimizasyonda çevik üretim kadar başarılı olmadıkları da tablodan açıkça anlaşılabilir.

Tablo 1.1. Üretim Sistemleri Amaçlarının Karşılaştırılması

Amaçlar	Zanaat	Kitlesel	Yalın	Çevik
İsrafın yok edilmesi vurgusu	Orta	Düşük	Yüksek	Yüksek
Üretimi dengeleme seviyesi	Düşük	Orta/Yüksek	Yüksek	Esnek
Örgütsel iletişim derecesi	Yüksek	Düşük	Yüksek	Yüksek
Müşteri taleplerine olan hassasiyet	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
Kalifiye çalışan ihtiyacı	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
Şirketler arası işbirliği derecesi	Orta	Düşük	Düşük	Yüksek
Büyük miktarda üretimin küçük miktarda göre maliyeti	Aynı	Yüksek	Orta	Aynı
Mevcut ürünler için toplam teslim süresi	Değişken	Kısa	Kısa	Kısa
Ürün pazarlama ihtiyacının derecesi	Düşük	Yüksek	Yüksek	Düşük

Kaynak: Hormozi, 2001, s.137

Tablo 1.2'de ise zanaat, kitlesel, yalın ve çevik üretim sistemlerinin tasarım, üretim, dağıtım, servis ve kurulum vb. süreçlere etkileri görülmektedir.

Tablo 1.2. Üretim Süreçlerinin Etkileri

Süreçler	Zanaat	Kitlesel	Yalın	Çevik
Tasarımda uygunluk	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
Tasarımda müşteriye sunulabilecek opsiyon sayısı	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek
Üretimde esneklik derecesi	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
Maksimum üretim hızı	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Depodaki bitmiş ürün stoku	Yok	Yüksek	Orta	Düşük
Satış sonrası ürünün seviyesinin artırılması	Düşük	Orta	Orta	Yüksek
Ürünle ilgili müşteri tatmini	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek
Alınan hizmetle ilgili tatmin	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek

Kaynak: Hormozi, 2001, s.137

Bu bölümde, yalın ve çevik üretim sistemleri farklı bakış açıları ve kriterler itibariyle detaylı incelenmiştir. Öncelikle yalın üretim sistemi hakkında bir bilgilendirme yapılmış, sonrasında çevik üretim sistemi hakkında bilgi verilmiştir. Bu bölümün sonunda, yalın ve çevik üretim sistemlerinin karşılaştırıldığı çalışmalara yer verilmiştir.

1.1. Yalın Üretim Sistemi

"Yalın" kelimesi ilk olarak Womack vd.'nin 1990 yılında yayımladıkları "Dünyayı Değiştiren Makine" kitaplarında Toyota Üretim Sistemi (Toyota Production System - TPS) tarafından geliştirilen üretim paradigmasını tanımlamak için kullanılmıştır (Dakov ve Novkov, 2007, s.184). Womack vd. (1990) Uluslararası Motorlu Araçlar Programı (International motor vehicle program - IMVP) çalışmasının sonuçlarını raporlamış ve Toyota'nın öncülüğünde yalın üretim kavramını ortaya atmışlardır (Hallgren ve Olhager, 2009, s.978). JIT veya TPS, üretim maliyetlerini aşağıya çekerek süreç esnekliği sağlamak ve yüksek çeşitlilikte ürünleri kaliteli bir biçimde üretmek amacıyla ortaya çıkan yalın üretimin öncüsü olmuşlardır (Yusuf ve Adeleye, 2002, s.4547).

İşletmelerin performanslarını geliştirmek için kullanılan yaklaşımlardan biri olan yalın düşünce, israfları ortadan kaldırmaya odaklanmaktadır. Japoncada "Muda" demek olan ve hiçbir değer yaratmadan kaynakları tüketen faaliyetler olarak tanımlanan israf, yeniden işlenmeyi gerektiren hatalı ürünler, talep edilmeden üretilen ve stokta bekletilen ürünler, gerçekten gerekli olmayan işlemler, çalışanların veya ürünlerin gereksiz bir biçimde bir yerden bir yere hareketi, zamanında gerçekleşmeyen işlemler nedeniyle çalışanların boşta beklemesi ve müşteri beklentilerini karşılayamayan ürün ve hizmetler olarak sıralanmaktadır. İsrafla başa çıkmanın en güçlü silahı, yalın düşüncedir. Yalın düşünce, değeri tanımlamayı,

değeri oluşturan süreçleri düzenlemeyi ve süreci kesintisiz bir biçimde ve artan bir verimlilikle tamamlamayı hedeflemektedir (Womack ve Jones, 1996, s.11).

Hem zanaat ve kitlesel üretimin avantajlarını birleştiren, hem de zanaat üretimin maliyetinden ve kitlesel üretimin esnek olmayan katılığından uzak duran yalın üretim, işletmenin her aşamasında çok yetenekli işgücü ile esneklik sağlayarak çok miktarda ürünün üretimini gerçekleştirmektedir (Womack vd., 1990, s.13). Başta otomotiv olmak üzere uzay, ilaç, petrol ağaç, inşaat vb. birçok sektörde kullanılan (Womack ve Jones, 1996; Huang ve Liu, 2005) yalın düşünce; daha az emek, daha az ekipman, daha az zaman ve daha az alanla yani daha az kaynakla daha fazla üretebilmeyi ve müşterilerin beklentilerini karşılamayı sağladığı için yalındır. Ayrıca, mudayı değere dönüştürmede anında geri bildirim sağlayarak işin daha etkin gerçekleştirilmesini de sağlamaktadır (Womack ve Jones, 1996, s.11). Yalın düşüncenin uygulama kararının alınması için işletmelerin yapması gereken, öncelikle bir vizyon oluşturmak ve bu vizyona ulaşmayı sağlayacak iki veya üç adımı seçerek diğerlerini sonraya bırakmaktır. Bu, diğer adımların hiçbir zaman yapılmayacağı anlamına gelmemekte, işler tamamlanana kadar sadece ilgili işin üzerinde çalışmak anlamında kullanılmaktadır. Bu aşamadaki en önemli ihtiyaç, hoshin kanri (politika yayılımı) tekniğinin kullanılmasıdır. Bu tekniğin temel düşüncesi, üst yönetimin kitlesel üretimden yalın üretime geçme süreci için, birkaç basit hedef üzerinde anlaşması, bu hedeflere ulaşmak için birkaç proje belirlemesi ve sayısal iyileştirme hedefleri saptamasıdır (Womack ve Jones, 1996, s.126).

Yalın işletme, üretim sürecindeki parçaların kesintisiz akışının sağlanması için, JIT yaklaşımında kullanılan dengelenmiş çizelgelerden faydalanarak, ürünlerin sürekli akış halinde olmasını ve ürün yönetimi, satın alma, üretim mühendisliği ve üretim planlama bölümlerinden oluşan bir ekibin, ürün tasarımını yapan mühendislerle yakın işbirliği içinde olmasını sağlamaktadır. Kitlesel üretim yapan işletmelerde operatörler, birbirleriyle konuşma ihtiyacı duymadan başları önünde çalışmakta ve yöneticiler, çok nadir üretim alanına inmektedirler. Ancak yalın işletmede, operatörler üretim problemlerini çözmek ve süreci iyileştirecek önerilerde bulunmak için sürekli birbirleriyle konuşma gereksinimi duymakta ve de yöneticilerle de yakın ilişki içerisinde olmaktadır (Womack ve Jones, 1996, s.74).

Yalın üretim, değer katmayan faaliyetleri elimine etmekte ve daha fazla çıktıyı daha az girdiyle sağlamaktadır (Yusuf ve Adeleye, 2002, s.4547). Üretim, müşteri ilişkileri, ürün tasarımı ve geliştirme, tedarik zinciri ve fabrika yönetimi olmak üzere birçok alanda kayıpları azaltmaya odaklanan yalın üretim, Şekil 1.2'de gösterilen aşırı üretim, gereksiz stok, taşıma, arıza, gereksiz hareket, uygun olmayan işlem ve beklemeden oluşan, kaynakları tüketmesine rağmen müşteri için herhangi bir değer yaratmayan yedi kayba odaklanmaktadır (Abdi vd.,

2006, s.192). Minimum işgücü, stok, alan ve zaman kullanmak suretiyle bitmiş ürünü geliştirmeyi, en ekonomik ve etkin koşullarda kaliteli ürünler üretmeyi ve aynı zamanda müşteri taleplerini karşılamayı amaçlayan yalın üretimin en basit tanımı, sıfır kayıpla üretimdir. Yalın üretimin prensipleri, kayıpları ve aşırı malzeme, stok, işgücü ve sermaye kullanımını azaltmak etrafında toplanmıştır (Greene vd., 2008, s.217).



Şekil 1.2. Yalın Üretimin Odaklandığı Kayıplar

Kaynak: Abdi vd., 2006, s.192

Yalın üretim sürecinin temel özelliği, daha az kaynak girdisi (daha az malzeme, daha az parça, kısa üretim süreleri, hazırlıklar için daha az verimsiz zaman) kullanmasıdır. Aynı zamanda, daha yüksek çıktı (daha iyi kalite, daha yüksek teknik özellikleri, daha fazla ürün çeşitliliği vb). elde etme baskısı da bulunmaktadır. Bu durum işletmeyi rakiplerine göre avantajlı hale getirecek artan müşteri memnuniyeti sağlamaktadır (Katayama ve Bennett, 1996, s.9).

Toyota, yalın üretim sistemini uygulayarak birçok fayda elde etmiş ve bu sistemin etkinliğini defalarca kanıtlamıştır. 2003 yılında Toyota 8,13 milyar \$ yıllık kazancıyla sektör ortalamasının 8,3 katına ulaşmıştır. Ürettiği arabalar kalite sıralamasında en üst sıralarda yer almış ve rakiplerinden daha hızlı ürün geliştirme sürecine sahip olmuştur. Sınıfında yüksek kalite, yüksek verimlilik, üretim hızı ve esneklik kriterleri ile en fazla karşılaştırılan işletme haline gelmiştir (Dolcemascolo, 2006, s.3).

Yalın üretimin temel katkıları, düşük üretim maliyetleri, çıktı miktarlarındaki artış ve daha kısa üretim süreleridir. Detty ve Yingling'in (2000) çalışmalarında incelenen yalın üretim

sisteminin mevcut sisteme göre faydaları şöyle sıralanmıştır: Parçaların sistemde geçirdikleri zaman % 55 azalmıştır, son montaj hatlarında model değişim süreleri, 11 dk.dan 3 dk.ya düşürülmüştür, bitmiş ürün stokları % 70 azalmıştır, depo alanı % 37 küçültülmüştür. ABD'de ConMed Corp. İşletmesi, 2007 yılında uygulamaya başladığı yalın üretim ile % 83,6 olan verimliliğini 2008 yılında % 92,2 seviyesine çıkarmıştır. 500.000 m²lik alan tasarruf edilmiş, görsel kontroller ile işgücü verimlilikleri artırılmış ve her doksan günde bir takt süresi güncellenerek üretim taleple sürekli senkronize edilmiştir (Gregory, 2009, s.4). Genel olarak bu sistemin faydaları; arıza ve kayıplarda gözle görülür oranlarda azalma, çevrim sürelerinde iyileşme, stok seviyelerinde azalma, işgücü verimliliklerinde artma, ekipman ve alan tasarrufu, üretim maliyetlerinde iyileşme, esnekliğin sağlanması, müşteri memnuniyetinde artış, müşteriye teslimat sürelerinde iyileşme olarak sıralanmıştır (Al-Masoud, 2007, s.13; Machado ve Pereira, 2008, s.1310).

1.1.1. Yalın Üretim Sistemi Yöntemleri ve Araçları

Yalın üretim, tek-parça akışı, görsel kontrol, Kaizen, hücreli üretim, stok yönetimi, Poka Yoke, standartlaştırılmış iş, iş yeri organizasyonu, takt süresi, görsel kontrol, JIT, Kanban, toplam üretken bakım (total productive maintenance - TPM), 5S vb. yöntemleri kullanarak kayıpları azaltmayı hedeflemektedir (Seth ve Gupta, 2005, s.46; Simons ve Zokaei, 2005, s.194). Yalın üretimin hedeflerini gerçekleştirmek amacıyla kullanılan bu yöntem ve araçlardan bazıları şunlardır:

Hücreli üretim - Tek parça akışı: Hücreli üretimde iş istasyonları ve ekipmanlar minimum taşıma ve bekleme ile ürünün işlem sürecine uygun bir biçimde düzenlenmektedir. Bu yöntem, üretimin hızlanmasını ve esnekliğinin artmasını sağlamaktadır. Fazla stok, fazla alan kullanımı ve büyük ekipmanlara gereksinim duyulmaması nedeniyle sermaye gereksinimleri de azalmaktadır. Hücreli üretim, ürünleri üretim sürecinde bir seferde tek parça olarak müşterinin talebi hızında hareket etmesini amaçlamaktadır. Ayrıca hücreli üretim, müşterinin istemiş olduğu talepleri hızlı bir biçimde karşılayabilmek için ürünler arası kalıp değiştirme sürelerinin de hızlı olmasını sağlamakta yani işletmelere esneklik kazandırmaktadır. Hücreli üretimde verimli olabilmek için işletmelerin büyük, hantal ve çok sayıda üretim yapabilen ekipmanlarını küçük, hareket yeteneği olan, esnek makinelerle değiştirmesi gerekmektedir. Hücrede yer alan ekipmanların ürün çevrimi tamamlandığında veya bir arıza meydana geldiğinde durdurulabilmesi ve sinyal verebilmesi için bir aparatla operatör tarafından durdurulma ihtiyacı oluşabilmektedir. Böylece jidoka (otonomasyon) tekniği ile operatör hattın verimliliği üzerinde yetkilendirilmiş olmaktadır (Ravikumar vd., 2009, s.2045).

Kanban sistemi: Malzemenin düzgün bir biçimde akışını sağlamak için kullanılan bir yöntemdir. Kanbanlar (kartlar) malzeme sipariş noktalarını göstermekte ve ne kadar malzemeye gerek olduğu, malzemenin nereden temin edileceği ve nereye teslim edileceği bilgilerini içermektedir (Aulakh ve Gill, 2008, s.1185). JIT ile stok kontrol sistemlerinde bir iletişim aracı olan Kanban, Japocada istenen miktarda ürünün teslim edilmesi amacıyla kullanılan kutulara asılan kart anlamına gelmektedir (Rooney ve Rooney, 2005, s.43). Bu sistemde talep, son istasyondan geriye doğru gerçekleşmekte ve son istasyonun ihtiyaç duyduğu miktarda ürün istenildiği zamanda önceki istasyondan çekilmektedir (Bedez-Üte ve Güner, 2010, s.15).

Takt süresi: Bir vardiyadaki net üretim süresinin o vardiyada üretilmesi istenen üretim miktarına oranıdır. Vardiyada çalışma süresi 8 saat ve müşteri talebi 2.880 adet ise, takt süresi 28.800 saniye/2.880 adet yani 10 saniyedir yani hiçbir ürünün üretim süresi 10 saniyeyi kesinlikle geçemez. Eğer süre aşılsa, süreci iyileştirecek yöntemler bulunmakta ve yöntemler geliştirilmektedir (Schroer, 2004, s.172).

Görsel Kontrol: Bir üretim tesisinde durumu hemen anlayabilmeyi hızlı ve görünür kılan basit uyarımlardır (Aulakh ve Gill, 2008, s.1185). Andon paneli bir görsel kontrol aracı olup üretim alanının görsel olarak kontrol edildiği ışıklı bir paneldir. Üretim sisteminin o anki durumu bildiren bu gösterge, bir problem oluştuğunda takım üyelerine haber vermektedir (Rooney ve Rooney, 2005, s.41).

Heijunka: Tam zamanında üretimi mümkün kılan ve genellikle son montaj aşamasında kullanılan üretimi dengeleme (production leveling/smoothing) yöntemidir (Rooney ve Rooney, 2005, s.43).

TPM: Fabrikada çalışan makine ve teçhizatların fonksiyonlarını arızasız yerine getirmesini sağlayan bir yöntemdir (Barraza vd., 2009, s.145). Japon Planlı Bakım Enstitüsü (Japon Institute of Plant Maintenance - JIPM) tarafından 1971 yılında geliştirilen TPM'in amacı, sıfır hata yaklaşımını, sıfır arıza ve en az üretim kaybı anlayışını ekipmanlara uyarlamaktır (Cooke, 2000, s.1004).

Poka Yoke: En basit ifadeyle kusursuzluk anlamına gelmekte ve hata oluşmadan engellemeye odaklanmaktadır (Aulakh ve Gill, 2008, s.1185). Kelime anlamı hata önleyici olan Poka Yoke, bir hata oluşmadan önce hatanın oluşmasını engelleyen veya son kullanıcıya hatalı ürünün gitmesinin önüne geçen bir yöntemdir. Bir hatanın oluşma ihtimali oluşursa veya bir hata tespit edilirse süreçler durdurulabilmekte ve bir sorun olduğuna ilişkin bir uyarı gönderilebilmektedir. Poka Yoke yöntemleri basit ve ucuzdurlar. Eğer karmaşık ve pahalı

olurlarsa, kullanımları uygun olmamaktadır. Süreçlerin bir parçasıdır. Operatörlerin hızlı geri bildirim sağlayabilecekleri hatanın olduğu yere yakın konumlandırılırlar (Schmidt, 2013, s.27).

Tekli Dakikalarda Kalıp Değişirme (Single minute exchange of dies - SMED): Üretimde bir üründen diğer ürüne on dakikanın altında bir sürede geçiş yapabilmek için Shiego Shingo tarafından 1950 yılında geliştirilen bir yöntemdir (Rooney ve Rooney, 2005, s.46).

Hoshin Kanri: Amaçların, projelerin, insanların, kaynakların ve proje ölçütlerinin belirlenmesi amaçlı kullanılan sistematik bir yaklaşımdır (Rooney ve Rooney, 2005, s. 43).

5S: Tutarlı iş sonuçları elde edebilmek için düzenli ve sistemli bir çalışma ortamı ile kayıpları azaltan ve verimliliği optimize eden bir sistemdir (Ravikumar vd., 2009, s.2043). Japonca Seiri (ayıklama), Seiton (düzen), Seiso (temizlik), Seiketsu (standartlaştırma) ve Shitsuke (disiplin) kelimelerinin ilk harflerinden oluşan 5S, kayıpları ortaya çıkarıp görülür kılarak farkındalık sağlamakta ve ekipmanlar üzerinde daha kolay kontrol kurulmasına olanak sunmaktadır. Bu yöntem, ekipmanlar ve üretimde kullanılan tüm araçlar doğru yerlerine yerleştirilmekte, kirlilik nedenleri tespit edilmekte, temizliğin sürdürülebilmesi için gerekli standartlar ve iş dağılımları belirlenmektedir (Özçelik ve Cinoğlu, 2013, s.86). 5S çalışanlara kayıpları, yarı mamulleri ve plansız arızaları azaltmayı öğretmekte ve fiziksel çalışma koşullarını geliştirme imkanı vermektedir. 5S uygulaması ile mevcut işlemler için ciddi bir alan kazancı ve yine sadece mevcut işlemler için gerekli olan ekipman ve araçların çalışma ortamında olması sağlanmaktadır (Ravikumar vd., 2009, s.2043).

Kaizen: Japonca bir ifade olan Kaizen, değişim anlamına gelen "Kai" ve iyi anlamına gelen "zen" kelimelerinden oluşmaktadır. Yaygın olarak kullanılan anlamı, bir işletmenin her alanında gerçekleştirilen sürekli ve artan iyileştirme. Kaizeni diğer süreç iyileştirme yöntemlerinden ayıran özellikleri; açıkça amacı belirtilmiş bağımsız ve kısa dönemli ve düşük sermayeli bir girişim olması, belli bir değer akışının bir parçasına odaklanması ve hem iyileştirme istenen süreçten hem de destek fonksiyonlarından çalışanların katıldığı yetkilendirilmiş takım bazlı bir çalışma olmasıdır (Doolen vd., 2008, s.639).

1.1.2. Yalın Üretim Sistemi Bileşenleri

Ana amacı maliyetleri düşürmek olan yalın üretim felsefesinde üzerinde durulması gereken en önemli nokta kayıpları yok etmektir. Üretimdeki kayıplar, yarı mamuller (work-in-process - WIP), parti büyüklükleri, makine değişim süreleri, makine arıza süreleri, gereksiz taşımalar, hurda ve yeniden işlemlerdir. Kayıpların en önemli kaynağı stoktur. Parçaları ve ürünleri

stokta tutmak, ürünlere hiçbir değer katmamaktadır ve stoklar çözümleri engelleyerek bir çok problemi gizlemektedir. Dolayısıyla önemli bir kayıp olan stokların ortadan kaldırılması gerekmektedir. Örneğin makine arıza sürelerinin azaltılmasıyla, TPM sayesinde stok tutulmasının önüne geçilebilmektedir. Stokları ortadan kaldırmak için başka bir çözüm ise, parti büyüklüklerini azaltmaktır. Parti büyüklüklerin düşürülmesinin esnekliği artırma gibi başka pozitif etkileri de bulunmaktadır. Ancak parti büyüklüklerinin azaltılması, makine değişim sürelerinin (set-up) artışına sebep verebilmektedir. Bu durumda bu sürelerin de düşürülmesi gerekmektedir. Shingo tarafından geliştirilen SMED yöntemi ile kalıp değiştirme süreleri saatler cinsinden on dakikaların altına düşürülmektedir. Bir başka kayıp, fabrika içi gereksiz taşımalarıdır. Parçaların bir yerden başka bir yere taşınmasının ürünün değeri üzerinde hiçbir etkisi olmadığı gibi ürünün çevrim süresini de gereksiz yere uzatmaktadır. Dolayısıyla üretim sürecinde taşımaların azaltılması veya mümkünse ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bir çözüm olarak taşımaların otomatik hale getirilmesi sağlansa bile asıl yapılması gereken parça taşımaları minimum seviyelere indirmektir. Örneğin, hücresel yerleşim düzeni ile ilgili makinelerin bir araya getirilmesi böylece taşımaların minimum düzeye indirilmesi sağlanabilmektedir. Kalitesizlik de bir başka kayıp nedenidir. Hatalı üretilen ürün veya parçaların yeniden işlenmeleri zaman kaybı olmaktadır. Parçaların yeniden işlenmeleri veya tamir edilmeleri kesinlikle müşteri için bir anlam ve değer ifade etmemektedir. Dolayısıyla hurdaları ve yeniden işlenmeleri azaltmak, kayıpları azaltacaktır (Karlsson ve Ahlström, 1996, s.28).

Yalın üretimin üzerinde durduğu ikinci önemli bileşen, sürekli iyileştirmedir. Sürekli iyileştirme, farklı seviyelerde yer alan çalışanların dahil olduğu ve üst yönetimin desteğinin mutlaka alınması gerektiği bir süreçtir. Bu süreç, çalışanların sadece makineleri kullanmak için var olmadıkları, süreçleri iyileştirmek için kendi fikirlerini ve düşüncelerini kullanabileceği Jidoka kavramı ile yakından ilişkilidir (Comm ve Mathaisel, 2005, s.65). Bir üretim sisteminde ana amaç mükemmellik olduğunda sürekli iyileştirme kaçınılmazdır. Mükemmellik için sürekli iyileştirme, Japoncada "Kaizen" kelimesi ile ifade edilmektedir. İyileştirme sürecinde tüm çalışanların katkısı olası iyileştirme önerilerinin sunulduğu kalite çemberleri ile sağlanmaktadır. Verilen bu önerilerin dikkate alınması, çalışanların ödüllendirilmesi ve önerilerin durumları ile geri bildirimlerin verilmesi sürekli iyileştirmenin devamlılığı için çok önemlidir. Bu sistemin geleneksel öneri kutusu anlayışından farkı, çalışan başına yıllık öneri sayısının bir performans ölçütü olmasıdır. Buna ilave olarak hayata geçirilen öneri sayıları, öneri kaliteleri de iyileştirmeye katkı sağlamaktadır.

Bir üretim sisteminin önkoşulu olan kalite, yalın üretim için de önemli bir performans değişkenidir. Yüksek verimli bir üretim sistemi için, tüm parça ve ürünlerin başlangıç noktasından itibaren sıfır hatalı olması gerekmektedir. Sıfır hata anlayışı, yalın üretim sisteminde istenilen kaliteye erişmeyi ifade etmektedir. Yalın üretimde ürün değil süreç kontrol edilmektedir. Burada amaç, arızaya neden olabilecek noktaları belirlemek suretiyle arızalardan kaçınmaktır ve bu nedenle otonom arıza kontrolü yani poka yoke kullanılmaktadır. Diğer bir dikkat çekici özellik ise, bu üretim sisteminde kalite kontrol için ayrılmış insanların olmamasıdır. Yalın üretimde kalite kontrolü, herkesin sorumluluğundadır. Hatayı kalite kontrol elemanı değil operatör tespit etmektedir. Operatörün hatalı bir parça bulması halinde hattı durdurma yetkisi bulunmaktadır. İkinci olarak, hatalı parçaların düzeltilmesi işi de operatörlerdedir. Hataya neden olan hatayı düzeltir anlayışı hakim olduğunda kalite kontrol departmanında çalışan işgücü sayısı azalmaktadır. Sürecin bir doğal çıktısı da kalite kontrol ve tamir için ayrılan yerlerin yapılan iyileştirmeler sonucunda azalmasıdır.

Sıfır hata ile yakından ilişkili olan bir diğer yalın üretim bileşeni ise JIT'dır. JIT, istenilen zamanda istenilen parçanın istenilen miktarda sağlanmasıdır. Bunu gerçekleştirebilmek için ilk olarak parti büyüklüklerinin düşürülmesi gerekmektedir ve devamında tampon stok miktarları azaltılmalıdır. Üçüncü ve son olarak da, sipariş çevrim süreleri düşürülmelidir. İtme yerine çekme sistemleri tam zamanında üretim ile ilişki halindedir. Bir işletmede yalın üretim sistemini uygulayabilmek için, tahminlerin ittiği değil müşteri siparişinin çektiği ürünlerin üretilmesi gerekmektedir (Karlsson ve Ahlström, 1996, s.30-33).

Yalın üretimin en dikkat çekici bileşenlerinden biri de çok fonksiyonlu ekiplerdir. Bu ekipler, birçok farklı görevi yerine getirebilen çalışanların oluşturduğu bir grup olup jidoka kavramı ile ilişkilidir. Çünkü çalışanlar bir makineye bağımlı değildirler ve "izole edilmiş adalarda" çalışmazlar (Comm ve Mathaisel, 2005, s.65). Az sayıda görevi yerine getirecek farklı çalışanlar yerine, bir ekip içinde birden fazla işi tamamlayacak çalışanlar bir araya getirilmektedir. Bir ekip içinde görevler sırayla değiştikçe esneklik artmakta ve sonunda da üretim sisteminin hassasiyeti azalmaktadır. Her bir çalışan gün içinde birden fazla iş tamamlayabilmekte böylece bireyler üzerindeki bağımlılık ortadan kalkmaktadır. Ancak bu durumu sağlayabilmek için işgücünün istatistiksel kalite kontrol, kalite araçları, bakım, malzeme taşıma ve kontrol, satın alma vb. konularda eğitimi gerekmektedir.

Yalın bir organizasyonun bir diğer önemli bileşeni de, çok fonksiyonlu ekiplerin üstüne dağıtılmış sorumluluklardır. En önemli özelliği, bu hiyerarşilerde denetleyici seviyesi yani ustabaşının olmamasıdır. Oluşan bu ekiplerin denetleme görevini de yerine getirmesi

beklenmektedir. Seçilen bir takım lideri bu anlamda eğitilmekte ve sonrasında ekip, hem görevlerini yerine getirip hem de süreçlerin kontrolünü sağlamaktadır. Her bir görev için seçilen lider sayesinde sorumluluklar dağıtılmaktadır. Ekip içinde farklı fonksiyonların entegrasyonu da çok fonksiyonlu yapı anlayışında önemli bir prensiptir. Bu prensiple önceden endirekt bölümlerce yapılan işler artık ekibin iş kapsamını genişletmek suretiyle bu yapıya dahil edilmektedir. Satın alma, malzeme taşıma, planlama ve kontrol, bakım, kalite kontrol vb. artık bu yapı tarafından gerçekleştirilmektedir. Sonucunda ekibin iş yükü artmakta ancak endirekt çalışan sayısı azalmaktadır. Son bileşen ise, dikey bilgi sistemleridir. Çok fonksiyonlu ekiplere sürekli ve zamanında ulaştırılması gereken bilgi, yalın üretim sistemi amaçlarını gerçekleştirebilmeleri için çok önemlidir (Karlsson ve Ahlström, 1996, s.34-40).

1.1.3. Yalın Düşünce Kavramsal Modeli

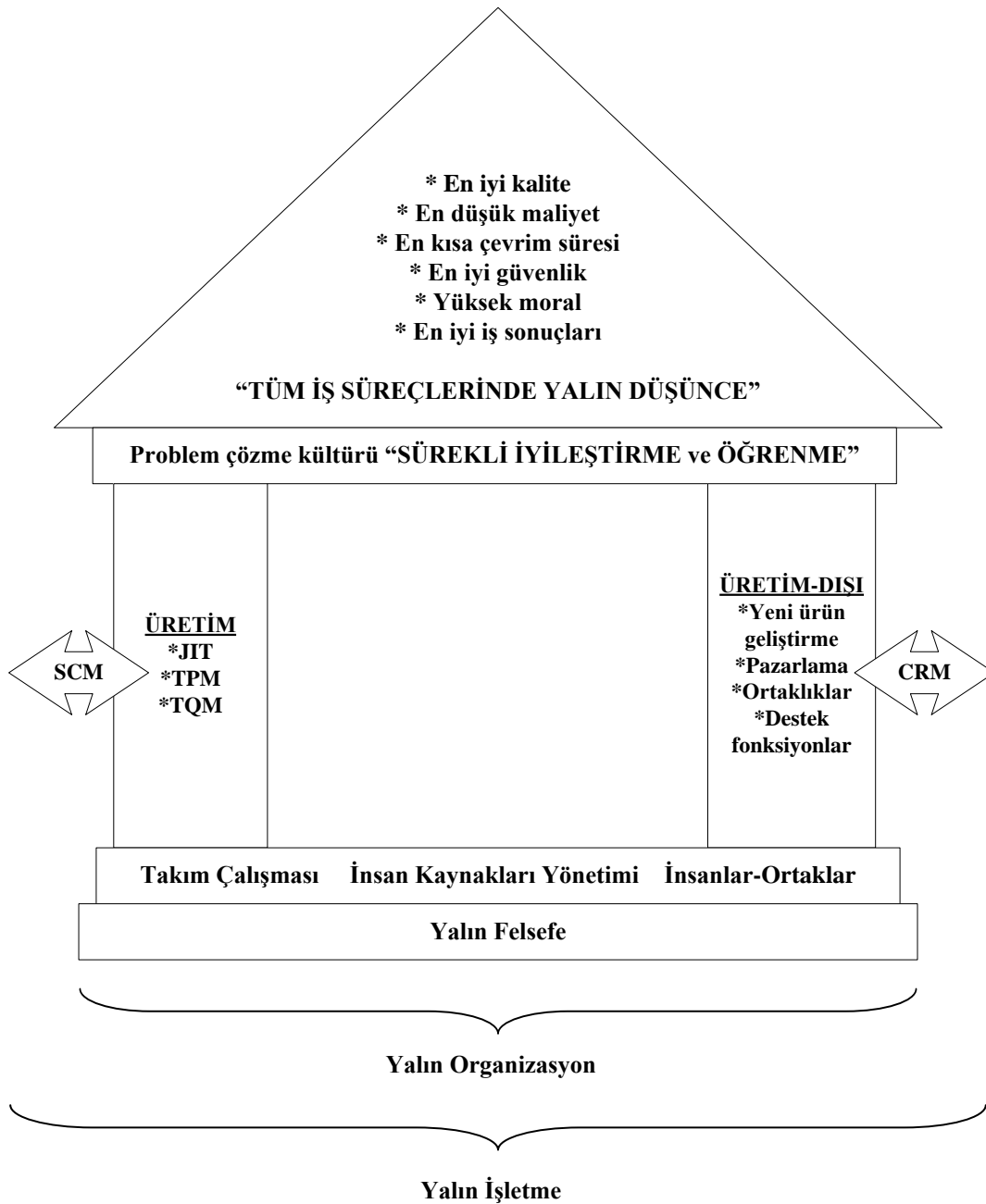
Yalın felsefe, bütün değer akışlarına ve sürekli iyileştirme, öğrenme ve kayıpları ortadan kaldırmaya odaklanarak hem iç hem de dış müşterilerin isteklerini karşılama amacıyla mükemmelliğin peşinde koşmaktır (Czabke vd., 2008, s.79). Yalın düşünce, bütüne bakabilmeyi, bir başka deyişle, kavramsal boyuttan ayrıntılı tasarıma ve fiili uygulamaya, ilk satıştan teslimata ve hammaddeden ürüne dönüşümü sağlayarak belli bir ürünün üretilmesini sağlayan faaliyetlerin tümünü birlikte görmeyi gerektirmektedir. Bu bütünsel bakışı gerçekleştirmeye uygun işletmeler, yalın işletme olarak tanımlanmakta ve yalın üretim sistemini kullanmaktadırlar (Womack ve Jones, 1996, s.19). Yalın üretim sisteminin temelini oluşturan yalın düşüncenin prensiplerini Womack ve Jones (1996) şöyle ifade etmişlerdir :

- Belirli bir ürün için müşteri tarafından belirlenen *değeri* kesin ve açık bir şekilde tanımlamak
- Her bir ürünün *değer akışı haritasını* belirlemek
- Değerin kesintisiz *akışını* sağlamak
- Müşterinin değeri üreticiden *çekmesini* sağlamak
- *Mükemmellik* peşinde koşmak

Yalın düşünce için geliştirilen kavramsal model, işletme içinde yalın düşünceye destek sağlayıcılar ile iş sonuçları arasındaki ilişkileri göstermektedir. Modelde, bir işletmede yalın üretimin gerçekleştirilebilmesi için ihtiyaç duyulan prensipler, süreçler ve uygulamalar yer almaktadır. Womack ve Jones'a (1996) göre yalın düşünce kavramı işletme içinden çıkarak tedarikçileri ve diğer iş ortaklarını da kapsayacak şekilde geliştirilmelidir. Yalın prensiplerini ve uygulamalarını sadece işletme sınırları içinde uygulayan işletmeler "yalın organizasyon - lean organization" olarak adlandırılmaktadır. Ancak işletme yalın düşünce prensiplerini

hammadde temininden müşteriye ulaştırılana kadar geçen süre içinde uygularsa bu durumda "yalın işletme - lean enterprise" terimi kullanılmaktadır. Böyle bir işletmede yalın uygulamalar ve prensipler tedarik zinciri yönetimine ve müşteri ilişkileri yönetimine de adapte edilmektedir. Yalın düşünce, tek tek hangi uygulamaların kullanılması gerektiğini belirtmemekte daha çok süreçler, uygulamalar ve prensiplerden oluşan uygun bir küme sunmaktadır. Unutulmaması gereken en önemli husus, yalın düşüncenin başarılı uygulanabilmesi için başta üst yönetimin desteği olmak üzere tüm çalışanların katılımlarının sağlanmasıdır. Model, yalın düşüncenin başarılı olmasının, tüm destekleyen bileşenlerin başarısına bağlı olduğunu vurgulamak için bir ev şeklinde kurgulanmış ve model Şekil 1.3 ile gösterilmiştir. Ev şeklindeki modelin herhangi bir parçası çıkartılırsa, ev yıkılmaktadır. Benzer şekilde, eğer herhangi destek bileşeni yerinde uygulanmazsa işletmeler başarılı olamamaktadır.

Bu evin en önemli bileşeni inşa edildiği temeldir. Temelinde, başarılı bir biçimde yalın düşüncenin uygulanabilmesi için gerekli olan destek sağlayıcıları bulunmaktadır. Bu destekleyicilerin ilk katında mutlaka üst yönetimin desteğine ihtiyaç duyulan ve liderlik tarzını etkileyecek olan yalın felsefesi yer almaktadır. İkinci katında ise insan kaynakları yönetimi ve özellikle de çalışanın yetkilendirilmesi yer almaktadır. Yalın bir organizasyonda başarı için çalışanlar çok önemli olup takım çalışmasında ve işgücünün yetkilendirilmesinde "önce insan" anlayışı sürekli vurgulanmaktadır. Yalın ev, uygulama ve süreçlerden oluşan iki sütun ile desteklenmektedir. Modelin bu bölümü, bir işletmenin kayıpları ortadan kaldırması için temel yetkinliklerine odaklanma ihtiyacını vurgulamaktadır. Üretim süreçleriyle birlikte JIT, TPM, Toplam Kalite Yönetimi (Total Quality Management - TQM) gibi uygulamalar kayıpları azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Üretim dışı süreçlerde ise, her türlü kaybın ortadan kaldırılmasıyla geliştirilebilen destek fonksiyonlar yer almaktadır. Yalın evin tavanı ise yalın amaçları ve sonuçlarını destekleyen, ayrıca sütunları bir arada tutan yalın kültürden oluşmaktadır. Yalın kültür, sürekli iyileştirme ve öğrenme temelli bir problem çözme kültürü olup sürdürülebilir ve başarılı bir yalın uygulama için hem sonuç hem de destektir. Son olarak bir işletmenin yalın düşünce amaçlarını ve sonuçlarını bir arada tutan çatı, modelin en üstünde yer almaktadır. Yüksek performans elde edebilmek için tabandan tavana tüm sistemin düzgün işletilmesi gerekmektedir. Yüksek rekabet avantajı sağlayacak kalite, çevrim süresi, maliyet, güvenlik, çalışan morali vb. sonuçlar, modelin sağlıklı ve düzgün kurulup işletilmesi ile mümkün olmaktadır (Czabke vd., 2008, s.79).



Şekil 1.3. Yalın Ev

Kaynak: Czapke vd., 2008, s.79

Yeni dönem üretim yönetiminin temel konusu olan beklenmeyen değişimlerle başa çıkabilme yeteneği, iş dünyasında daha önce görülmemiş tehditlere karşı durabilme ve değişiklikleri avantaja dönüştürebilme fırsatını doğurmaktadır (Sharifi ve Zhang, 2001, s.773). Bu değişimler, ürün-pazar ve çıktılarla, faktör-pazar ve girdilerle ve süreçlerle ilişkili olmak üzere üç grupta toplanmaktadır. Ürün-pazarla ilişkili değişimlere ürün taleplerinde beklenmeyen dalgalanmalar, yeni ürün ve müşterilerin pazara girişi, mevcut ürünlerin piyasadan çekilmesi, faktör-pazarla ilgili değişimlere önemli avantajlara sahip yeni hammaddelerin ortaya çıkışı, hayati tehlike yaratan yeni bir malzemenin tespiti, süreçle ilişkili

değişimlere ise yeni bir teknolojinin ortaya çıkması, yeni çevresel düzenlemelere ait cezalar örnek olarak verilebilir (Ramasesh vd., 2001, s.536). Günümüzde işletmeler, rekabetin çok yoğun olduğu bir ortamda ürünleri çok hızlı tasarlama, üretme ve pazara sunma vb. zorluklarla üretim verimliliğini arttırmak, toplam üretim maliyetlerini azaltmak gibi birçok amaçla karşı karşıya gelmektedirler. Bu nedenle üretim işletmeleri, üretim sistemlerinde bir geçiş yaşamaktadırlar. Ürün karmaşıklıklarının ve piyasalardaki dalgalanmaların artması nedeniyle yüksek kişiselleştirilmiş ürünlerin üretildiği, öngörülemeyen ve dinamik taleplerin olduğu bir ortamda bir çözüm olarak çevik üretim sistemi ortaya çıkmıştır (Sanchez ve Nagi, 2001, s. 3596).

1.2. Çevik Üretim Sistemi

İlk olarak Iacocca Enstitüsü'nün 1999'da 21.yy'da Üretim Stratejisi Raporu'nda kullanılan çevik üretim, üretim kayıplarının ortadan kaldırılmasına odaklanan yalın üretim stratejisinin geliştirilmiş halidir. İşletmelerin daha esnek ve müşterilerine çözüm sunma ihtiyaçları, onları "yalın" organizasyonlardan farklılaştırarak "çevik" hale getirmiştir (Gunasekaran ve Yusuf, 2002, s.1358; Jiang ve Chen, 2007, s.332). Yalın üretimle çevik üretim aynı değildir çünkü yalınlık ve çeviklik iki farklı kavramdır. Bazen bu iki terim birbirinin yerine kullanılsa da bu durum doğru ve uygun değildir. Yalın üretim, çevik üretim için gerekli ancak yeterli değildir (Kidd, 1994, s.10). Çevik üretim, yalın üretimin kısıtlarıyla baş edebilmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Yalın üretimin en çok üzerinde durduğu kalite ve maliyet, ne yazık ki mevcut müşterilerin ürünlerden vazgeçmesini engellemede veya o müşterilerin tekrar kazanılmasında yeterli olamamıştır (Yusuf ve Adeleye, 2002, s.4546). Huang (2002), çevik üretimin aslında yalın üretime, esnek üretime veya bilgisayar bütünleşik üretime (Computer Integrated Manufacturing - CIM) benzediğini ve bu sistemlerin genişletilmiş hali olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu belirtilen sistemlerin özelliklerini içeren çevik üretim sisteminin, müşteri, tedarikçi ve pazar gereksinimlerini de bünyesinde birleştirdiğini vurgulamıştır. Bu birleşmenin büyük bir bilgi teknolojisi kullanımı gerektirdiğini ve bu teknolojilerin hızlı bir biçimde müşteri isteklerini karşılamak için dinamik bir yaklaşımla esnekliği arttırdığını ifade etmiştir.

Müşteri tatmininin temel adımları olan, istenilen zamanda müşteriye ulaştırılan kişiselleştirilmiş hizmet veya ürün, rekabetin çok acımasız olduğu ortamlarda çok önemlidir. Ürün ömürleri kıaldıkça ürünün kalitesi, işletmelerin ayakta kalabilmeleri için çok önemli hale gelmiştir. Pazarlar küreselleşmiş ve farklı ürünler için farklı işkollarına bölünmüşlerdir. Sürekli ve beklenmedik değişimler, başarı için anahtar faktörler olmuştur (Gunasekaran, 1998, s.1223). Hormozi'ye (2001) göre, sürekli değişimin olduğu bir çevrede etkin bir biçimde operasyonları, prosesleri ve iş ilişkilerini yeniden şekillendirebilme amaçlı kullanılan

çeviklik, işletmelerin eşzamanlı olarak hem birbirleriyle rekabet etmeleri hem de işbirliği içinde olmaları gerektiğini ifade ettiğinden bir paradokstur. Gunasekaran'a (1998) göre ise, yüksek çeşitlilikte kişiselleştirilmiş ve kısa ömürlü ürünler, siparişe göre üretim, yüksek bilgi içerikleri, müşterinin algıladığı değere uygun fiyatlandırma vb. özellikler, işletmeleri çevik üretime yönlendirmektedir.

Çevik üretim, işletmelere ciddi rekabet üstünlüğü getiren yeni bir üretim metodudur. Çevik üretimi benimsemiş işletmeler, yüksek kaliteli ve hatasız ürünleri kısa sürede üretmektedirler. Bu işletmeler, tasarımı mühendislik ve üretimi ise pazarlama ve satışla entegre etmekte, müşterinin tam olarak istemiş olduğu ürünü üretmekte yani ürünü kişiselleştirmektedir. Çevik üretimin amacı, tamamen müşteri ihtiyaçlarını ve isteklerini karşılamak, sadece bir ürün değil, komple bir çözüm bulmak ve bu çözümü sunmaktır. Bu sistemi kullanan bir araba işletmesi, müşteriye ürünü sipariş verdikten çok kısa sürede ulaştırabilmektedir. General Motors, 1993 yılında çevik üretime geçtiğinde teslim sürelerini % 38, stoklarını % 48 ve üretim alanını % 27 azaltmıştır. Çevik işletmeler, hızlı hareket eden pazar koşullarına uyum sağlayabilmek için esnek ve hızlı olmak zorundadırlar. Bu üretim sistemleri, işçilerin kassal gelişimlerinin aksine entelektüel güçlenmelerine odaklanmaktadır. Whirlpool, bu konuya örnek verilebilir. Whirlpool'un vizyonu, herhangi bir müşterinin istediği miktarda ürününü istediği zamanda yirmi dört saat içinde teslim etmektir. Bu durum, beş ana fabrikasında dokuz yüz elli çeşit üründen ve üç milyon parçadan fazla üretimi gerçekleştiren bir işletme için oldukça iddialı bir o kadar da zor bir vaattir. Ancak yaptığı iyileştirmelerle Whirlpool, sipariş çevrim süresini on dört günden yirmi dört saate düşürerek ciddi anlamda maliyet iyileştirmesi sağlamış ve stok miktarını oldukça azaltmıştır (Hormozi, 2001, s.134). İşletme süreçlerinde çeviklik ve çevikliğin özellikleri Tablo 1.3 ile gösterilmiştir.

Tablo 1.3. İşletme Süreçlerinde Çeviklik

İşletme Süreci	Çevik Üretim Özellikleri
Pazarlama	Müşteriye ürünün yanında çözüm de sunma, ürün ve hizmetleri kişiselleştirme
Tasarım	Tedarikçileri, iş süreçlerini, müşteri ve ürün kullanımı ve atıklarını entegre eden yaklaşım
Üretim	İstenilen parti büyüklüklerinde müşteri siparişlerini karşılayacak ürün ve hizmet üretimi
Organizasyon	İşletme içi veya dışı uzman kişilerin görüşleriyle yeni üretken yeteneklerin sentezlenmesi
Yönetim	Liderlik, destek, motivasyon ve güven vurgusu
İnsan	Bilgili, yetenekli ve yaratıcı işgücü

Kaynak: Büyüközkan vd., 2004, s.733

Çeviklik, sürekli ve beklenmedik değişikliklerin olduğu bir çevrede başarılı olmayı sağlamaktadır. Hizmet ve ürünlerin üretimi ve dağıtımı için yeni, post-kitlesel üretim olan çevik üretim, tek başına bir işletmenin karşılayamayacağı kaynakların kullanımına ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle, kaynakların ve teknolojilerin paylaşımı gerekmektedir. Bir işletmenin rekabet edebilirliği, doğru ilişkiler kurma yeteneğine bağlıdır. Çevik bir işletmenin çeşitli projeleri başarılı bir biçimde uygulayabilmesi için organizasyonel esnekliğe sahip olması, bazı durumlarda tedarikçi ve müşterilerin de olduğu bir takım çalışmasını içinde yer alırken, bazen de geçici süreli oluşturulan sanal işletmeler aracılığıyla diğer işletmelerle işbirliği içinde olması gerekmektedir (Sanchez ve Nagi, 2001, s.3562). Çevik bir şirket, değişimleri çok çabuk benimseyerek, bu değişimlere hızlı ve kolay biçimde adapte olabilen, belirsizliklerin olduğu durumlarda, sürekli gelişen ve değişen pazar fırsatlarını değerlendirme başarısını gösteren bir şirkettir (Hormozi, 2001, s.132; Pan ve Nagi, 2013, s.969). Müşterileri memnun edecek şekilde stratejilerin, sistemin, insanların ve teknolojilerin entegrasyonunu kapsayan çevik üretimin en önemli özelliği esnekliğidir (Vinodh vd., 2013, s.825).

Siparişe göre üretim, en "optimal" noktaya kadar son montajı erteleme, ürün izleme, tam zamanında teslimat, küçük miktarlarda sık teslimatlar, gerçek zamanlı veri yönetimi, tedarikçilerle ve müşterilerle tedarik zinciri işbirlikleri ile ilgilenmekte olan çevik üretim sisteminin başarılı bir şekilde işletmeye adapte edilmesiyle üretim maliyetleri azalmakta, pazar payı artmakta, müşterinin beklentileri karşılanmakta, pazara giriş süresi kısalmakta, katma değer yaratmayan faaliyetler elimine edilmekte ve işletmenin rekabet edilebilirliği sürdürülüp geliştirilmektedir (Vazquez-Bustelo vd., 2007, s.1307; Greene vd., 2008, s.218). Çevik üretim sonucunda esneklik ile pazara ve değişime hızlı tepki verme sayesinde daha iyi hizmet ve teslimat koşullarına sahip daha düşük maliyetli yüksek kaliteli ürünler elde edilmektedir. Ayrıca, çevik üretimle çevre korumasına da önem gösterilmektedir. Çevikliğe yönlendiren uygulamalar, üretimi maliyet, kalite, esneklik, teslimat, hizmet ve çevre gibi farklı amaçlarda birçok kapasite ve yeteneğin geliştirilmesini ve iyileştirilmesini sağlamaktadır. Bu durum iş performansını pozitif yönde etkilemekte ve dalgalanmaların olduğu pazarlarda büyük rekabet üstünlükleri sağlamaktadır (Vazquez-Bustelo vd., 2007, s. 1315).

Çevikliği sağlamak için bir işletmenin değişen pazar gereksinimlerini karşılayabilmesi, müşteri hizmet seviyesini maksimize etmesi, global pazarda rekabetçi olabilmek için ürünlerin maliyetini minimize etmesi, uzun dönem varlığını sürdürmesi ve kazanç sağlaması gerekmektedir (Vazquez-Bustelo vd., 2007, s.1308). Ayrıca işletme, hızlı değişen pazarlara uyum sağlayabilmeli, rekabet baskısının üstesinden gelebilmeli, yeni ürünlerinin pazara giriş

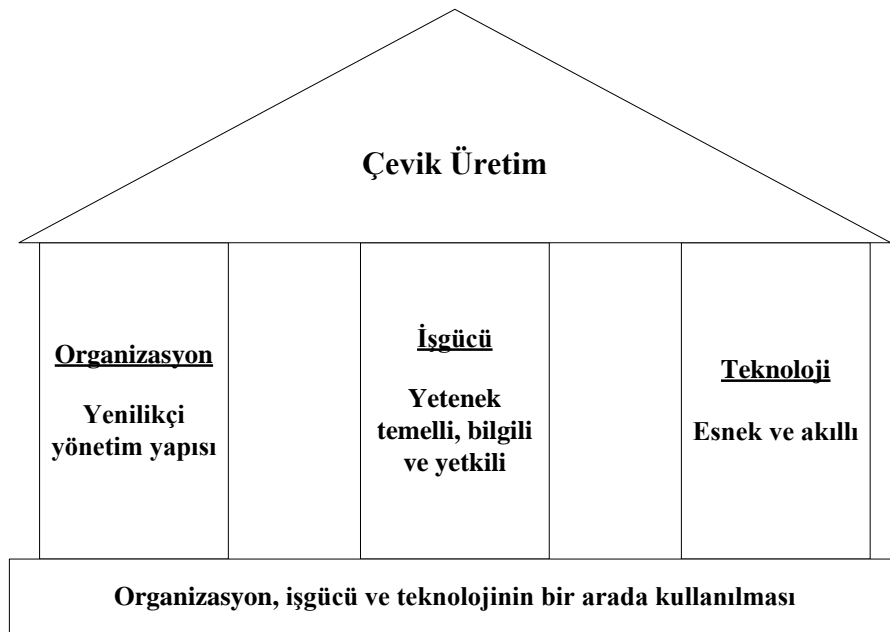
sürelerini kısaltabilmeli, işletmeler arası işbirliklerine odaklanabilmeli, zincir boyunca interaktif ilişkiler kurabilmeli, global satın alma, pazarlama ve dağıtım fikrini benimsemeli ve bilgi ve hizmet değerini arttırabilmelidir (Gunasekaran, 1998, s.1225). Beklenmeyen değişimlerin yaşandığı bir ortamda işletmelerin ayakta kalma ve rekabet edebilme yeteneği olan çeviklik, sadece değişimle başa çıkmamakta aynı zamanda bu değişimleri fırsata dönüştürmekte ve bu fırsatlardan işletmenin yararlanmasını sağlamaktadır. Çevik üretimin temel aksiyomları; her şeyin çok hızla beklenmedik şekilde değiştiği, pazarın düşük miktarlı, yüksek kaliteli, kişiselleştirilmiş özel ürünler talep ettiği, pazarın talep ettiği bu ürünlerin kısa ömürlü olduğu ve dolayısıyla üretim sürelerinin de kısa olması gerektiği ve son olarak müşterilerin özel ilgi beklediğidir (Maskell, 2001, s.6). Çevik üretimi uygulamak isteyen ve de bu aksiyomları kabul eden bir işletmenin atması gereken ilk adım, üst yönetimin desteğini almak ve üst yönetimin desteği ile organizasyonel yapıda değişiklik yapmaktır. Çünkü çevik üretim için gereken tüm kaynak ve olanaklar ancak bu şekilde sağlanmaktadır.

Makineler, binalar, depolama olanakları gibi fiziksel varlıkların esnek olacak şekilde yeniden düzenlenmeleri, çevik üretimin etkin olmasında bir diğer önemli adımdır. Otomasyonla çevikliği entegre edebilmek için üretim sistemlerinin sabit olmaması, esnek olması gerekmektedir. İşletmenin fiziksel varlıkları, sabit, yarı sabit ve esnek olarak sınıflandırıldığında makineler, araçlar, kabinler vb. gibi esnek olan varlıklar, çok kısa sürede çevik sisteme adapte edilebilmektedir. Yarı sabit ve sabit varlıklar ise, uygun metotlar kullanılarak sistematik bir şekilde çevik hale dönüştürülmektedir. Örneğin, geleneksel yöntemleri kullanan bir işletme, klasik makinelerini bir üretim hücresinde kullanarak etkinliklerini test edebilmektedir. Eğer etkin olursa, bu makine grubu, bilgisayar sayımlı kontrol (computer numerical control - CNC) makineleriyle değiştirilebilmektedir. Fiziksel değişiklikler tamamlandıktan sonra, işletme uzun, karmaşık, değer katmayan ve esnek olmayan süreçlerini ele almalıdır. Geleneksel bir şirkette finansal kaynak kullanılan her bir faaliyetin hayata geçirilmesi için yönetim onayının ve zaman kaybına yol açacak çok sayıda dokümanın işleme alınması gerekmektedir. Bu durum çevik üretim için kesinlikle uygun olmadığından çalışanı yetkilendirme, iş süreçlerinin basitleştirme ve rutin faaliyetleri otomasyonla desteklenme gibi iyileştirmeler tercih edilmektedir (Ramesh ve Devadasan, 2007, s.195).

Çevik üretimin başlangıç aşamasında yapılması gereken organizasyon değişikliği stratejisinin hemen arkasından teknoloji, yönetim ve işgücünün koordineli bir biçimde entegrasyonu ile idari düzenlemeler, işbirliği, bilgi teknolojileri, değişim mühendisliği (re-engineering) ve çalışan esnekliği konularında düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Öncelikle, hükümetler endüstride bir işbirliğinin olduğu bir ortam yaratmalıdırlar. Çünkü, bazı mevcut yasalar bu işbirliklerine izin vermemektedir. İşletmeler, faaliyetlerini başarı ile yönetebilecekleri konusunda istekli olmalıdırlar. Daha esnek, daha yaratıcı ve satış sonrası üzerinde değişiklik yapılabilecek veya geliştirilecek ürünleri üretmeyi hedeflemelidirler. Ayrıca işletmeler, elektronik ticareti (e-ticaret) ve bilgi akışını kolaylaştırmak için, en son bilgi teknolojisine sahip olmalıdırlar. İlaveten, tüm örgütsel etkinliği ve etkenliği artırabilmek için süreçlerin hepsi, yeniden değerlendirilmeli ve gerekirse yeniden oluşturulmalıdır. Son olarak çevik üretimin uygulanmasıyla gerçekleşecek değişimlere karşı çalışanların değişimi kabul etmeleri böylece kendilerinin daha yaratıcı, işlerini yaparken mücadeleye daha açık olmaları ve ömür boyu öğrenme sağlanmalıdır (Hormozi, 2001, s.138-142).

Çevik üretim, her bir işletmenin kendi stratejileri ve ürünleri için geliştirmesi gereken bir yapıdır ve bu yapı, yenilikçi yönetim yapısı ve organizasyon, bilgili ve yetkili işgücü ve esnek ve bilgi teknolojilerinden oluşan üç kaynak ile desteklenmektedir. Çeviklik, bu üç kaynağın koordine edilmiş bağımsız bir sistem ile bütünleştirilmesiyle sağlanabilmektedir. Çevik üretimin; organizasyonun yüksek yetenekli, bilgili işgücünün ve ileri teknolojilerin bir araya gelmesiyle müşterinin istediği, yüksek kaliteli kişiselleştirilmiş ürünleri işbirliği ve yenilikçilik anlayışıyla üretmek olduğu Şekil 1.4 ile görsel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 1.4. Çevik Üretim Yapısı

Kaynak: Kidd, 1994, s.10

Çevik üretimi gerçekleştirebilmek için JIT, eşzamanlı mühendislik, hücreli üretim, CIM vb. birçok yöntem ve teknik bulunmaktadır. Bu tekniklerin birçoğu çok faydalı olmakla

birlikte amacına uygun ve doğru zamanda kullanılmadıkları takdirde, sisteme bir katkı sağlamazlar. Çevik üretime geçiş kararı verildikten sonra sadece ne yapılacağı değil, ayrıca neden, ne zaman ve nasıl yapılacağı ile ilgili de önemli sorular sormak gerekmektedir (Kidd, 1994, s.69). Bu sorulara verilecek cevaplarla, gerekli olan yöntemlerin tespiti ve çevik üretimin etkin kullanılması mümkün olmaktadır.

1.2.1. Çevik Üretimin Özellikleri

Çevik üretimin özelliklerini belirtmeden önce çevik üretimin ne olduğunun net anlaşılması gerekmektedir. Çevik üretimin tanımı ile ilgili literatürde yapılan farklı bakış açılarına ait tanımlamalardan bazıları, Gunasekaran ve Yusuf (2002), Huang (2002) ve Jin-Hai vd. (2003) çalışmaları dikkate alarak zenginleştirilmiş ve Tablo 1.4 ile gösterilmiştir.

Tablo 1.4. Çevik Üretimin Tanımı

Yazar	Tanım
Iococca Enstitüsü (1991)	Pazarın hızla değişen ihtiyaçlarını karşılamak için olağanüstü yetenekleri (donanımsal ve yazılımsal teknolojiler, insan kaynakları, eğitilmiş yönetim, bilgi) olan ve müşteri taleplerini (müşteri ihtiyaçları ve istekleri) gerçek zamanlı karşılayabilmek için ürün modelleri boyunca veya üretim hatları arasında (esneklik) hızlı bir biçimde dönüş yapabilen (hız ve cevap verebilirlik) bir sistemdir.
Kidd (1994)	Çeviklik, yalın üretim, bilgisayar bütünleşik üretim, toplam kalite yönetimi, malzeme ihtiyaç planlaması ve optimize edilmiş üretim teknolojisi ile uyumlu üretim teknolojileri ve yöntemlerinin bir sentezidir.
Yusuf vd. (1999)	Çeviklik, yeniden ayarlanabilir kaynakların birleşimi ile oluşan rekabetçi faktörlerin (hız, esneklik, inovasyon, yenilikçilik, kalite ve karlılık) ve hızlı değişim gösteren pazarlarda müşterinin yönlendirdiği ürün ve hizmetlerin sağlanması için bilgi açısından zengin bir ortamdaki en iyi uygulamaların bir sentezidir.
Van Assen vd. (2000)	Çeviklik, değişen pazarlara ve müşteri isteklerine hızlı ve ustalıkla cevap vererek, yüksek kaliteli ürünleri üretme, siparişten teslimata geçen süreleri azaltma ve üstün hizmet sağlamadır.
Hormozi (2001)	Ölçek ekonomisinden çok kapsam ekonomisi için gayret eden çevik üretim, müşterinin istediği zamanda ve istediği yerde çok yüksek kişiselleştirilmiş ürünleri üretebilmektir.
Yusuf ve Adeleye (2002)	Müşteriyi güçlendirme, değişimi ve belirsizliği yönetme, işgücü yeteneklerinin aktarılması ve rekabeti arttırmak için işbirlikleri prensipleriyle desteklenen rekabetçi bir stratejidir.
Helo (2004)	Belirsizliğin olduğu bir ortamda yüksek verimliliği korumayı ifade eden bir paradigmadır.
Vazquez-Bustelo vd. (2007)	Rekabet ortamındaki değişiklikler nedeniyle ortaya çıkmış, talepleri sürekli artan ve ne istediğini bilen müşterilerinin isteklerindeki hızlı değişimlere ayak uydurabilmektir.
Vinodh vd. (2013)	Çevik üretim, üretim işletmelerinin çok kısa zaman içerisinde geniş çeşitlilikte ürünleri üretebilme yeteneğidir.

Tüm bu tanımlamalar, çevik üretimin pazarda beklenmedik değişikliklere, oldukça hızlı cevap verme ve ani değişimlerle başa çıkabilme konularındaki becerisinde hemfikirdir. Çevik üretim, bir işletmenin işgücü, bilgi ve organizasyon yeteneklerini içeren iç kaynaklarını kullanmakta ve entegre etmektedir. Ayrıca, hızlı, etkin ve ekonomik olarak değişimlere ve belirsizliklere cevap verebilmek için şirket dışında sanal organizasyonlar kurabilmektedir. Böylece, yüksek kaliteli ve kişiselleştirilmiş pazar ihtiyaçlarını karşılayarak müşteri tatmini

gerçekleştirmektedir (Huang, 2002, s.517). Genel olarak çevik üretimin özellikleri şunlardır (Cheng vd., 1998, s.97): Kitlesele üretim kalıplarını kırarak daha yüksek kişiselleştirilmiş ürünleri, müşterinin istediği zamanda ve istediği miktarda üretmektedir. Ölçek ekonomisi yerine kapsam ekonomisi için uğraşmakta ve uğraşısının temelinde kişiselleştirilmiş ürünleri düşük maliyetle gerçekleştirmek yatmaktadır. Artan müşteri tercihleri ve öngörülen müşteri ihtiyaçları, çevik üretimin bütünleyici parçalarıdır. Sadece üretimin veya sadece fabrikanın yerine daha kapsamlı bir bakış açısına ihtiyaç duymaktadır. Sanal organizasyonların hızlı oluşturulması veya çok uluslu birliktelikler ile yeni ürünlerin pazara hızlı sunulmasına imkan tanımaktadır. Daha şeffaf ve zengin bilgi akışına gereksinim duymaktadır.

Pazardaki ve teknolojiadaki değişimlere hazır olma, gelişmekte olan dalgalı pazarlarda başarılı olma ve özellikle zamana dayalı durumlarda müşteriye değeri teslim etme özelliklerine sahip çeviklik ile esneklik kelimeleri bazen eş anlamlı kullanılabilir. Esneklik genellikle farklı koşullarda üretim yapabilme özelliği iken çeviklik, tüm işletmenin performansı ile ilgili olan bir iş stratejisidir (Helo, 2004, s.567). Farklı çeşitlilikte ürünlerin üretimini sağlayan esnek üretim sistemi, bilgisayar bütünleşik üretim ve diğer ileri üretim teknolojilerinin en temel bileşenidir. Esnek üretim sistemleri, birden fazla sayısal kontrollü makine ve/veya endüstriyel robot içeren, tüm sistemi bilgisayarlı kontrol altına alan ve bu bilgisayarlı sistemleri, taşıma sistemleri ile birbirlerine bağlayan üretim sistemleridir (Sarkis, 1997, s.40). Esneklik, ortamdaki değişimlere bağlı, üretim kaynaklarını etkin bir şekilde kullanma veya değişiklik yapma kapasitesidir. Öncelikli olarak zamanla ilişkili olsa da, kalite ve maliyet de amaçları arasındadır. Bir işletmenin içsel kaynaklarına veya dışsal ortamına bağlı olarak oluşan farklı değişiklikler için farklı esneklik çeşitleri bulunmaktadır. Değişikliklerin temelinde talep ve teknoloji yatmaktadır. Talep, ürünün doğasına bağlı olarak değişmektedir ve bu durum ürünün esnek olmasını gerektirmektedir. Talepteki miktarlar değiştiğinde ise miktar (hacim) esnekliğinden bahsedilmektedir (Duguay vd., 1997, s.1188). Esnek üretim sistemi, hem yalın hem de çevik üretimin amaçlarını gerçekleştirmek için uygulanabilmekte ancak ekipmana yatırım yapılması ve esneklik üzerine kısıtlar, esnek üretim sistemini yalın üretim sistemi ile daha uygulanır kılmaktadır (Krishnamurthy ve Yauch, 2007, s.591). Sarkis (2001) çalışmasında çevik üretimin, yalın ve esnek üretimi içeren bir strateji olduğunu belirtmiştir.

Elkins vd. (2004), çevik üretim ile esnek üretim arasındaki farkları incelemişlerdir. Çevik sistemlerin planlanmayan yeni ürünlerin pazara hızlı girmesine olanak tanıdığını ve bu esnada ilave yatırım maliyetine ihtiyaç duyduğunu söylemişlerdir. Araçların, aparatların ve malzeme taşıma ekipmanlarının yeniden düzenlemeleri ve ürünle ilgili iyileştirmeleri desteklediğini

söyleyen yazarlar, genel amaçlı makina uygulamalarının, esnek üretimdeki cihazlardan daha az yararlı olduklarını belirtmişlerdir. Yazarlara göre esnek üretim sisteminde araçlar, aparatlar çok amaçlı kullanıma sahip olduklarından daha pahalıdır. Çevik üretim ve esnek üretim sistemlerinin karşılaştırması Tablo 1.5'te verilmiştir.

Tablo 1.5. Çevik ve Esnek Üretim Sistemlerinin Karşılaştırılması

Karşılaştırma Kriteri	Çevik Üretim	Esnek Üretim
Başlangıç yatırım maliyeti	Orta	Yüksek
Yeni ürünlerin pazara giriş maliyeti	Düşük	Orta
Yeni ürünlerin pazara giriş süresi	Düşük	Orta
Ürün miktarının kapasitesi	Orta	Düşük
Diğer makina uygulamaları için ekipmanların yeniden kullanılabilirliği	Orta	Yüksek
Yeni, planlanmayan modellerin pazara sunulma yeteneği	Yüksek	Orta

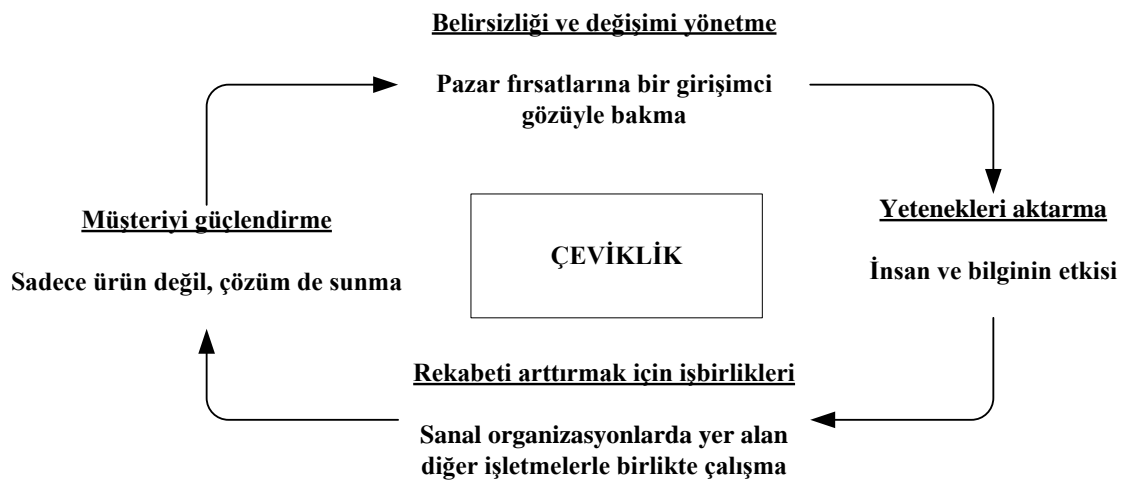
Kaynak: Elkins vd. 2004, s.205

Esneklik değişimi gerçekleştirmeye odaklanırken, çeviklik tepki süresi boyunca hızlı çözüm üretmeye odaklanmaktadır. Çeviklik, tüm organizasyonel yetenekler ile esneklik ise, üretim gibi operasyonel yeteneklerle ilişkilidir (Swafford vd., 2006, s.120). Backhouse ve Burns (1999) esneklik ve çeviklik arasındaki farkı şu şekilde açıklamışlardır: "Bir müşteri araba galerisinden içeri girer ve bir renk paletine sahip tasarım terminalinden istediği araba rengini seçer. Üreticinin hızlı bir biçimde müşterinin istediği renkte arabayı üretilip teslim edebilmesi esnekliktir. Tam tersi, çizgili bir araba gibi yepyeni bir talebi hızlı bir biçimde üreticinin üretilip teslim edebilmesi ise çevikliktir" (Backhouse ve Burns, 1999, s.76).

1.2.2. Çevik Üretimin Boyutları

Çevik üretimi benimsemiş bir işletmenin rekabet edebilirlik için çıktı, dışsal etki, girdi ve içsel süreçlerden oluşan dört temel boyutu bulunmaktadır (Gunasekaran, 1998, s.1223; Meade ve Sarkis, 1999, s.242; Sarkis, 2001, s.89; Yusuf ve Adeleye, 2002, s.4547, Jackson ve Johansson, 2003, s.483; Büyüközkan vd., 2004, s.733; Vazquez-Bustelo vd., 2007, s.1307). Bu boyutlar, işletmeyi hem içsel hem de dışsal çevikliğe doğru yönlendirmektedir. İçsel çeviklik, yeni ürün ve ürün özellikleri için pazar ve müşteri taleplerine hızlı cevap verip çözüm oluşturma yeteneği olarak görülmektedir. İçsel çeviklik için işletmeler, ekonomik olarak çok küçük partilerle üretim yapabilen, yeniden programlanabilen, yeniden düzenlenebilen ve sürekli değişebilen üretim sistemlerine ihtiyaç duymaktadır. Dışsal çeviklik için işletmeler, sanal organizasyonlar içinde yer alarak işbirlikleri kurmaktadır (Büyüközkan vd., 2004, s.734). Rigby vd. (2000), çevikliğin dört boyutunu Şekil 1.5 ile ifade etmişlerdir.

Rekabeti arttırmak için işbirlikleri, çevik bir işletme için girdidir ve hem içsel hem de dışsal işbirliklerine olan ihtiyacı belirtmektedir. İşletme içinde olduğu gibi işletmeler arası da yapılan işbirlikleri önemli bir rekabet avantajıdır. İşbirlikleri ile elde edilen avantajlar; ürün geliştirme maliyetlerinin, pazara giriş sürelerinin ve taşınan riskin azalması, güven ahlakının oluşması ve işbirliğinin başarılı devamı için sürdürülmesi, kaynak kullanılabilirliğini arttırmanın yanı sıra teknoloji transferini hızlandırması ve en uygun olan süreçlere, insan ve teknolojik kaynaklara odaklanabilmesi olarak sıralanmaktadır. Bu boyutun potansiyelini arttırmak için işletmeler, mümkün olan en uygun maliyetle ve en kısa sürede ürünleri pazara sunmak için mevcut kaynaklarını kullanmalıdır (Meade ve Sarkis, 1999, s.243).



Şekil 1.5. Çevikliğin Boyutları

Kaynak: Rigby vd., 2000, s.179

Hiçbir işletme, tüm bilgiye ve yeteneklere tek başına sahip olamaz. Tek bir işletmenin müşterinin ihtiyaçlarının hepsini karşılaması da beklenemez. İhtiyaçları karşılamak için ilave hizmetler, bilgi ve lojistik desteği gerekebilmektedir. Bu ihtiyaçları karşılayabilmek amacıyla işletmeler işbirliğine girebilmektedir. Genellikle bu işbirliği öncelikle işletme içindeki bölümler arasında, müşterilere çözüm sunma amaçlı gerçekleşmektedir. Müşteriler, tedarikçiler ve diğer üçüncü parti firmalar, ürün veya değer katan hizmet tasarlamak için de bir araya gelebilmektedirler. Bazı durumlarda, işletme özel kabiliyetleri olan özel ortak arayışına da girebilmektedir ve müşterinin veya pazarın ihtiyaçlarını karşılamak için sanal organizasyonlar kurulabilmektedir. Bu tip ortaklıklar, geleneksel iş ortaklıkları veya birleşmeler değildir. Enformel olarak herhangi bir karmaşık hiyerarşiye sahip olmayan, sadece işbirliği için hızlı bir biçimde bir araya getirilmiş, herkesin ne yapması gerektiği belli olan ve hemen akabinde işleme konulan birlikteliklerdir. Güven, saygı ve şeffaflık üzerine kurulu bu tip işbirliklerinde bilgi teknolojileri fiziksel olarak ayrı bile olan işletmeler veya kişiler arasında iletişimi mümkün kılmaktadır. Bu tip işbirliklerine örnek olarak Intel Pentium

ile rekabet edebilmek adına yeni PowerPC çipi geliştirmek için biraraya gelen IBM, Motorola ve Apple arasındaki işbirliği verilebilmektedir. Aslında birbiri ile rakip olan bu şirketler bir araya gelerek bu çipi tasarlayan, geliştiren ve üreten bir takım oluşturmuşlardır (Maskell, 2001, s.9).

Çevik işletmenin çıktısı ise sadece ürün değil, çözüm de sunmak ve bu sayede müşteriye güçlendirmektir. Müşteri, işletmenin ürünlerini bir problemin çözümleri olarak görmektedir. Uzun dönemli istikrarlı ilişkiler kurulması ürün, bilgi ve hizmet içeren çözümlerin satılması ile mümkün olabilmektedir (Meade ve Sarkis, 1999, s.243). Çözüm satmak, müşterinin ihtiyaçlarını detaylı ve dikkatli anlamak ve bu ihtiyaçları giderecek bir biçimde ürün ve hizmetleri bir paket olarak sunmaktır. Bazı durumlarda, ürünün sunulması tek başına yeterli olmayabilir. Müşterinin ihtiyaçlarını giderecek bir biçimde ilave hizmetler veya teknik destek sunmak veya rakip işletmeler tarafından sağlanan bütünleyici ürünler sağlamak bu boyutun kapsamındadır. Müşterinin ihtiyacına uygun ürünlerin geliştirilmesi ve üretilmesi gerekmekte olup ürün tasarımı, üretim süreçleriyle yakın ilişki içinde olmalıdır. Hızlı ve etkin tasarım için geleneksel tasarım anlayışından uzaklaşılmalıdır. Çünkü geleneksel yaklaşımla yapılan tasarımlar, zaman zaman gecikmelere, yanlış anlamalara ve tasarımla üretim süreçleri arasında bilgi kopukluklarına neden olabilmektedir. Bu nedenle çevik anlayışta müşterinin istediği ürünlerin tasarlanıp üretilmesi için geleneksel yaklaşımdan uzaklaşmakta ve tasarım süreci üretimle entegre edilmektedir. Tasarım süreci, ürünün tasarımına müşterilerin de dahil olması ile geliştirilebilmektedir. Böylece müşterilerin ihtiyaçları etkin bir biçimde karşılanabilmektedir. Bu yakın işbirliği uzun dönemli ilişkilerin temelini oluşturmaktadır. Sadece mevcut ihtiyaçları karşılamamak için tasarlanan bu tip ürünler, gelecek dönem ihtiyaçları için yeniden ayarlanabilir, düzenlenebilir ürünlerin alt yapısının atılmasını sağlamaktadır. Japonya'da Honda, kredi kartı boyutunda elektronik anahtarı olan bir dizi motosiklet motoru geliştirmiştir. Bu anahtar, sadece direksiyon mekanizmasının, elektronik yakıt pompasının ve diğer önemli elemanlarının kilidini açmak için kullanılmamakta, aynı zamanda yakıt enjeksiyon, zamanlama, ateşleme ve diğer parametreleri değiştirerek makinenin performansını artırma amaçlı bilgiler de içermektedir. Sürücü, bu kart yardımıyla hızlı, yüksek performanslı, ekonomik, şehir veya dağ sürüşü vb. özellikleri arasından tercih yapabilmektedir. Honda, müşterilerin isteklerini ve çeşitli ihtiyaçlarını görüp anladığı ve kapsamlı bir çözüm sunmak istediği için çevikliğe yani müşteriye çözüm sunmaya odaklanmıştır. Böylece şirket, sadece ürün satmanın önüne geçmiş, ürünle birlikte müşterinin ihtiyaçlarını giderme yeteneği de satmıştır (Maskell, 2001, s.7).

Çevik işletmenin bulunduğu ortam, değişimi ve belirsizliği yönetme boyutu ile ifade edilmektedir. İşletme, değişimle ve belirsizlikle başa çıkabilmek için insan ve fiziksel kaynaklarını hızlı düzenleyecek şekilde esnek bir yapıda olmalıdır. Bu amaçla işletmelerin kalifiye işgücüne sahip olmaları, değişen pazar fırsatlarını değerlendirebilmeleri için çalışanlarına kaynak ve yetki vermeleri, işletme içi olduğu gibi işletmeler arası da gereken kaynakların bağlantılarına destek verecek yapılar kurmaları ve son olarak girişimi teşvik etmeleri gerekmektedir.

Son boyut ise, yeteneklerin aktarılması boyutudur. Bir işletme için insan ve bilgi en önemli kaynaklardır. Çalışanların motivasyonu, karar verme yetkilerinin dağıtılması ile artırılabilir. Çevik bir işletme, her bir müşterisi için bilgi ve yeteneği çözüm amaçlı kullanarak yeteneklerini satan bir işletmedir (Meade ve Sarkis, 1999, s.243). İnsanların sahip oldukları yetenekler ve bilgiler, bir işletmenin çözüm satabilmesi için mutlaka dikkat edilmesi gereken özellikleridir. Bu bilgi, müşterinin ihtiyaçlarını, endişelerini ve hizmet gereksinimlerini içermektedir. Müşteriler, kendileri ile özel ilgilenilmelerini istemekte ve her birinin ayrı ayrı özel istekleri bulunmaktadır. Bu durum, çevik yaklaşımın önemli bir parçasıdır ve bununla başa çıkmanın yolu, bilgi temelli sistemlerin kurulmasıdır (Maskell, 2001, s.8).

1.2.3. Çevik Üretim Kavramsal Modeli

İş dünyasında beklenmeyen veya istenmeyen değişimleri önceden hissetme ve algılama yeteneklerine sahip işletmeler, kolaylıkla bu değişikliklere uygun yöntemler kullanarak zamanında cevap verebilmekte ve de değişiklikleri fırsatlara çevirebilmektedirler. Ancak buradaki önemli soru, işletmenin çevik olabilmek için hangi araç, teknik ve yeteneklere ihtiyacı olduğudur. Bu nedenle işletmelere stratejik kararlar almada yardımcı olması beklenen kavramsal bir model geliştirilmiş olup bu model, çevikliğe yönlendiriciler, çeviklik yetenekleri, çeviklik sağlayıcıları ile desteklenmiştir (Gunasekaran, 1998; Sharifi ve Zhang, 2001; Gunasekaran ve Yusuf, 2002; Vazquez-Bustelo vd., 2007).

1.2.3.1. Çeviklik Yönlendiricileri

İşletmelerin rekabet avantajlarını koruyabilmek ve yaptıkları işleri geliştirmek için yeni yöntemler ve yollar arayışı sonucu ortaya çıkan baskı ve değişiklikler, işletmeleri çevik üretime yönlendirmektedir (Sharifi ve Zhang, 2001, s.774). Ama aslında bir işletmeyi çevikliğe iten en önemli etken "değişim"dir (Yusuf vd., 1999, s.34). Sektörden sektöre, işletmeden işletmeye değişiklik gösterse de temel yönlendiriciler; pazar, rekabet, müşteri istekleri, teknoloji, sosyal vb. faktörlerdir. Alt faktörler açısından incelendiğinde ise niş pazarlarda

büyüme, ulusal ve uluslararası politik değişiklikler, ürün modellerindeki değişikliklerin artış oranı, ürün ömürlerinin kısalması, hızla değişen pazarlar, maliyetler üzerinde artan baskı, yeni ürün/ekipman oranlarında artış, küresel pazar rekabetinde artan baskı, yeni ürünlerin pazara giriş sürelerinde azalış, rakiplerin değişimlere olan tutumları, kişiselleştirilmiş ürün veya hizmetlere olan talep, daha hızlı teslim süreleri ve pazara giriş süreleri, kalite beklentilerinde artış, sipariş miktarlarında ve özelliklerinde ani değişiklik talepleri, daha etkin, hızlı ve ekonomik üretim tesisleri, yeni yazılım teknolojileri, yeni malzemeler, bilgi teknolojileri, çevresel baskılar, işgücü beklentileri, yasal/politik baskılar, kültürel problemler ve toplumsal sözleşmelerdeki değişiklikler çevikliğe yönlendiren unsurlar olarak sıralanmaktadır (Zhang ve Sharifi, 2000, s.507; Sharifi ve Zhang, 2001, s.785).

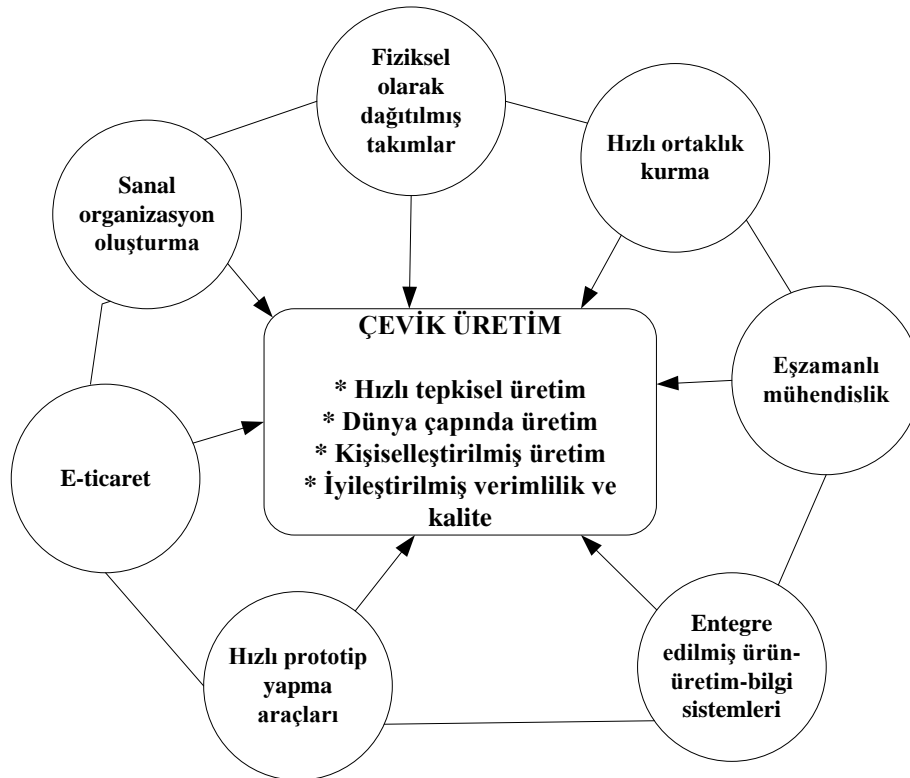
1.2.3.2. Çeviklik Yetenekleri

Bir üretim sisteminin değişikliklere cevap verebilme yeteneği, işletmenin çevikliğe yönlendiren unsurlara etkin cevap verebilmesi, bu unsurların üstesinden gelebilmesi ve kendisine avantaj elde edebilmesi için gerekmektedir (Zhang ve Sharifi, 2000, s.506; Sharifi ve Zhang, 2001, s.784; Ramasesh vd., 2001, s.536). Bu yetenekler, beklenmeyen değişiklikleri hissedebilme, önceden kestirebilme, ürün modelleri ve konfigürasyonlarında esneklik sağlama, değişiklikleri anında sisteme dahil ederek hızlı tepki verme, uygun teknoloji seçme, stratejik vizyon, içsel ve dışsal işbirlikleri, değişim yönetimi, ürün/hizmet kalitesi, ürün ve hizmetlerin teslimatında hız ve dakiklık, yeni ürünlerin pazara girme hızı, uygun maliyetli, yalın, esnek, bilgili, yetkilendirilmiş işgücü, hızlı işlem süreleri, değişikliklere karşı hızlı toparlanma, organizasyonel esneklik, entegrasyon, yüksek yeni ürün oranı ve ürün miktarında esnekliktir (Zhang ve Sharifi, 2000, s.507; Sharifi ve Zhang, 2001, s.786). Zhang ve Sharifi (2000) yetenekleri dört temel kategoride incelemişlerdir. Bunlardan ilki, hızlı çözüm oluşturma ve pazara hızlı tepki vermedir (responsiveness). Çözüm oluşturmak, değişiklikleri tanımlama ve her bir değişime cevap verme veya değişim gerçekleşmeden önce önlemler alarak çözüm oluşturma ve değişimlerden avantaj elde etmedir. Bir diğer yetenek, yetkinliktir (competency). Bir işletmenin amaçlarına ulaşmak için verimlilik, etkinlik ve etkililik elde etmesini sağlayan yetenektir. Esneklik ise, aynı tesis içinde farklı işleri gerçekleştirme ve farklı amaçları başarma yeteneğidir. Son yetenek ise hız olup bu yetenek, mümkün olan en kısa zamanda görev ve işlemleri gerçekleştirme yeteneğidir (Zhang ve Sharifi, 2000, s.506). Bu dört kategori içinde çevik bir işletme için en önemli olan yetenek, hızlı çözüm oluşturmaktır. Diğerleri hızlı çözüm oluşturarak cevap verebilmeye yardım eden yeteneklerdir (Zhang ve Sharifi, 2000, s.508).

1.2.3.3. Çeviklik Sağlayıcıları

Bir işletmenin çevik olabilmesi için çeviklik sağlayıcılarına ihtiyacı bulunmaktadır. İşletmeler çeviklik için, stratejik planlamadan ürün tasarımına, sanal organizasyonlardan otomasyona kadar birçok sürece odaklanmalıdırlar. Kendisi başlı başına bir strateji olan çevik üretim için, birçok alt stratejiye ihtiyaç duyulmaktadır (Gunasekaran, 1999, s.89). Bu stratejiler, sanal işletme, hızlı ortak işletme oluşturma, hızlı prototip ve temel yetkinlikler bazlı geçici ortaklıklardır. Uygun bir iş ve operasyon stratejisi olmadan çevikliğı başarmak mümkün değildir. Çevik üretim müşterinin entegre olduğu çok disiplinli takımlar, tedarik zinciri ortaklıkları, esnek üretim, bilgisayarla bütünleşik bilgi sistemleri ve modüler üretim yetenekleri ile gerçekleştirilebilmektedir (Gunasekaran ve Yusuf, 2002, s.1362).

Gunasekaran (1998), sanal organizasyon oluşturma araçları, fiziksel olarak dağıtılmış üretim ve takımlar, hızlı bir biçimde ortaklıklar kurma araçları, eş zamanlı mühendislik, entegre edilmiş ürün-üretim-iş bilgi sistemleri, hızlı prototip araçları ve e-ticaret olarak sıralanan çevik üretim sağlayıcılarını Şekil 1.6'da yer alan kavramsal bir modelle göstermiştir.



Şekil 1.6. Çeviklik Sağlayıcıları

Kaynak: Gunasekaran, 1998, s.1226

Gunasekaran'a göre üretimde çevikliğı başarmak için fiziksel olarak ayrı olan işletmeler entegre edilmeli ve pazardaki değişen koşullara uyum sağlayabilmek için bu

işletmeler etkin yönetilmelidir. Etkin bir entegrasyonla sanal organizasyon çatısı altında işletmelerin yönetimini başarabilmek için tüm bu sağlayıcılar ve araçlar birleştirilmelidir (Gunasekaran, 1998, s.1226).

Vazquez-Bustelo vd. (2007), Gunasekaran'ın (1998) modeline benzer ancak aşağıda detaylı anlatılmış olan bazı farklılıklara sahip başka bir kavramsal model çalışmışlardır. Pazar dalgalanmalarının olduğu bir ortamda işletmelerin stratejilerini, amaçlarını, yöntem ve/veya araçlarını gözden geçirmek suretiyle çevik üretim yöntemlerini kendilerine uyumlu hale getirmeleri gerektiğini vurgulayan yazarlar, çeviklik sağlayan uygulamaları aşağıdaki gibi gruplamışlardır:

İnsan kaynakları: İyi eğitilmiş, yüksek motivasyonlu ve yetkilendirilmiş çalışanlarla bir takım olarak çalışabilmek için gerekli insan kaynakları uygulamalarını kapsamaktadır. Bu kapsamda çeviklik sağlayıcıları; üst yönetim desteği, çalışan bağlılığı, yetkilendirme, takım çalışması, özerk takımlar, süreçler arası takımlar, iş rotasyonu, çok fonksiyonlu işgücü, iş zenginleştirme, eğitim, ortalamanın üstünde kabiliyet seviyeleri, işgücü yeteneklerini geliştirme, sürekli eğitim ve geliştirme, bilgi işçisi, IT yetenekli çalışan, merkezi olmayan karar alma, girişimci işletme kültürü, yeniliğe yönlendiren ödüllendirme olarak sıralanmaktadır.

Teknoloji: İleri tasarım, üretim ve idari teknolojilerin sistematik uygulanması ve entegrasyonudur. Kurumsal kaynak planlaması (Enterprise Resource Planning - ERP), malzeme ihtiyaç planlaması (Material Requirements Planning - MRP), robotikler, otomatik güdümlü araçlar, otomatik depolama sistemleri, CNC, bilgisayar destekli tasarım (computer aided design - CAD), bilgisayar destekli üretim (Computer Aided Manufacturing - CAM), hızlı prototipleme araçları, intranet, internet, dünya çapında ağ, EDI, e-ticaret, göz kontrolü, üretim hücreleri, sanal gerçeklik yazılımları, esnek üretim sistemleri, bilgisayar destekli süreç planlama (Computer Aided Process Planning - CAPP), grup teknolojisi, satış noktasında (Point of Sale - POS) veri toplama, barkotlar, otomatik veri toplama, gerçek zamanlı iletişim, üretim/montaj için tasarım bu sınıflamanın içinde yer almaktadır.

Organizasyon içi ve dışı entegrasyon: İşletme içi bölümler arası ve işletme ile tedarikçi, müşteri, ortak, paydaş vb. arasında yer alan süreçlerde işbirliği ve entegrasyonunun sağlanması temelli değer zincirinin entegrasyonu ve koordinasyonu ile ilgili uygulamalardır. Temel yetkinlikler temelli stratejik ortaklıklar, sanal organizasyon, hızlı ortaklık oluşturma, satın almadan satışa kadar tüm fonksiyonların entegrasyonu, global tedarik zinciri yönetimi, entegre edilmiş tedarik zinciri, entegre edilmiş ve interaktif ortaklık ilişkileri, tasarım, üretim,

pazarlama ve destek için müşteri entegreli süreçler, müşterilerle stratejik ilişkiler, tedarikçilerle yakın ilişkiler, müşteri ve tedarikçilerle güven temelli ilişkiler kurma, işletme içi ve dışı işbirlikleri, iş süreçlerinin yeniden düzenlenmesi organizasyon içi ve dışı entegrasyon grubunun içinde yer alan çeviklik sağlayıcılarıdır (Vazquez-Bustelo vd., 2007, s.1312).

Tablo 1.6. Çeviklik Sağlayıcıları

Genel iş uygulamaları
Tedarikçi ve/veya müşterilerle ortaklıklar kurma
Tedarikçi ve/veya müşterilerle yakın ilişkiler kurma ve onları planlama ve Ar-Ge süreçlerine dahil etme
Sanal organizasyonlar kurma
İleri teknolojilerin kullanımı
Org. içi sistemler, modüller ve üretim sist. entegrasyonunda uygun teknoloji kullanımı
Kitlesele kişiselleştirme
Esnek, değişime hızlı cevap verebilen, öğrenen organizasyon
Karşılaştırma temelli iş proseslerinin ve organizasyonun yeniden ele alınıp incelenmesi
Enformel, koçluk ve yüreklendiren yönetim stili
Esnek üretim süreçleri
Eşzamanlı ve takım çalışmalı yöntemler/modeller
Herkes için sürekli eğitim
Bilgi sistemleri
Bilgi yönetimi planı veya modeli kurma
İşletmenin bilgi yönetimi planında bilgi sistemlerinin stratejik kullanımı
İnterneti ve ilgili iletişim araçlarını dışarı ile iletişim için kullanma
Şirket genelinde mevcut olan dahili bilgi ağı kullanma
Bilgisayar temelli ürün geliştirme süreçlerini kullanma
Bilgisayarlaştırılmış üretim bilgi sistemlerinin kullanımı
Tedarikçilerle bilgi sistemleri ara yüzü
Müşterilerle bilgi sistemleri ara yüzü
Teknoloji/Araç
JIT/Kanban
CIM
TQM
Eşzamanlı mühendislik
Esnek üretim sistemleri
Yalın üretim
CAD/CAM/Bilgisayar destekli mühendislik (Computer aided engineering - CAE)
Robot teknolojisi
Ortak girişim (joint venture)
Hızlı prototipleme

Kaynak: Zhang ve Sharifi, 2000, s.509

Eşzamanlı mühendislik: Eşzamanlı mühendisliğe yönlendiren ürün geliştirme ve/veya tasarım ile ilgili uygulamalar olup fonksiyonlar arası ürün geliştirme takımlarının oluşturulması, ürün ve süreçlerin eş zamanlı tasarımı, disiplinlerarası takımlar, akıllı mühendislik tasarım destek sistemi, grup için tasarlanan yazılımlar, işbirlikçi çalışma, müşteri

veya tedarikçi ile entegre olmuş disiplinler arası takımlar, ürün geliştirme sürecine farklı birimlerin erken katılımını içermektedir.

Bilgi yönetimi ve öğrenme: Bilgi yönetimi ve öğrenmeyle ilgili uygulamalardır. Veri tabanları ve bilgiye küresel erişim, entegre edilmiş veriye kolay erişim, açık bilgi-iletişim politikası, bilgi temelli sistemler, kritik veri koruma, yeniliğe ve eğitime yönlendiren organizasyonel yapı, öğrenen organizasyonlar, takım takıma öğrenme, içsel ve dışsal kaynaklardan veri edinme, temel yetkinlik yönetimi olarak sıralanmaktadır (Vazquez-Bustelo vd., 2007, s.1312).

Zhang ve Sharifi (2000), Tablo 1.6'da çeviklik sağlayıcılarını genel iş uygulamaları, bilgi sistemleri ve kullanılan teknoloji açısından özetlemiştir. Gunasekaran (1998), Zhang ve Sharifi (2000) ve Vazquez-Bustelo vd. (2007) bir işletmede çevik üretimin uygulanması için kullanılan, çevikliğe etkisi olan sağlayıcıları incelemişler ve istenen amacı elde etmede işletmeye imkan tanıyan bu sağlayıcılarla çevik üretim uygulamalarının nasıl olacağı ile ilgili yol göstermek istemişlerdir. İşletmelerin çevik üretim uygulamasına karar vermesi, kendi faaliyet alanı, sektörü vb. konuları da dikkate alarak en uygun uygulamaları seçmeleri ile daha kolay hale gelecek ve onlara olanaklar sağlayacaktır.

1.3. Yalın Üretim ve Çevik Üretim Sistemlerinin Karşılaştırılması

Literatürde yalın üretim ile çevik üretimin karşılaştırıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır:

Duguay vd. (1997), yalın üretimin minimum kaynak kullanarak birim maliyeti azaltmaya ve kaliteyi attırmaya odaklandığını, bunun ancak kayıpları azaltma ile mümkün olabileceğini söylemişlerdir. Yazarlar, çevik üretime nazaran yalın üretimin daha az kaynak kullandığını ve yalın üretimin ortamdaki dalgalanmalarla başa çıkabilmesi için yedek kaynağa ihtiyaç duyduğunu belirtmişlerdir. Yazarlara göre taleplerin sabit olduğu bir ortamda yalın üretici, çevik üreticiyi geride bırakırken, talep dalgalanmalarının yoğun olduğu bir ortamda çevik üretici bu durumla başa çıkabilmekte ve yeni duruma hızla adapte olabilmektedir.

Gunasekaran (1998), yalın ve çevik üretimin eş anlamlı olmadıklarını ve ikisi arasındaki en temel farkın tedarikçilerle olan ilişkilerinde görüldüğünü belirtmiştir. Ayrıca yazar, yalın üretimi daha çok standart, daha uzun ömürlü ve daha az bilgiyi kullanarak tahmine dayalı ürünlerin üretildiği, çevik üretimi ise daha kısa ömürlü, daha kişiselleştirilmiş ürünleri yüksek bilgi içeriğiyle siparişe göre üreten bir sistem olarak ifade etmiştir.

Sanchez ve Nagi'ye (2001) göre, yalın üretim ve çevik üretim birbirine çok benzer gibi görünse de farklıdırlar. Yalın üretim, kısıtlı kaynaklarla rekabetçi baskılara cevap verirken çevik üretim, sabit değişikliklerin getirdiği karmaşıklığa cevap vermektir. Yalınlık, kaynakların etkin kullanımına odaklanan operasyonel tekniklerin toplamıdır. Çeviklik ise, öngörünün olmadığı bir ortamda başarılı olmaya odaklanan bir stratejidir.

Yusuf ve Adeleye (2002), yalın üretim sisteminin en önemli amacının verimliliği ve kaliteyi artırma, teslim sürelerini kısaltma ve maliyetleri düşürme olduğunu söylerlerken, çevik üretimin en önemli amacının ise kitlesel üretimden uzaklaşma, müşteri isteklerinde sürekli değişimi yönetebilme ve herhangi bir şeyi, herhangi bir miktarda, herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde ve herhangi bir şekilde üretebilme olduğunu vurgulamışlardır (Yusuf ve Adeleye, 2002, s.4546). Yazarlar, çok çeşitli sektörden 600 üretim şirketindeki CEO'lara uyguladıkları çalışmalarında işletmelerin sadece maliyet ve kalite temelli bir anlayışla rekabet edemeyeceklerini dolayısıyla tek başına yalın üretimin yeterli olmayacağını ve yalın üretimin ancak çevik üretimle birlikte bir anlam kazanabileceğini belirtmişlerdir.

Huang (2002) çalışmasında çevik üretimin; yalın üretime, esnek üretime veya bilgisayar bütünleşik üretime benzediğini ancak bu sistemlerin genişletilmiş hali olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca çevik üretimin müşteri, tedarikçi ve pazar gereksinimlerini de bünyesine entegre ettiğini vurgulamıştır. Bu entegrasyonun ise büyük bir bilgi teknolojisi kullanımı gerektirdiğini ve hızlı bir biçimde istekleri karşılamak için dinamik bir yaklaşımla esnekliği arttırdığını belirtmiştir.

Jin-Hai vd. (2003), yalın üretimin kaynakların etkin kullanımına odaklandığını ve basit bir şekilde eski kitlesel üretim yöntemlerinin geliştirilmiş hali olduğunu söylerlerken, çevik üretimin, kitlesel üretim kalıplarını kırarak daha çok yüksek oranda kişiselleştirilmiş ürünler ürettiğinden bahsetmişlerdir. Ayrıca çevik üretimin ölçek ekonomisi yerine kapsam ekonomisi ile küçük niş pazarlara düşük maliyetlerde hizmet edebildiğinin, yalın üretimin tipik olarak üretim tesisi ile ilişkilendirildiğinin ve çevik üretimin bir bakış açısı olduğunun altını çizmişlerdir.

Greene vd.'e (2008) göre, çevik üretim ve yalın üretim sistemlerinin birçok ortak özelliği bulunmaktadır. İki sistem arasındaki en temel farkın, üretim hacmi ve ürün çeşitliliği varyasyonlarını dengeleme kabiliyeti olduğunu söyleyen yazarlar, yalınlığın israfları yok etmeye, çevikliğin ise esnek olarak fırsatlardan yararlanmaya odaklandığını belirtmişlerdir (Greene vd., 2008, s.218).

Hallgren ve Olhager (2009), yalın üretimin ve çevik üretimin temel farklılıklarını incelemişler, sadece yalın operasyonlara ait farklılıkların tekrarlayan üretim (repetitive production), günlük programa uyma ve akış odaklı yerleşim olduğunu belirtmişlerdir. Çevik üretimi yalın üretimden ayıran temel özellikleri ise, yüksek kişiselleştirme yeteneği, etkin çeşitlilikte taşıma ve yeni ürün çevikliği olarak sıralamışlardır.

Yalın üretim ile bu üretim sisteminin kısıtlarına cevap vermek için geliştirilmiş olan çevik üretim arasındaki farkları inceleyen bazı çalışmalar değerlendirilmiş ve inceleme detaylarına yukarıda yer verilmiştir (Gunasekaran, 1998; Yusuf ve Adeleye 2002; Jin-Hai vd. 2003; Al-Masoud, 2007; Greene vd., 2008). Yapılan incelemeler sonucu elde edilen bulgular; yalın üretimle çevik üretimin birbirinden tamamen ayrı iki üretim sistemi olduğu, yalın üretimle çevik üretimin birbirini tamamlayıcı olduğu ve de yalın ve çevik üretim sistemlerinin birlikte kullanıldığı yaklaşımlar etrafında toplanmıştır.

Birinci grupta yer alan anlayış, yalın üretimin ve çevik üretimin farklı amaçları olan iki ayrı üretim paradigması olduklarıdır (Gunasekaran, 1998; Sanchez ve Nagi, 2001). İkinci grupta yerleşik olan anlayış ise, nihai amaçları farklı olsa da aslında iki üretim sisteminin birbirini tamamlayıcı olduğudur (Naylor vd, 1999; Hormozi, 2001; Vazquez-Bustelo vd. 2007). Naylor vd. (1999), yalın üretimin her türlü kaybı ortadan kaldırmaya odaklandığını ve üretimi dengelemeye ihtiyaç duyduğunu, çevik üretimin ise, değişen bir pazarda fırsatlardan yararlanabilmek için pazar bilgilerini kullanarak sanal işbirlikleri kurduğunu belirtmişlerdir. Vazquez-Bustelo vd. (2007), çevik üretimin kendinden önce gelen üretim paradigmalarını inkar etmediğini ve çevik üretimin radikal olarak diğerlerinden farklı olmadığını söylemişlerdir. Yalın üretimin kitlesel üretim sistemlerinden geliştiğini, çevik üretimin ise gerektiğinde yüksek oranda kişiselleştirilmiş ürün üretmesiyle kitlesel üretimden ayrıldığını belirtmişlerdir. Ayrıca yalın üretimin pazar koşullarının sabit olduğu bir ortamda etkin olan bir üretim sistemi olduğunu buna karşılık çevik üretimin pazarın dalgalı olduğu koşullarda uygun olacağını belirten yazarlar yalın üretimin maksimum etkinliğe ve verimliliğe odaklandığını, çevik üretimin ise etkinlik kadar pazara cevap verebilmeye de odaklandığını söylemişlerdir. Hormozi (2001) de, çevik üretimin yalın üretimin bir sonraki aşaması olduğunu ve birbirlerini desteklediğini belirtmiştir. Çevik üretimin sadece üretim ve müşteri tatmini açısından değil, çalışanın bakış açısından bakıldığında da, yalın üretimin bir sonraki adımı olduğunu söylemiştir. Üçüncü grupta ise yalın ve çevik üretimin birlikte kullanıldığı yaklaşım yer almaktadır. Bu yaklaşımda yalın ve çevik stratejilerin birbirlerinden sipariş eşleştirme noktası (decoupling point - DP) ile ayrıldığı "yalın-çevik (hibrit) (leagile)" kavramı ortaya çıkmıştır (Mason-Jones vd., 2000a; Krishnamurthy ve Yauch, 2007). Mason-Jones vd.

(2000a) bu hibrit yaklaşımı bir tedarik zincirinde uygulamayı tercih etmişlerdir. Yazarlar, bir üretim tedarik zincirinin farklı noktalarında yalın ve çevik sistemleri bir arada uygulamışlardır. DP'nin üst kısmında yani zincirin solunda yalın sistem, DP'nin alt kısmında yani zincirin sağında ise çevik sistem kullanılmıştır. Krishnamurthy ve Yauch (2007), çalışmalarında yalın ve çevik üretimin, esnek üretim, uyarlanabilir (adaptable manufacturing) üretim ve kitlesel kişiselleştirme gibi üretim yaklaşımlarını ortak kullandığını belirtmişlerdir.

İKİNCİ BÖLÜM

YALIN, ÇEVİK ve HİBRİT TEDARİK ZİNCİRİ STRATEJİLERİ

1980'lerden beri işletmeler maliyetleri azaltmak ve farklı pazarlarda daha iyi rekabet edebilmek için JIT, Kanban, yalın üretim, toplam kalite yönetimi, çevik üretim vb. birçok yeni strateji ve üretim teknolojisi kullanmışlar ve mümkün olduğunca üretim maliyetlerini düşürmeye odaklanmışlardır. Günümüzde ise bu işletmelerin çoğu, karı ve pazar payını arttırmanın bir sonraki adımının etkin tedarik zinciri yönetimi ile gerçekleştiğinin bilincine varmışlardır (Simchi-Levi vd., 2003, s.5). Tedarik zinciri yönetimi, müşteri için değer yaratan ürün, hizmet ve bilgi sağlayan iş süreçlerinin yönetimi ve bütünleşmesidir (Mikkola ve Skjott-Larsen, 2004, s.352). Global Tedarik Zinciri Forumu (The Global Supply Chain Forum), tedarik zinciri yönetimini, son kullanıcıdan ürün, hizmet ve müşteriler ve diğer paydaşlar için değer katan ve de bilgi sağlayan tedarikçilere kadar geçen tüm iş süreçlerinin entegrasyonu olarak tanımlamışlardır. Simchi-Levi vd.'e (2003) göre tedarik zinciri yönetimi, müşterilerin gereksinimlerini en düşük maliyetle karşılamak için doğru miktarda ürünü üretip, doğru yere doğru zamanda ulaştırmak amacıyla tedarikçileri, üreticileri, depoları ve mağazaları etkin bir biçimde birleştirmek için gerekli olan yaklaşımlar kümesidir. Christopher (2011) ise tedarik zinciri yönetimini, müşteriye değeri en düşük maliyetle teslim edebilmek için tedarikçiden aşağıya doğru ve müşteriden yukarıya doğru olan ilişkilerin yönetimi olarak tanımlamıştır.

Bir tedarik zinciri, malzeme aşamasından son kullanıcıya kadar olan tüm süreçte ürünlerin veya hizmetlerin akışında direkt veya endirekt olarak tüm faaliyetleri, fonksiyonları ve becerileri kapsamaktadır. Günümüzde işletmeler en az bir tedarik zincirinin parçasıdır ve daha iyi performans göstermek adına zincirdeki görevlerini en iyi şekilde yerine getirmektedirler. Tedarik zinciri yönetiminin amacı, tedarik zincirindeki değeri maksimize etmektir yani müşterinin görmek istediği son ürün ile müşterinin isteğini yerine getirme maliyeti arasındaki farkı en çoklamaktır (Ambe, 2010, s.6).

İşletmeler günümüzde sadece düşük maliyetlerle rekabet edebilmek amacıyla değil aynı zamanda rakiplerinden kendilerini farklılaştıracak temel yetkinliklerine odaklanmak suretiyle pazarda varlıklarını sürdürmek zorundadırlar. Rekabetin çok kızıştığı bu yüzyılda artık işletmeler yerine tedarik zinciri stratejileri birbirleriyle bir yarış içindedir. Tedarik zincirlerinin başarısı, pazardaki nihai kullanıcılar tarafından belirlenmektedir. Doğru ürünü, doğru fiyatta, doğru zamanda müşteriye sunabilmek artık başarmak için tek başına yeterli olmamaktadır. Müşteriyi memnun etme ve pazarı anlama, başarılı bir tedarik zinciri stratejisi

için olmazsa olmaz faktörlerdendir. Pazarın kısıtları ve ihtiyaçları dikkate alınarak oluşturulan bir tedarik zinciri stratejisi, hem müşterinin hem de tedarik zincirinin gereksinimlerini karşılayabilmektedir (Towill ve Christopher, 2002, s.299).

Küreselleşme çağının başında işletmeler, maliyetleri düşürmek ve satışları arttırmak amacıyla ölçek ekonomilerinden yararlanmışlardır. Artan küreselleşme, ulusal ve uluslararası düzeyde büyük rekabet doğurmuş ve bu rekabet, ürün çeşitliliğinin artmasına ve daha kısa ömürlü ürünlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu durumun doğal sonucu olarak da pazarlar daha karmaşık ve bölümlü hale dönüşmüştür. Son dönemlerde yaşanan bu gelişmeler tedarik zinciri strateji anlayışında değişikliklerin gerekliliğini ortaya koymuştur. Böyle bir ortamda, geleneksel yaklaşım olan ve her ürüne uyan tek tip tedarik zinciri strateji yetersiz kalmaktadır (Hilletoft, 2009, s.28). Bunun yerine, farklı tedarik zinciri strateji çözümlerinin eşzamanlı kullanılması, ürün özelliklerine uygun tedarik zinciri stratejisi eşleştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Yenilikçilik, düşük maliyet, hizmet, kalite gibi rekabetin temellerini oluşturan faktörleri kapsayacak biçimde tasarlanması gereken tedarik zinciri stratejisi ile bir işletme, sunduğu ürün ve hizmetleri ile müşterilerini memnun edebilmektedir. Müşteriyi memnun etme, tedarikçi seçiminden, tesis yeri ve dağıtım kanallarının seçimine kadar birçok konuyu kapsamaktadır. Christopher vd.'in (2006) dediği gibi günümüzde artık, farklı pazarlar için üretilen, farklı özelliklere sahip çok çeşitli ürünlerin üretildiği işletmelerin ihtiyaçlarını tek tip bir tedarik zinciri stratejisi karşılayamamaktadır. Bu nedenle, tedarik zinciri stratejileri, pazar koşullarına göre ürünlere uygun uyarlanmak zorundadır (Ambe ve Badenhorst-Weiss, 2010, s.2112).

Günümüzde her tip ürüne uyan bir tedarik zinciri stratejisi kullanımı hızla yerini farklı özelliklere sahip, farklı pazarlara yöneltilmiş, farklı ürünlerin her biri için farklı stratejilerin gerekli olduğu anlayışına bırakmıştır. Müşterinin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla geliştirilen bir tedarik zinciri, müşteriyi ve taleplerdeki dalgalanmaları anlama, tedarik zincirinin yeteneklerini anlama ve strateji alternatiflerini değerlendirip en uygun olanı seçme olmak üzere üç temel prensip üzerine kuruludur (Ambe, 2010, s.7; Ambe ve Badenhorst-Weiss, 2010, s.2112). Rekabetin, ürün değişkenliğinin, ürün çeşitliliğinin, müşteri için tasarlanmış özel ürün miktarının artması ve ürün ömürlerinin kısalması nedeniyle işletmeler hayatta kalabilmek için yeni tedarik zincirleri tasarlamakta ve yönetmektedirler. Günümüzde, işletmeler genellikle çok geniş yelpazede ürün ve hizmet sunmaktadırlar. Bu nedenle tedarik zinciri stratejilerinin, ürüne, ürün ailesine veya pazarın talep özelliklerine uygun bir biçimde yeniden tasarlanması gerekmektedir. Artık tek tip tedarik zinciri stratejileri geleneksel

işletmenin tüm değerlerine cevap veremez olmuş ve ürüne uygun farklı tedarik zincirleri stratejileri kullanılması gerekliliği doğmuştur (Hilletofth, 2009, s.17).

Mason-Jones vd. (2000a), Christopher ve Towill (2001), Hallgren ve Olhager (2009), Vinodh vd. (2009) yalın ve çevik strateji olmak üzere iki temel tedarik zinciri stratejisinden bahsetmişlerdir. Yalın tedarik zinciri ile, zaman dahil tüm kayıpları elimine eden bir değer akışı elde etme ve düzgün üretim akışı sağlama; çevik tedarik zinciri ile de, pazar bilgisini ve sanal işbirliklerini kullanarak dalgalı bir pazarda fırsatlardan yararlanma ifade edilmektedir (Ambe, 2010, s.7). Sadece yalın veya sadece çevik tedarik zinciri stratejisi yerine, pazarın, ürünün veya iş süreçlerinin yapısına uygun olarak, bu iki stratejinin birlikte kullanıldığı "hibrit" stratejilerin de yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Ambe, 2010, s.10).

Bu bölümde ilk olarak yalın tedarik zinciri stratejisi ve bileşenleri anlatılmış olup bu stratejinin tasarımında izlenmesi gereken yol haritası verilmiştir. Daha sonra çevik tedarik zinciri stratejisi, özellikleri ve modeli detaylı olarak incelenmiştir. Yalın ve çevik tedarik zinciri stratejileri karşılaştırılmış ve bu iki stratejinin birlikte kullanılması sonucu elde edilen hibrit tedarik zinciri stratejileri anlatılmıştır. Bölümün sonunda ise, hibrit stratejilerden bu çalışmada tercih edilmiş olan, müşteri siparişi eşleştirme noktası yaklaşımı, bu noktanın zincir boyunca konumu ve yerinin değişiminin etkileri incelenmiştir.

2.1. Yalın Tedarik Zinciri Stratejisi

Geleneksel tedarik zincirlerinde zincir boyunca bilginin doğrudan ve eşanlı paylaşılmaması, kamçı etkisinin oluşması, tedarikçilerle yakın ilişkilerin kurulmamış olması vb. sorunlar, yalın tedarik zinciri stratejisi kavramını geliştirmiştir (Huang vd., 2002, s.192). Yalın tedarik zinciri, gereken yerde, ihtiyaç duyulduğunda, gereken miktarda ürün veya hizmet üretip, ürünü veya hizmeti müşteriye ulaştıran bir stratejidir. Ürün veya hizmetin değerini kayıpları ortadan kaldırarak geliştiren bir strateji olarak da ifade edilmektedir (Ambe ve Badenhorst-Weiss, 2010, s.2113).

Yalın düşünce (Womack ve Jones, 1996), muda olarak bilinen kayıpları azaltmayı ve yok etmeyi amaçlamaktadır. Yalın düşünce veya yalınlık, tedarik zinciri perspektifinden ele alındığında, zaman dahil tüm kayıpları ortadan kaldıracak ve üretim dengeleme yapabilecek bir değer akışı geliştirmek olarak tanımlanmaktadır. Yalın üretimin odaklandığı yedi kayıp, stok, aşırı üretim, yeniden işleme, gereksiz taşıma, bekleme ve gereksiz işlem olup bu kayıpların tedarik zincirindeki karşılıkları Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Üretimdeki Yedi Kaybın Tedarik Zincirindeki Karşılıkları

Yedi Kayıp	Üretimdeki karşılığı	Tedarik Zincirindeki Karşılıkları
Stok	İhtiyaçtan fazla yarı mamul veya parça	Tedarik zincirindeki fazla stok nedeniyle zayıf stok görüşü
Aşırı üretim	İhtiyacın fazlası üretim	Yetersiz, zayıf stok yönetim uygulamalarından dolayı fazla stoklama
Düzeltilme	İşin tamiri	Kayıp, hasarlı veya yanlış sevkiyat
Taşıma	Malzemelerin, parçaların ve ürünlerin depolara/depolardan sevki veya süreçler arası taşınması	Parça veya ekipmanların depoya, depodan veya tüketimden önce tedarik noktalarına teslimatında harcanan kayıp efor
Bekleme	Araçların, malzemelerin vb. kullanılmadan beklemesi	Ara noktalarda boşa bekleme
İşlem	Gereğinden fazla iş yapılması	Çift elleçleme, gereksiz işlemler

Kaynak: Gibson, 2007, s.45

Zamanda, stokta ve maliyetlerde ölçülen her türlü kaybı tanımlama ve ortadan kaldırma ile ilgili olan yalın tedarik zinciri stratejisi, yalın üretim sisteminden farklıdır. Yalın üretim sisteminin amacı, üretim süreçlerindeki değer katmayan kayıpları elimine etmektir. Tüm kayıpların ortadan kaldırılması, sürekli iyileştirme ve çaba ile gerçekleşmektedir. Aslında bir işletme yalın üretim sistemi ile, tedarik zinciri süreçlerindeki kayıpların ortadan kaldırılmasına odaklanmaktadır. Tedarik zinciri stratejisinin farkı, ilave olarak bu stratejiyle, tedarik zincirinde maliyetler düşmekte, talep dalgalanmalarına karşı çözümler üretilebilmekte, tedarikçi ve müşterilerle yakın ilişkiler kurulmakta, pazar payı artmakta ve müşteri tatmin seviyesi yükselmektedir (Mohammed vd., 2008, s.346).

Pazar bilgisinin kullanımı, değer akışı ve entegre tedarik zinciri, teslim süresini azaltma, kayıpları ortadan kaldırma ve üretim seviyesi dengeleme özelliklerine sahip yalın tedarik zinciri, zincir boyunca kayıpların veya değer katmayan aktivitelerin ortadan kaldırılmasına odaklanan sürekli iyileştirme süreçlerini kullanmaktadır (Huang vd. 2002, s.192; Sanchez-Rodrigues, 2006, s.16). Dolayısıyla, yalın tedarik zincirini uygulamak isteyen işletmeler ilk olarak kayıplarının nedenlerini ve mevcut değer akışlarındaki verimsizlikleri tespit etmelidirler (McCullen ve Towill, 2001, s.531). Küçük miktarlarda ekonomik üretim için hazırlık sürelerini düşürerek maliyetleri azaltma ve de esneklik ve müşteri gereksinimleri için çözüm üretme amaçlarına odaklanan yalın tedarik zinciri, yüksek kazançlar, içsel üretim etkinliği ve esneklik sağlamaktadır. İşletme içi çözümler için işletmeler, ürün geliştirme ve üretim sürelerinin düşürüldüğü zaman temelli rekabet paradigması adapte edebilmektedir. Böylece karlılık, geliştirilmiş müşteri hizmetleri için yüksek fiyat, hızlı yenilik ve düşük kalite maliyetleriyle çözüm sunabilmektedir. Ancak ne yazık ki, müşteri ihtiyaçlarını

karşılayabilmek için dışsal çözüm üretmede yetersiz kalabilmektedir (Huang vd., 2002, s.192).

Yalın tedarik zinciri, ürün akışı, müşteri talebi, bilgi akışı ve müşteri-tedarikçi bağlantısı süreçlerinden oluşmaktadır. Ürün akışı, tedarikçiden hammadde teminini gerçekleştirip müşteriye ürünün teslim edilmesine kadar geçen sürede ürüne veya hizmete değer katan faaliyet olarak ifade edilmektedir. Müşteri talebi ile tedarik zincirinin çıktısı, bilgi akışıyla da, değer üretilmesine destek olan verinin akışı anlatılmaktadır. Son olarak ürün ve hizmetin hareketini etkileyen müşteri-tedarikçi ilişkisi, yalın tedarik zincirinin başarılı bir biçimde uygulanması için gerekmektedir (Mohammed vd., 2008, s.346). Amacı doğru malzemeyle, doğru kalitede, doğru zamanda, doğru yerde, doğru kaynak kullanarak doğru fiyat ve doğru miktarda doğru hizmet veya ürün üretmek olan yalın tedarik zincirinin alt sistemleri, yalın tedarikçiler, yalın satın alma, yalın üretim, yalın depolama, yalın lojistik ve yalın müşterilerdir (Amir, 2011, s.289). Değişen pazar koşullarına kolaylıkla adapte olamayan, dolayısıyla sabit taleplerle başa çıkmada daha başarılı olan yalın tedarik zinciri, kayıpları yok ederek, stokları, parti büyüklüklerini, tedarikçi sayılarını azaltarak, tedarikçilerini kalite ve teslimat performansları ile değerlendirerek, tedarikçilerle uzun dönemli ilişkiler kurarak, kağıt işlerini ortadan kaldırarak vb. amaçlarını gerçekleştirebilmektedir. Talebin sabit olduğu, dolayısıyla tahmin edilebildiği ve ürün çeşitliliğinin az olduğu pazarlarda yalın prensipleri etkin bir biçimde uygulanabilmektedir (Hilletoft, 2009, s.19). İşletmeler, teslim süresini azaltma, etkinlik, esneklik, maliyet düşürme ve üretimi dengeleme için yalın tedarik zinciri stratejisinden faydalanmaktadır. Yalın tedarik zinciri genellikle, temel ihtiyaçları ifade eden "fonksiyonel" ürünler için kullanılmaktadır. Bu ürünlerin, taleplerini tahmin etmek kolaydır ve ürünün stokta olmaması göz ardı edilebilmektedir. Fonksiyonel ürüne örnek olarak zımba teli verilebilir. Zımba tellerinin ömürleri uzundur ve telin görünüşü, telin boyutu (standart, ekstra büyük), malzemenin sertliği vb., kullanılan hammadde veya farklı kalıp tipleri ile ömürleri boyunca kontrol edilemeyecek boyutta değişmemektedir. Düşük maliyetli bir ürün olan ve talebi rahatlıkla öngörülebilene böyle bir ürünün üretiminin dengelenmesi ve maliyetlerinin iyileştirilmesi için yalın tedarik zinciri ile eşleştirilmesi uygun olmaktadır (Huang vd., 2002, s.194). Yalın tedarik zincirlerinde taleplerin önceden tahmin edilebilmesi, işletmelerin "maliyetleri düşürme" amacına ulaşmasına yardım etmektedir (Ambe, 2010, s.8). Maliyetleri azaltmaya odaklanan yalın tedarik zinciri, tedarikçileri ile işbirlikçi yakın ilişkiler gerektirmektedir. Bu tip yakın ilişkiler, büyük miktarda üretici ve tedarikçileri arasında uzun dönemli bağlantılar ile mümkün olabilmektedir. Yakın tedarikçi ilişkileri, zincirde yer alan oyuncular arasında maliyetleri düşüren ve tedarik zincirinde müşteriden üreticiye doğru

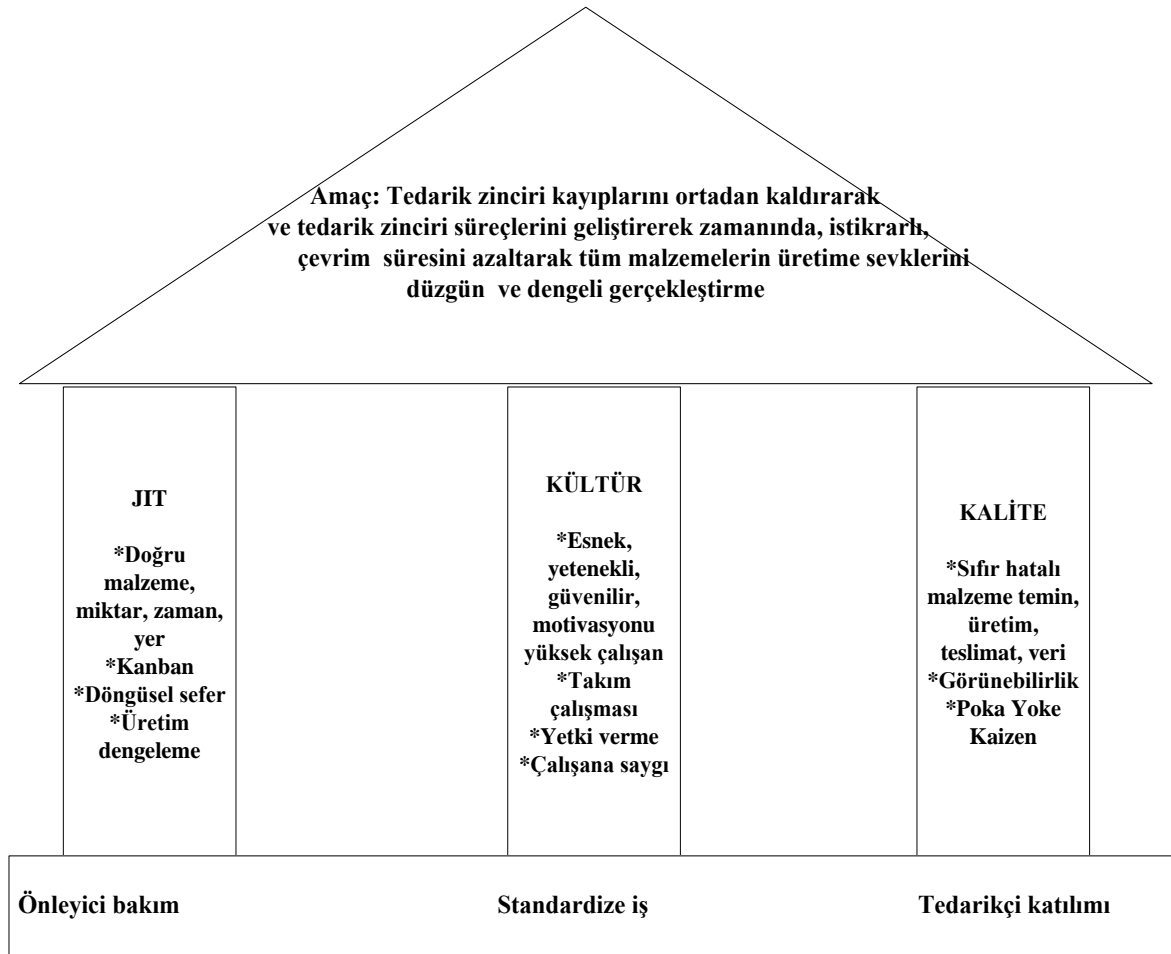
talepteki değişikliklerin artması olarak da bilinen kırbaç etkisini önleyen bilgi paylaşımına izin vermektedir (Stavrulaki ve Davis, 2010, s.136).

Tedarik zinciri stratejisi yalın olan zincirlerde üretim ve dağıtım kararları, uzun dönemli tahminler üzerine alınmaktadır. Genel olarak üretici, perakendecinin deposundan gelen siparişleri dikkate alarak talep tahminlemesini yapmaktadır. Bu tip tedarik zincirlerinde değişen pazar koşullarına adapte olmak oldukça uzun sürmektedir. Ayrıca taleplerin karşılanamaması ve tahminlere göre üretilen ürünlere talep olmaması nedeniyle ürünlerin eskimesi veya bozulması gibi durumlarla da karşılaşılabilir. Kırbaç etkisinin görülmeye devam ettiği bu tedarik zincirlerinde planlama ve yönetim zor olduğu için kaynaklar etkin kullanılamamaktadır (Simchi-Levi vd., 2003, s.121).

2.1.1. Yalın Tedarik Zinciri Bileşenleri

Pazardaki rekabet, işletmeleri yalın üretim felsefesini ve bu felsefeyi destekleyen yalın tedarik zincirini uygulamaya zorlamıştır. Toyota üretim sisteminin yalın felsefesi, birbirini destekleyen prensiplerden, kültürden ve operasyonel yapıdan oluşmakta ve Şekil 2.1'de gösterilmiş olan Toyota evi ile ifade edilmektedir. İstenilen zamanda, istikrarlı, tüm malzemelerin üretimini düzgün ve dengeli gerçekleştirme amacıyla olan yalın tedarik zinciri stratejisinde, malzeme çevrim süresinin düşürülmesi, tedarik zinciri kayıplarının ortadan kaldırılması ve tedarik zinciri süreçlerinin iyileştirilmesi ile hedeflere ulaşılabilir. Amaç, JIT ve kalite sütunları ile desteklenmektedir. JIT, doğru zamanda, doğru miktarda, doğru ürünün doğru yere teslim edilmesini ifade ederken, kalite sütunuyla da sıfır hatalı malzeme temini, üretim, teslimat ve veri anlatılmıştır. Bu evin merkezinde ise mükemmelliği talep eden, esnek, yetenekli, güvenilir ve motive olmuş çalışanları olan kültür yer almaktadır. Bu evin temeli, tedarik zinciri süreçlerinin standardize eden ve bu süreçlerdeki değişkenliği azaltan operasyonel kararlılık üzerine kurulmuştur.

Yalın bir sistemde, çapraz sevkiyat (cross docking), üretime tam zamanında teslimatın yapılmasına odaklanmaktadır. Bunu gerçekleştirebilmek için kanban, dağıtım ve toplama süreçlerinin birlikte ele alındığı döngüsel sefer (milk run) ve üretim dengeleme (heijunka) prensiplerinin operasyonel tasarıma entegre olması gerekmektedir. Bir çekme sisteminde, bir ürünün yapılması veya hareket ettirilmesi gerektiğini gösteren elektronik veya fiziksel bir sinyal, yani kanban gönderilmektedir. JIT üretimi desteklemek için kanban sistemi, tedarikçileri de kapsayacak biçimde genişletilmelidir.



Şekil 2.1. Yalın Tedarik Zinciri Bileşenleri

Kaynak: Cook vd., 2005, s.55

Böyle bir sistemde, çok sayıda üretim birimi, çok sayıda tedarikçiden küçük parti büyüklükleri halinde standart kutularla malzeme çekmektedir. Bu sistemlere çapraz sevkiyat eklendiğinde çok sayıda kanbanın toplanması, sıralanması, yeniden paketlenmesi ve teslimi başarılı bir biçimde yönetilirken bir yandan da malzeme çevrim süresi düşmektedir. Kanban ihtiyaç duyulan malzemeyi çektiği için, hem çapraz sevkiyat alanında hem de üretim tesisinde stok ve depolama alanları azalmaktadır. Ayrıca, standart kutuların kullanılmasıyla, malzeme elleçleme ve malzeme taşıma süreçleri kolaylaşmaktadır. Yalın çapraz sevkiyat, malzemeleri alan ve zamanında onları teslim eden döngüsel sefer yöntemini kullanarak JIT üretime destek sağlamaktadır. Bu yöntemle kamyonlar birçok tedarikçiden malzemeleri toplamak için düzenli olarak hep aynı rotayı kullanmakta ve çapraz sevkiyat alanına dönmektedir. Sonra yine bu alandan aldığı malzemeleri düzenli bir rota izleyerek üreticilere ulaştırmaktadır. Gelen malzemelerin kontrolünü ve görünebilirliğini arttıran özel araçlara sahip döngüsel sefer sistemini kullanan çapraz sevkiyat sistemiyle, tedarik zinciri stratejisi verimli yönetilebilmektedir. Yalın tedarik zincirinin bir diğer bileşeni ise, Japonca'da heijunka olarak adlandırılan üretimi dengelemektir. Bir çapraz sevkiyat sürecinde heijunka, JIT süreçlerini

desteklemektedir. Heijunka, gün içinde düzgün zaman aralıklarında toplama ve dağıtım rotalarını planlayarak ve uygulayarak yalın tedarik sürecine katkı sağlamaktadır.

Yalın tedarik zinciri stratejisini destekleyen bir diğer strateji, tedarik zincirinin kalitesi olup bu stratejiyi Poka Yoke ve kaizen yaklaşımları desteklemektedir. İşletmelerin yalın tedarik zinciri stratejisini organizasyonun her aşamasında benimseyebilmeleri için çalışanlarına mükemmeli elde etme olgusunu oluşturacak bir kültür yaratmaları mutlaka gerekmektedir. Son olarak yalın tedarik zincirinin başarılı bir biçimde adapte edilmesi için işletmeler, standardize işler, önleyici bakım ve tedarikçi katılımı prensiplerini temele yerleştirerek organizasyonel kararlılık göstermelidirler (Cook vd., 2005, s.55-57).

Sistemdeki sapmaları ortadan kaldırmaya ve akışın kesintisiz sağlanmasına odaklanan yalın tedarik zinciri, hazırlık sürelerinin kısaltılması, istatistiksel kalite kontrol, tedarikçi geliştirme, toplam verimli bakım, çekme, akış, hazırlık sürelerinin azaltılması vb. yöntemlerle de, akışın sürekliliği için önceden gerek duyulan stokları ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır (Stratton ve Warburton, 2003, s.184; Naim ve Gosling, 2011, s.344).

2.1.2. Yalın Tedarik Zinciri Model Tasarımı

İşletmelere özgü yalın tedarik zinciri stratejisini tasarlamak ve sürdürülebilirliğini sağlamak için talep yönetimi, maliyet ve kayıp azaltma, süreç standardizasyonu, sektör standardizasyonu, kültürel değişiklik ve işletmeler arası işbirliklerinin olduğu bir model üzerinde yoğunlaşılması gerekmektedir. Yalın tedarik zincirinin önemli prensiplerinden biri, müşterinin istemiş olduğu zamanda, ürün veya hizmeti çekmek yani talep yönetimini etkin bir biçimde gerçekleştirmektir. Böyle bir sistem, satış noktasındaki verilerin kullanımı ve zincirde yer alan tüm öğelere bu verilerin rakamlar değiştirilmeden ulaştırılması ile geliştirilmektedir. Müşteri, nihayetinde ürün istemektedir. Ancak ürünü oluşturacak parçalardan sadece bazılarını sağlayan bir tedarikçi için bu durum bir şey ifade etmemektedir. Hatta kendisinin temin ettiği parçaların üründe nasıl ve ne amaçla kullanıldığını bilmiyor bile olabilmektedir. Bu nedenle, sürecin her aşamasında tedarikçiler, bir sonraki müşterinin talep sinyalini almalı ve önceki öğeler için parça numarası, miktar vb. dönüştürülebilirdir.

Bir yalın tedarik zinciri, talep tahminlerine olan ihtiyacı azaltan, satış noktasından ulaşılan gerçek zamanlı müşteri taleplerini kullanarak, ürünleri zincirden çekmelidir. Yalın tedarik zincirini başarılı bir biçimde sürdürebilmek için gerekli olan ikinci özellik, kayıpları ve de maliyetleri azaltmaktır. Zincir boyunca yer alan tüm oyuncuların birlikte gereksiz süreçleri ve aşırı stokları elimine etmeleri gerekmektedir. Kayıplarda azalma, tedarik zinciri maliyetlerinde de bir düşüşü sağlamaktadır. Ayrıca, otomasyon, ölçek ekonomisi, tesis

yerleşimi ve sürekli iş akışının sağlanması vb. yöntemlerin kullanılması ile maliyet minimizasyonu sağlanabilmektedir (Lee, 2002, s.115).

Yalın tedarik zincirinin bir işletmeye adapte edilme kararıyla yapılacak bir diğer iş, süreçlerin standardizasyonudur. Süreçlerin standartlaştırılması ile işletmede sürekli akış sağlanmaktadır. Sırada beklemeler ve taşımalar, ürün veya hizmetin müşteriye zincir boyunca kesintisiz hareketi olarak tanımlanan akış parti üretimlerini kesintiye uğratmaktadır. Zincir boyunca karmaşıklığı önleyecek biçimde malzeme ve süreçlerin standardize edilmesi, kesinti olmadan akışı sağlamaktadır. Ancak yalın tedarik zinciri için sadece işletme içi standardizasyonun yeterli gelmediği durumlar söz konusudur. Bir telefonu elektrik prizine takmak elli farklı eyalette de aynı şekildedir. Çünkü sektör bir standart geliştirmiş ve bu standart kabul olmuştur. Bu olmadığında tıpkı Avrupa'da olduğu gibi çok sayıda standart ve bu standartları karşılayacak çok sayıda ürüne ihtiyaç duyulacaktır. Sektörel standardizasyon, ürünlerin işe yararlılığını arttırmakta ve etkin tedarik zincirinin kullanılması gibi diğer rekabet faktörlerinin önemini arttırmaktadır. Bir diğer dikkat edilmesi gereken husus, kültürel değişikliktir ve bu ifadeyle tedarik zincirinde yer alan herkesin nihai kullanıcıya değer sağlayabilmek adına bir takım olarak işbirliği içinde olmaları anlatılmak istenmektedir. Yalın stratejinin uygulanabilmesi insanlara bağlıdır ve başarılı bir biçimde uygulanabilmesi için işletme kültüründe değişikliklere ihtiyaç duymaktadır.

Yalın tedarik zincirinin tasarımında dikkate alınması gereken son önemli adım, işletmeler arası işbirlikleridir. Bu stratejide, takımların varlığı ve bu takımların sadece kendi işletmelerine değil zincir boyunca yer alan işletmelere de yönelmesi çok önemlidir (Manrodt vd., 2008, s.9-21).

2.2. Çevik Tedarik Zinciri Stratejisi

Günümüzde müşterilerin geniş çeşitlilikteki taleplerini eş zamanlı karşılayabilmek için tasarlanan tedarik zincirlerinin çıktısı artık sadece ürün olmamakta, zaman, mekan, biçim ve ürün/hizmet fonksiyonunun bileşimi de olabilmektedir. Tedarik zinciri öncelikleri değişmekte ve zaman temelli çözümlere doğru yönelinmektedir. Hızlı çözüm üretebilecek kitlesel kişiselleştirme ile işletmeler, gelecekteki değişimlerle başa çıkabilecek adaptasyonlara ihtiyaç duymaktadırlar. 21.yy'da müşteri istekleri hızlı bir biçimde değişmekte, ürünler hızla yaygınlaşmakta, ürün ömürleri giderek kısalmakta ve yeni buluş oranları hızla artmaktadır (Li, 2009, s.61). Maliyet azaltma, esneklik ve işletme içi çözümler üretmeye odaklı yalın tedarik zinciri, mevcut ve gelecekte pazar gereksinimlerini anlama, bu değişimlere hızlı biçimde adapte olma ve ürün çeşitliliği ile başa çıkma konularında yetersiz kalmıştır (Huang

vd., 2002, s.198; Rahimnia vd., 2009, s.801; Naim ve Gosling, 2011, s.344). Bu nedenle işletmeler sadece yalın olarak rekabette kalıcı olamayacaklarını anlamışlardır. Tüm bunlar, çevik tedarik zinciri stratejisinin doğmasına öncülük etmiştir (Christopher ve Towill, 2000, s.206).

Çevik tedarik zinciri, pazar bilgisini ve sanal işbirliklerini kullanarak değişken bir pazarda karlı fırsatlardan yararlanma becerisine sahip olan bir stratejidir (Naylor vd., 1999, s.108). Li (2009), çevik tedarik zincirini, çevik üretimin dört önemli boyutunu kullanarak zincir boyunca yer alan unsurların birbirleriyle ne kadar iyi ilişkiler kurduğunun bir ölçüsü olarak tanımlamıştır. Çevik tedarik zinciriyle, işletme ile pazar arasındaki arayüz olan çeviklik yardımıyla dinamik, agresif pazarlarda müşterinin istediği ve tasarladığı ürün ve hizmetleri yerine getirmek hedeflenmektedir (Huang vd., 2002, s.192).

Çevikliğin rekabet edebilirlik üzerindeki etkisinin 1990'lardan sonra yaşanan birçok olayla anlaşılmasının ardından çevik tedarik zinciri kavramı araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Tedarik zinciri çevikliği, bir tedarik zincirini bütün olarak ele alma kabiliyeti olup zincirde yer alan tüm unsurların hızlı bir biçimde ağa dahil olması ve taleplerdeki dinamizme ve değişime adapte olabilmesi olarak ifade edilebilmektedir (Ismail ve Sharifi, 2006, s.431). Tedarik zinciri yönetimi ve çevikliğin paralel gelişmesiyle tedarik zinciri yönetiminin çevikliğe uyum göstermesi amaçlı çevik tedarik zinciri kavramı ortaya çıkmıştır (Ismail ve Sharifi, 2006, s.433). Sadece fiziksel ürün değil, ürünle birlikte zaman, yer, biçim ve son olarak ürün veya hizmetin fonksiyonunu birleştirerek bir çıktı olarak sunan çevik tedarik zinciri, 21.yy'da pazarda ürün ve hizmet çeşitliliğinin artması, ürün ömürlerinin giderek kısalması ve yeni ürünlerin sayısının artması sonucunda hızla çözüm üretme ve doğru zamanda doğru ürünü müşteriye ulaştırma amacındadır (Li, 2009, s.61).

Pazarda öngörülemeyen değişikliklerle başa çıkıp çözümler sunmaya ve bu değişimlerden yararlanmaya odaklanan çevik tedarik zinciri, daha hızlı teslimat ve teslim süresi esnekliğini elde etmeyi amaçlamaktadır. Daha çok stratejik düzeyde organizasyonel konular ve insan ile ilgilenmekte olan çevik tedarik zinciri, yeni teknolojiler, yöntemler, bilgi sistemleri/teknolojileri ve elektronik veri değişimi (Electronic Data Interchange - EDI) teknolojilerini kullanarak tüm süreçleri entegre etmekte, işletmenin genelindeki yenilikleri geliştirmekte, sanal organizasyonlar kurmakta ve müşterinin tasarladığı ürün temelli üretim gerçekleştirmektedir (Huang vd., 2002, s.192). Tedarik zinciri yönetiminde çeviklik fikri "hızlı çözüm oluşturma (responsiveness)" kavramı etrafında yoğunlaşmıştır.

Çevik tedarik zinciri, küresel ortaklık ağı, ileri üretim teknolojileri ve bilgi ekonomisi temellidir. Bir işletme, çevik tedarik zinciri yönetimini uygulama kararı vermeden önce şu dört konuyu iyi irdelemelidir. Öncelikle, yönetim bilgi sistemleri yapısını güçlendirmelidir. Bilgi sistemleri seviyelerinin düzensiz olması bilgi paylaşımına zarar verebilmektedir. Bu yapının çevik strateji yönetimini geliştirebilecek şekilde güçlendirilmesi faydalı sonuçlar doğuracaktır. İkinci olarak işgücünün eğitime yönelmelidir. Çevik tedarik zinciri yüksek bilgi teknolojisi seviyesine ve tedarik zinciri bilgisine sahip çalışanlara ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle çalışan desteği, çevik tedarik zinciri yönetiminin uygulanmasında önemli bir unsurdur. Modern tedarik zinciri bilincinin kuvvetlendirilmesi, üzerinde durulması gereken bir diğer unsurdur. Geleneksel yönetim anlayışından uzaklaşarak, pazara ve de müşteri memnuniyetine odaklanılmalıdır. Son olarak, uluslararası işletmelerle işbirliğini kuvvetlendirmek gerekmektedir. Böyle işletmelerle işbirliklerini güçlendirmek, işletmelerin güçlü yanlarını analiz etme ve daha bilimsel bir çevik tedarik zinciri yapısını kurma fırsatı tanımaktadır (Ma ve Li, 2009, s.143).

Bir işletmenin hangi koşullarda çevik tedarik zincirini tercih etmesi gerektiği önemli bir konudur. Ancak bir işletmenin çevik tedarik zincirini başarılı bir biçimde uygulayabilmesi bazı ön koşulların karşılanması gerekmektedir. İlk ön koşul, işletmenin gerçeği yansıttığı olmasıdır. Fonksiyonlar arası düzenlemelere ve işletmenin bu yeni duruma odaklanma seviyelerine lojistik yönetimi ve stratejinin katkısı incelenmelidir. İşletmede gelir getiren fonksiyonlar en azından temel seviyede çevik prensiplerini benimsemelidir. İşletme çapında çevik girişimlerinin potansiyel değerine odaklanılmalı ve neye gayret gösterileceği netleştirilmelidir. İkinci ön koşul ise, zorluk kontrolünün maliyetidir. İşletmenin gözü kapalı, maliyetleri incelemeyen çevikliğe yönelmesinin veya işletmenin diğer bölümlerindeki kötü yönetimi bu yöntemle telafi etmeye çalışmasının önlenmesi gerekmektedir. Üretimin gerçekleştirilmesinde ürünü ne kadar ucuza üretilmesi ile müşterinin ne istediğinin dengesinin ekonomik olarak düzenlenmesi gerekmektedir. Üçüncü ön koşul, aşırı pahalı çeviklikten kaçınılmasıdır. Bu noktada kilit sorular, bu karmaşıklık içinde değer yeri nedir, müşteriler gerçekten ne ister, bu faaliyetler sadece kısa dönemli bir başarı mı getirecek yoksa uzun dönemde büyümenin sürdürülebilirliğine katkı sağlayacak mıdır vb. şeklinde olmalıdır. Dördüncü ve sonuncu koşul, son dakika krizlerine ihtiyacı azaltacak tahminleme yapabilmektir (Kisperska-Moron ve de Haan, 2011, s.129).

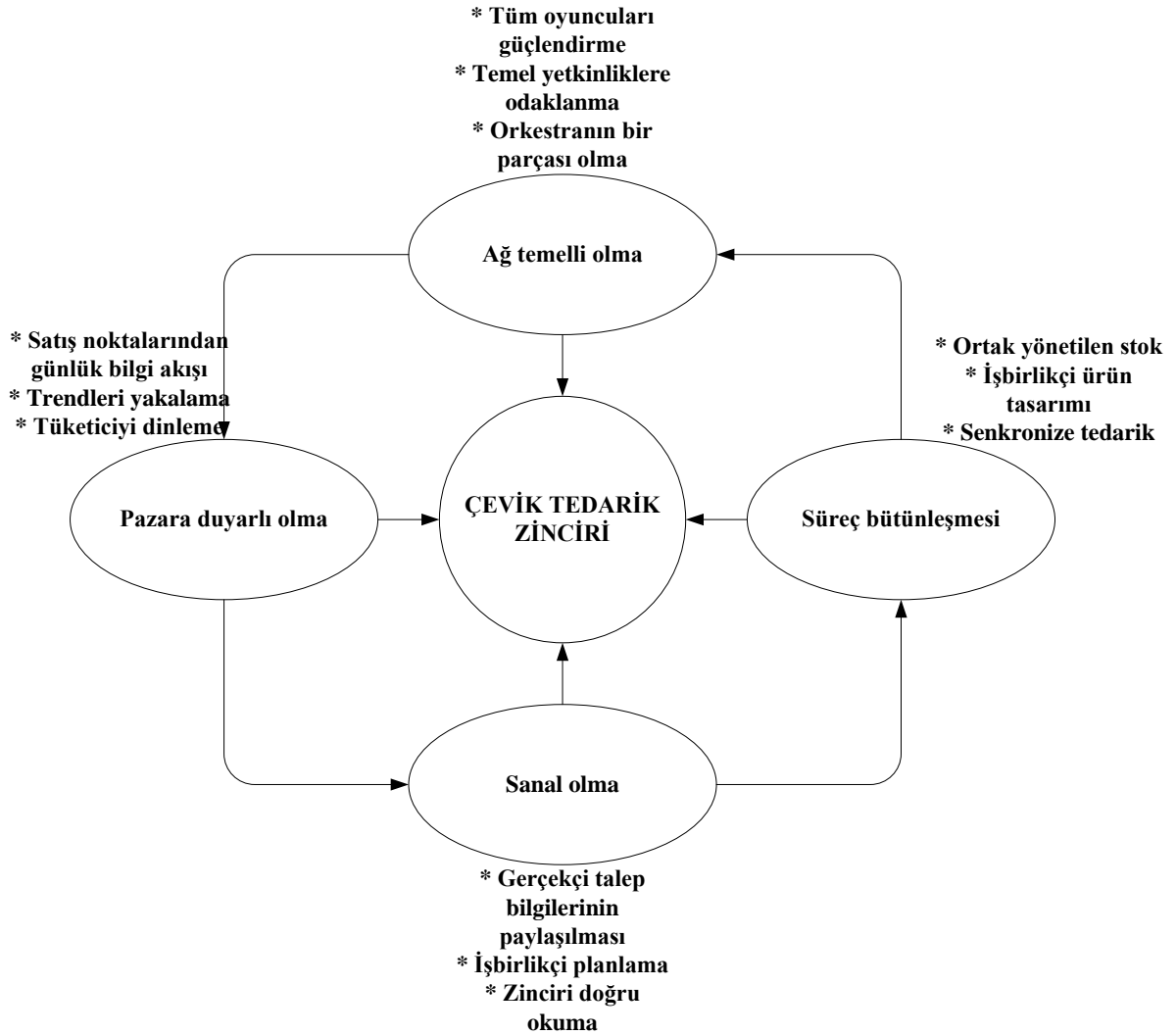
Çeviklik, değişken ve öngörülemez pazarlarda tedarik ile talebi eşleştirme yeteneği olup öncelikli olarak çözüm üretebilmektir. "Hızlı, ilk ve en iyisi" olma amacında olan çevik tedarik zinciri stratejisi, satış kayıplarını, zorunlu fiyat indirimlerini ve stokların eskimesini

minimize etmek için, öngörülemeyen taleplere hızlı bir biçimde cevap verebilme ile ilgilenmektedir. Bu stratejiye uygun tipik ürünler, elektronik ve moda ürünleridir. Bu ürünlerin farklı cazibeleri vardır ve gerçek fonksiyonları için tercih edilmemektedir. Kısa ömürlüdürler. Bu tip ürünlerin taleplerini tahmin etmek zordur ve stokta olmamaları durumunda karşılaşılan maliyetler çok yüksektir (Ambe, 2010, s.8). Talebin değişken olduğu, öngörülemediği ve müşterinin çok çeşitli ürün talep ettiği pazarlarda çevik tedarik zinciri stratejisine ihtiyaç duyulmaktadır (Hilletoft, 2009, s.20; Kisperska-Moron ve de Haan, 2011, s.132).

Bu tip tedarik zincirlerinde, üretimi ve dağıtımı gerçek talepler yönlendirmektedir çünkü hem üretim hem de dağıtım tahmin taleplerinden ziyade gerçek müşteri talepleri ile ilişkilidir. İşletme bu stratejide, herhangi bir stok tutmamakta, sadece siparişleri üretmektedir. Bu sistemlerde müşterilerin talepleri hızlı bilgi akışları yardımıyla zincirde yer alan diğer oyunculara iletilmektedir. Bu sistemler, ürünlerin çevrim sürelerinde düşüşe ve stok seviyelerinde azalmaya yardımcı olmaktadır.

2.2.1. Çevik Tedarik Zinciri Stratejisi Özellikleri

Gerçek anlamda çevik olabilmek için, bir tedarik zincirinin sahip olması gereken özellikleri pazara duyarlı olması, süreçlerin bütünleşmesi, ağ temelli ve sanal olmasıdır (Christopher, 2000, s.38; Christopher ve Towill, 2000, s.208; Ismail ve Sharifi, 2006, s.433; Li, 2009, s.63; Kisperska-Moron ve de Haan, 2011, s.129). Pazara duyarlı olmak ile anlatılmak istenilen, tedarik zincirinin gerçek talebi anlama ve talebi karşılama yeteneğine sahip olmasıdır. Bir çevik tedarik zinciri, son kullanıcının eğilimleri ile yakın ilişki içinde olmalıdır. Birçok işletme, taleple değil talep tahminleri ile yönetilmektedir. Başka bir ifadeyle, direkt müşterinin gerçekte ihtiyaç duyduğu ve istediği ürünlerden geri bildirim almamakta, geçmiş satış verileri ve bu verilerin stoka dönüştürülmesi faaliyetlerinden yararlanmaktadır. Günümüzde, bilgi teknolojilerinin kullanılmasıyla alıcı ve satıcılar arasında veri paylaşımı kolaylıkla yapılabilmekte ve böylece bilgi temelli tedarik zinciri yaratılabilmektedir. Bir tedarik zincirinin çevikliği, pazara duyarlı olma, teslimat hızı, verinin doğruluğu, pazara yeni ürün girişi, merkezi ve işbirlikçi planlama, süreç entegrasyonu, bilgi teknolojileri (Information Technology - IT) araçlarının kullanımı, teslim sürelerinin düşürülmesi, hizmet seviyesinin iyileştirilmesi, maliyetlerin azaltılması, müşteri memnuniyeti, belirsizliğin iyileştirilmesi, güven geliştirilmesi, değişime tepkinin azaltılması ile ifade edilebilmektedir (Zsifkovits ve Engelhardt-Nowitzki, 2007, s.92). Şekil 2.2'de çevik tedarik zincirinin özellikleri görülmektedir.



Şekil 2.2. Çevik Tedarik Zincirinin Özellikleri

Kaynak: Christopher ve Towill, 2000, s. 209

Geleneksel tedarik zincirlerinde stokun optimal miktarı ve kullanacağı alan tanımlanmaktadır. Bu stok temelli modeli destekleyecek birçok karışık algoritma bulunmaktadır. Ancak çevik tedarik zincirinde alıcılar ve satıcılar arasında bilgiler paylaşılıp gerçek talebe ulaşılmasıyla bu tip algoritmalara ihtiyaç kalmamaktadır. EDI ve internetten oluşan bilgi teknolojileri ile tedarik zincirindeki tüm paydaşlar zincir boyunca aktarılan ve aktarılırken çarpıtılabilen bilgiler yerine gerçek talebe göre davranabilmektedirler. Tüm tedarik zinciri ortakları zincir boyunca paylaşılmış bilgilere güvenmektedir. Tedarik zincirinde yer alan oyuncular arasında paylaşılmış bilgilerin kuvvetli olması ancak süreçlerin bütünleştirilmesi ve birleştirilmesiyle mümkün olabilmektedir. Süreçlerin bütünleştirilmesiyle alıcı ile satıcı arasında işbirlikçi çalışma, ortak ürün geliştirme, ortak sistem ve bilgi paylaşımı ifade edilmektedir. Tedarik zincirlerinde bu tip işbirlikleri giderek yaygınlaşmaktadır. Tedarik zinciri kendi temel yetkinliklerine odaklanırken diğer tüm faaliyetleri dışarıdan alabilmektedir. Bu şekilde, tedarikçilerle işbirliği içinde oldukları ortaklarına güven

kaçınılmaz olmaktadır. Bir ağla birbirine bağlanmış tedarik zincirinde yer alan oyuncular veya ortaklar tek başlarına pazarda rekabet gücüne sahip olamayacaklarının ancak birlikte ağ içinde senkronize hareket etmeleri durumunda güçlü olacaklarının farkındadırlar. Bu tedarik zinciri, uzmanlaşmış oyuncuların güçlü yanlarını kullanarak esneklik sağlamaktadır.

İşletmelerin rekabetin çok kızıştığı ortamda hayatta kalabilmeleri için nihai kullanıcıların taleplerini yakalayabilmeleri ve gerçekleştirebilmeleri çok önemlidir. Öngörülemeyen pazar değişikliklerine cevap verebilmek için satış noktasından bilgilerin direkt olarak bilgi teknolojileri kullanımı ile alınması çözüme çok büyük katkı sağlamaktadır. Bilgi temelli olan sanal zincirler, zamanında doğru bilgi paylaşımını sağlayarak kontrol karmaşasını azaltmaktadır. Bilgi sistemleri güncel ve doğru bilgi vermeli ve kolay bir biçimde zincirdeki diğer oyuncularla iletişim içinde olmalıdır. Sanal tedarik zincirinde yer alan tüm ortakların ortak bir bilgi sistemi paylaşıyor olmaları ideal durumdur. Zincir açısından tüm iş süreçlerinin optimizasyonu, tüm ortakların kolay iletişimi ile mümkün olabilmektedir. Bu durum proseslerin sırayla değil senkronize bir biçimde ele alınmasını kapsamaktadır. Tedarik zinciri, ortak bir amaca sahip tüm ortakların oluşturduğu bir ağ olarak da tanımlanabilmektedir. Ağdaki rekabet gücü, ortakların temel yetkinliklerinin bir araya getirilmesinden ortaya çıkan sinerjiden gelmekte ve birbirine çapraz bağlı bu ortaklar, son kullanıcı için bir değer yaratmaktadırlar (Kisperska-Moro ve de Haan, 2011, s.129).

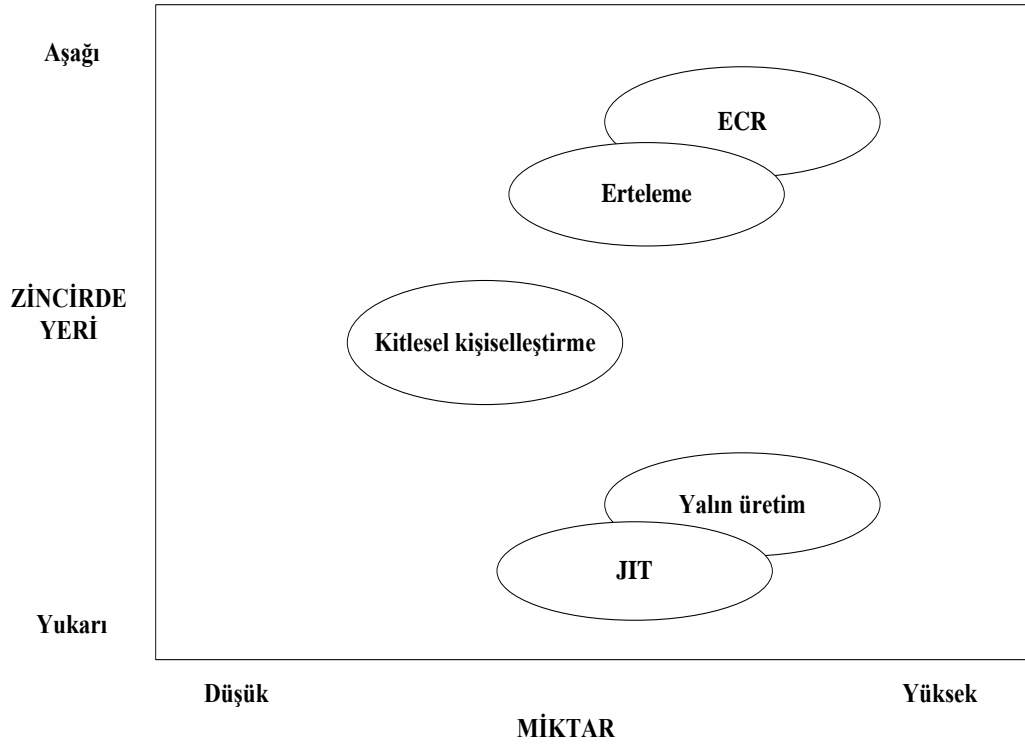
2.2.2. Çevik Tedarik Zinciri Modeli

Bir tedarik zincirinde çevikliğin teorik alt yapısı, çevik sistem ve üretimi kavramı ile aynı mantıktadır. Christopher ve Towill (2001) çalışmalarında çevik tedarik zinciri için üç aşamalı bir model geliştirmişlerdir. Bu modellerinde birinci seviyede, çevik tedarik zincirine destek olan erteleme ve hızlı yerine koyma, ikinci seviyede ise yalın üretim, organizasyonel çeviklik ve hızlı çözüm üretme gibi birinci seviyede yer alan prensiplerin yerine getirilmesinde kullanılan programlar yer almıştır. Son seviyede ise, ikinci seviyedeki programları destekleyecek bilgi paylaşma, kayıpları azaltma, hazırlık sürelerini azaltma, senkronize işlemler gibi faaliyetler gösterilmiştir. Aitken vd. (2002), çevik bir işletmeye katkı sağlayacak çeşitli uygulamaları bir araya getiren ve Christopher ve Towill'in (2001) geliştirmiş oldukları modele benzeyen üç aşamalı bir model önermişlerdir. Önerilen bu modelde çevik tedarik zincirini destekleyen hızlı yerine koyma, erteleme, yalın üretim, organizasyonel çeviklik ve hızlı çözüm üretme gibi bireysel programlar ve son olarak katmanlı bir modelde yapılması gereken bireysel faaliyetler gibi önemli prensipler bir araya getirilmiştir (Ismail ve Sharifi, 2006, s.434). Aitken vd.'nin (2002) önerdikleri çevik işletme modelinde kayıpları azaltmak için yalın üretimden, hazırlık zamanlarını düşürmek için esnek çözüm üretme yönteminden,

teslim süresini azaltmak için hızlı çözüm üretme yönteminden, senkronize işlemler için çevik tedarikten, takımlar arası süreç yönetimi için organizasyonel çeviklikten ve son olarak gerçek talebin izlenebilirliği için talep yönlendirmesinden yararlanılmıştır. Ismail ve Sharifi (2006) çalışmalarında, iş dünyasındaki değişim ve belirsizliğin seviyesine uygun düşen yeterli çeviklik seviyesini belirleyerek rekabetin sürekliliğini sağlamayı amaçlamışlardır. Sharifi vd. (2006) ise, çevik tedarik zinciri geliştirmek ve uygulamak için sistematik bir yaklaşım içeren ve tedarik zincirinin tasarımı ve tasarım bakış açısını kapsayan bir model önermişlerdir. Ağ stratejisini belirleme, süreçleri ve operasyonları tasarlama ve temel bileşenlerini düzenleme ile yeni ürün geliştirme sürecinin bir parçası olan iki bileşenin dengeli ele alınmasıyla etkin bir çevik tedarik zinciri tasarımının gerçekleştirileceğini vurgulamışlardır.

Çevik tedarik zinciri modelinin oluşmasına katkı sağlayan yaklaşımlardan bazıları yalın üretim, kitlesel kişiselleştirme, erteleme, perakendeci-dağıtımçı-üretici arasında yakın ilişkiler kurularak müşterilere verilen hizmetin seviyesini iyileştirme amaçlı bir strateji olan etkin tüketici tepkisi (efficient consumer response - ECR) ve JIT'dir. Şekil 2.3, hangi yaklaşımların tedarik zincirinin hangi noktasına odaklandığını ve iş hacmini göstermektedir. Yalın üretim, JIT gibi tedarik zincirinin üst kısmında yer almaktadır. Yalın düşünce, ilk prensibi olan değer aracılığıyla müşteriye odaklanmaktadır. Ancak kayıpları ortadan kaldırma fikri, müşteriye hızlı çözüm üretme ve tepki vermesinden daha ağır basmaktadır. Yalın düşüncenin baskın olarak kullanıldığı alan yüksek miktarlı üretime sahip otomotiv gibi sektörlerdir (Van Hoek vd., 2001, s.136).

Kitlesel kişiselleştirme çeşitliliğin yüksek, üretim miktarının düşük olduğu hem üretim hem hizmet sektöründe tedarik zincirinin orta noktalarında yer almaktadır. Bu yaklaşımda yüksek çeşitliliğe sahip bitmiş ürünlerde kullanılan düşük çeşitlilikte standart parçaların kullanımı esas olmaktadır. Erteleme, dağıtım ve pazarlama kanallarıyla zincirde aşağıya doğru konumlandırılmış olup ertelenmiş üretimle zincirin alt kısımlarına nüfuz etmektedir. Yüksek miktarlı yüksek çeşitliliğe sahip kişiselleştirme ihtiyacı zincirin sonuna doğru gerçekleşmektedir. ECR zincir boyunca aşağı konumlandırılmaktadır (Van Hoek vd., 2001, s.136).



Şekil 2.3. Çevik Tedarik Zinciri ile İlişkili Yaklaşımlar

Kaynak: Van Hoek vd., 2001, s.136

2.2.2.1. Kitlesele Kişiselleştirme Yaklaşımı

Üretim sistemlerinin tarihçesine bakıldığında ilk olarak uzun teslim sürelerine ve yüksek maliyetlere sahip müşterinin istediği ürünlerin siparişe göre üretildiği zanaat üretimi görülmektedir. Bu üretimi "Her müşteri siyah olmak kaydıyla istediği renkte araba satın alabilir" diyen Henry Ford'un kitlesele üretimi izlemiştir. Bu üretim sürecinin en parlak dönemlerinde, müşterilerin tercihlerinden ödün vermek suretiyle ucuza ürün almaktan mutlu oldukları bir süreç yaşanmıştır. Ancak günümüzde müşterilerin bir şeylerden vazgeçerek ürünü ucuz alma öncelikleri değişmiştir. Artık müşteriler tercihlerini tam olarak karşılayacak ürünleri aynı kitlesele üretimde olduğu gibi düşük maliyetle almak istemektedirler (Nambiar, 2009, s.687). Günümüzde işletmeler birçok zorlukla mücadele ederken, müşteriler de eskisinden daha hızlı bir biçimde yüksek oranda kişiselleştirilmiş ürün ve hizmet siparişlerinin yerine getirilmesini beklemektedirler. İşletmelerin müşterilerinin bu isteklerini hızlı bir biçimde hem de kitlesele üretim maliyeti ile üretip sevk edebilmeleri ancak kitlesele kişiselleştirme stratejisi ile mümkün olabilmektedir. Pine (1993), kitlesele kişiselleştirmeyi çok fazla çeşitlilikte, standart ürün ve hizmet fiyatları ile başa çıkabilen ürün ve hizmetlerin kişiye özgün kişiselleştirilmesi olarak ifade etmiştir. Tablo 2.2'de kitlesele üretimle kitlesele kişiselleştirme sistemlerinin arasındaki farklar özetlenmiştir.

Stratejik seviyede, belirsizliklerle ve aniden oluşan değişikliklerle başa çıkabilme ve kitlesel üretim maliyetinde kişiselleştirilmiş ürün üretebilme yeteneği nedeniyle oldukça cazip olan kitlesel kişiselleştirme yaklaşımı, kişiselleştirilmiş ürün veya hizmetleri esnek süreçlerle yüksek miktarda ve kabul edilebilir maliyette üretme yeteneğidir (Da Silveria vd., 2001, s.1; Prince ve Kay, 2003, s.309).

Tablo 2.2. Kitlesel Üretimle Kitlesel Kişiselleştirme Arasındaki Farklar

Farklar	Kitlesel Üretim	Kitlesel Kişiselleştirme Stratejisi
Odak	İstikrarlı bir etkinlik ve kontrol	Çeşitlilik ve esneklik ve hızlı çözüm üretme amaçlı kişiselleştirme
Amaç	Hemen hemen herkesin alabileceği fiyatta ürünü veya hizmeti geliştirme, üretme, pazarlama ve dağıtma	Hemen hemen herkesin çok çeşitte ve kişiselleştirilmiş hizmet ve üründen istediğini seçebildiği ürün ve hizmeti geliştirme, üretme, pazarlama ve dağıtma
Temel özellikleri	Sabit talep Büyük ve homojen pazarlar Düşük maliyetli, tutarlı kalitede, standart ürün ve hizmetler Uzun ürün geliştirme süreleri Uzun ürün ömrü	Parçalı talep Heterojen niş pazarlar Düşük maliyetli yüksek kaliteli, kişiselleştirilmiş ürün ve hizmetler Kısa ürün geliştirme süreleri Kısa ürün ömrü

Kaynak: Pine, 1993, s.47

Bir işletmenin kitlesel kişiselleştirme kararını verebilmesi ve bu stratejiyi etkin bir biçimde uygulayabilmesi ürün, süreç ve ağ tasarım prensiplerini birlikte uygulamasına bağlı olmaktadır. Kitlesel kişiselleştirmede ürün, farklı şekillere kolayca ve ucuz bir biçimde dönüştürülebilmeye olanak tanıyan bağımsız modüllerden oluşacak şekilde tasarlanmalıdır. Modüler ürün tasarımı, esnek bir biçimde bir ürünün hızlı ve ucuz olarak kişiselleştirilmesi ihtiyacını sağlamaktadır. Bu tip bir tasarım, bitmiş ürünü bazıları tüm ürün opsiyonlarında bazıları da belli başlı ürünlerde kullanılan parçalara veya yarı mamullere ayrıştırmaktadır.

Üretim süreçleri de farklı dağıtım-ağ tasarımlarını desteklemek için kolayca hareket ettirilebilecek veya yeniden düzenlenebilecek biçimde aynı ürün tasarımlarında olduğu gibi bağımsız modüllerden oluşmalıdır. Üretim süreçlerinin bağımsız alt süreçlere bölünmesiyle yani modüler süreç tasarımlarıyla işletmeler, kitlesel kişiselleştirmenin ihtiyaç duyduğu esnekliği kazanmaktadırlar (Feitzinger ve Lee, 1997, s. 117-119).

Etkin bir kitlesel kişiselleştirme yaklaşımı, tedarik zincirinde yer alan tüm oyunculara gerçek zamanlı bilgiyi ulaştırabilmesi için internet temelli tedarik zinciri yönetimine ihtiyaç duymaktadır. İnternet, bir yandan işletmelere yüksek kişiselleştirilmiş ürünleri düşük maliyetlerle üretme imkanı sunarken, diğer yandan da müşteri ile birebir ilişki kuran, iyi eğitilmiş ve yetenekli personele olan ihtiyacı azaltmaktadır. İnternet temelli tedarik zinciri yönetimi, kitlesel kişiselleştirme yaklaşımını tercih eden işletmeler için tedarik zinciri

boyunca bilgi akışını sağlamaktadır. Kitlesele kişiselleştirmenin başarılı bir biçimde yapılabilmesi, internet, internet temelli bilgi sistemleri ve internet temelli tedarik zinciri yönetiminin birlikte kullanılmasına bağlı olmaktadır (Barutçu, 2007, s.586).

İşletmelerden bir yandan operasyonel performanslarını en iyi biçimde sürdürmeleri beklenirken, bir yandan da tek tek her bir müşterinin siparişini yerine getirmeleri istenmektedir. Ürünlerin kişiselleştirilmesi olarak adlandırılan kitlesele kişiselleştirmeyi gerçekleştirmenin birçok çözümü bulunmaktadır. Erteleme yaklaşımı bu amaçla kullanılan en yaygın yöntemlerdendir (Shao ve Ji, 2008, s.153). Etkin bir kitlesele kişiselleştirme, belli bir müşteri siparişi için, ürün farklılaştırma noktasının olabildiğince en uzak noktaya ötelenmesi ile mümkün olabilmektedir. Bu yaklaşımla işletmeler, ürünlerinin tasarımlarını yeniden ele alabilmekte, süreçleri bu ürünleri üretip müşteriye ulaştırmak için düzenleyebilmekte ve de en önemlisi ürün, süreç ve zinciri birbirine entegre edebilmektedir. Böyle bir yaklaşımın uygulanmasıyla, maksimum etkinlikte, minimum stok seviyesiyle müşterilerin siparişleri hızlı bir biçimde karşılanabilmektedir (Feitzinger ve Lee, 1997, s.117).

2.2.2.2. Erteleme Yaklaşımı

Çevik tedarik zincirinin amacı, mümkün olduğunda ürünü genel (generic) formunda tutmaktır ve bu durum, erteleme yaklaşımı ile etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Qi vd., 2007, s.4904). Erteleme yaklaşımı, müşteri siparişleri tahminleri ile üretimi gerçekleştirmek yerine sipariş gelene kadar üretim faaliyetlerini öteleyen ve ancak sipariş geldikten sonra ürünleri uygun maliyette ve kişiselleştirerek üreten organizasyonel bir yaklaşımdır (Van Hoek, 2001, s.161). Erteleme, ürün farklılaştırma noktasını geciktirmek için süreçlerin yeniden tasarlanması olarak da ifade edilmektedir (Lee ve Billington, 1994, s.108).

Ürün ve hizmetlerin kişiselleştirilmesiyle, zincir boyunca müşteri sipariş bilgilerinin kullanılmasıyla, müşteriye yakın dağıtım merkezlerinde ürünlerin sonlandırılmasında süreçler arası katılımın sağlanmasıyla ve son olarak tedarikçilerin kişiselleştirmeyi gerçekleştirmede genel modül ve parçalara olan ihtiyacı karşılamasıyla erteleme yaklaşımı, malzeme ve bileşenlerin ortak kullanımlarından yararlanarak ve ürünün farklılaştırma noktasını geciktirecek biçimde üretim ve dağıtım süreçlerini tasarlayarak, ürün çeşitliliği ile ilgili riskleri azaltmayı amaçlamaktadır (Van Hoek, 2000, s.196; Shao ve Ji, 2008, s.154). Ürün farklılaştırılmasının geciktirilmesi esnekliği arttırmakta, belirsizlikleri azaltmakta ve sistemdeki bileşen ve süreç çeşitliliklerini azaltarak ürünün karmaşıklığından doğan maliyetleri düşürmektedir (Shao ve Ji, 2008, s.154).

Erteleme yaklaşımının altında yatan mantık, üretim ve lojistik faaliyetleri esnasında ürünlerin zaman, mekan ve form farklılaştırılmasına neden olan risk ve belirsizlik maliyetleridir. Müşterilerin kesin siparişlerinin gelmesine değin ertelenen üretim ve lojistik faaliyetleri sayesinde risk ve belirsizlik azaltılabilmekte veya tamamen ortadan kaldırılabilir (Pagh ve Cooper, 1998, s.14). Erteleme yaklaşımıyla siparişin gelmesinden sonra işletmeler, müşterinin istekleri ve tercihlerine göre ürünü kişiselleştirebilmektedir. Bu yaklaşım, müşterilerinin kişisel isteklerini karşılarken, olası siparişlere göre bitmiş ürün stoklamasının da önüne geçmektedir. Ayrıca fabrika ve depolar arası gereksiz taşıma ve beklemleri engelleyerek ürünlerin direkt olarak müşteriye gönderilmesini de sağlamaktadır (Van Hoek, 2001, s.161). Genellikle birçok bitmiş ürün, üretim süreçlerinin başlangıç aşamalarında ortak süreç ve/veya ortak bileşen ve hammadde kullanılmaktadır (Lee ve Billington, 1994, s.108).

Farklı bitmiş ürünler elde edebilmek için ürün farklılaştırma noktası da denilen bu noktalara kadar ürünler genel formda tutulmaktadır (Lee ve Billington, 1994, s.108). Bu noktadan önceki tüm faaliyet ve işlemler kayıpları ortadan kaldırmaya ve maliyet etkinliğine odaklanan yalın strateji ile gerçekleştirilmektedir. Bu noktadan sonraki aşamalarda ise çevik strateji kullanılmakta, süreçler çevik olmakta ve sipariş bilgileri bu noktadan sonraya doğru akmaktadır (Van Hoek, 2000, s.196). Erteleme, DP'de ürün farklılaştırmayı nihai kullanıcıya doğru hareket ettirmek suretiyle bir tedarik zincirinin etkinliğini arttırabilmektedir. DP'yi erteleme, stokta olmama ve ihtiyaç duyulmayan ürünün fazlaca stokta tutulma riskini azaltmaktadır. Bu sayede, kitlesel kişiselleştirme yaklaşımı ile düşük maliyette yüksek ürün çeşitliliği sağlanabilmektedir (Qi vd., 2007, s.4904).

Stok çevrim sürelerinin fazla olması, teslimat güvenilirliğinin artış ihtiyacı, ürünlerin eskime risklerinin fazla olması, teslimat hızının yüksek olmaması, lojistik maliyetlerinin yüksek olması ve ürünlerin kişiselleştirilme ihtiyaçlarının ortaya çıkması işletmeleri erteleme yaklaşımına yönlendirebilmektedir (Van Hoek, 2000, s.199). Ürünün genel formunda tutulduğu erteleme yaklaşımı ile daha az stok kalemi olmakta ve toplamda daha az stok tutulmaktadır. Stokun genel olmasından dolayı, tedarik zinciri daha esnek olmaktadır. Yani aynı bileşenler, modüller veya malzemeler başka bitmiş ürünler için de kullanılabilir ve ürün genel formdayken taleplerini tahmin etmek, bitmiş ürünün talep tahminlemesini yapmaktan daha kolay olabilmektedir (Christopher ve Towill, 2000, s.210).

Erteleme yaklaşımını en iyi uygulayan işletmelerden biri Dell'dir. 1998'de kişisel bilgisayar (Personal Computer - PC) üretiminde dünyanın ikinci büyük üreticisi olan Dell, kitlesel kişiselleştirme yaklaşımını başarıyla uygulayarak bu sektörünün dominant oyuncularından

biri haline gelmiştir. Dell Bilgisayar erteleme yaklaşımının da önde gelen uygulayıcılarından biri olup, yüksek modüler yapısıyla müşteri siparişi gelene kadar, ürünleri yarı mamul olarak bekletmeyi tercih etmiştir. Bu yaklaşım, müşterinin isteklerini belirlemesine ve Dell'in bu isteklere göre üretim yapmasına olanak tanımaktadır. Siparişlerin büyük bir çoğunluğu internet üzerinden gelmekte ve sipariş alma sistemi, ürünün hızlı bir biçimde üretilmesi için gereken yerde malzemelerin olmasını sağlamaktadır. Dell stok tutmak yerine, tedarikçilerinin kendi tesislerine yakın yerlerde depo inşa etmelerini sağlamıştır. Malzemelerini JIT sağlayan Dell, müşterilerin tam olarak istediklerini zamanında temin etmektedir. Ayrıca stok maliyetlerini çok düşük tutmakta ve hızla değişen sektörde, malzeme eskime ve modası geçme riskini minimize etmektedir (Lee, 2002, s.117; Simchi-Levi vd., 2003, s. 229).

Başarılı bir biçimde erteleme yaklaşımını uygulayan diğer bir işletme ise Benetton'dur. Kazak üretiminde önce boyama prosesi, sonra örme prosesi gerçekleştirilirken, süreçler önce örme sonra boyama olacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Böylece boyama süreci, sipariş gelinceye kadar ertelenmiştir. Tahminlere göre üretilen renksiz hırkalar kesin siparişin gelmesiyle son rengine dönüştürülmüştür (Lee, 2002, s.117).

Çevik stratejinin tedarik zincirinde başarılı bir biçimde uygulanmasında çok büyük katkı sağlayan kitlesel kişiselleştirme ve erteleme yaklaşımlarının arasındaki ilişki hem etkinlik hem de hızlı çözüm üretme prensipleri açısından çok önemli olup bu ilişki, Tablo 2.3 ile gösterilmiştir.

Tablo 2.3. Kitlesel Kişiselleştirme ve Erteleme Arasındaki İlişki

Yazar	Teori
Feitzinger ve Lee (1997)	Kitlesel kişiselleştirmenin etkin olarak gerçekleştirilebilmesi, tedarik ağında olabilecek en geç noktaya kadar belirli bir müşteri için ürün farklılaştırmayı ertelemek ile mümkün olmaktadır.
Christopher (2000)	Erteleme, özellikle de ürün ve hizmetlerin kişiselleştirilmesine katkısıyla çevikliğin başarısına yardımcı olan önemli olan bir yaklaşımdır.
ElMaraghy ve Mahmoudi (2008)	Kitlesel kişiselleştirmenin amacı kişiselleştirilmiş ürünleri en düşük maliyetlerle üretmek iken, erteleme bu tip kişiselleştirmeyi mümkün olduğunca müşteriye en yakın noktaya ötelemeyi amaçlamaktadır.

Kaynak: Can, 2008, s.44

2.3. Yalın ve Çevik Tedarik Zinciri Stratejilerinin Karşılaştırılması

Yalın tedarik zinciri stratejisi yüksek miktarlarda, düşük çeşitlilikte ve talebi tahmin edilebilen durumlarda iyi performans göstermekte, çevik tedarik zinciri stratejisi ise ürün çeşitliliğinin fazla olduğu ve talep tahminlemenin daha zor olduğu ortamlarda tercih edilmektedir. Yalın tedarik zinciri stratejisi, çevrim sürelerini, stok seviyelerini ve maliyetleri

azaltmakta ve ayrıca sistem kaynaklarını daha kolay yönetebilmektedir (Simchi-Levi vd., 2003, s.222). Yalın ve çevik tedarik zincirlerinin karşılaştırılması Tablo 2.4 ile gösterilmiştir.

Tablo 2.4. Yalın ve Çevik Tedarik Zinciri Karşılaştırılması

	Yalın Tedarik Zinciri	Çevik Tedarik Zinciri
Karakteristik Ürünü	Fonksiyonel ürünler	Moda ürünleri
Talep	Tahmin edilebilir	Değişken
Ürün çeşitliliği	Düşük	Yüksek
Ürün ömrü	Uzun	Kısa
Müşteri odağı	Maliyet	Ulaşılabilirlik
Kar marjını	Düşük	Yüksek
Baskın maliyet kalemi	Fiziksel maliyetler	Pazarlanabilirlik
Stokta olmama cezaları	Uzun dönem anlaşmalı	Acil ve değişken
Satınalma politikaları	Ürün alma	Kapasite tahsis etme
Bilgi zenginleştirme	İsteğe bağlı	Zorunlu
Tahminleme	Algoritmalar	Danışarak
Stratejik hedefi	Kayıpları azaltma	Farklı ihtiyaçlara hızlı cevap verebilme
Sonuç	Tüm kaynakların etkin kullanımı ve kalite	Hızlı çözüm üretme, kitlesel kişiselleştirme, kaynak etkinliği

Kaynak: Christopher ve Towill, 2000, s.208; McCullen ve Towill, 2001, s.532

Naylor vd. (1999) ise bu iki stratejiyi yalın üretim, çevik üretim ve tedarik zinciri yönetimi bakış açılarından karşılaştırmışlardır. Bu karşılaştırma Tablo 2.5'te gösterilmiştir.

Tablo 2.5. Yalın ve Çevik Tedarik Stratejileri Özelliklerinin Karşılaştırılması

	Yalın	Çevik
Pazar bilgisini kullanma	Zorunlu	Zorunlu
Sanal işbirlikleri/değer akışı/entegre edilmiş tedarik zinciri	Zorunlu	Zorunlu
Teslim süresini kısaltma	Zorunlu	Zorunlu
Kayıpları ortadan kaldırma	Zorunlu	Arzu edilir
Hızlı yeniden yapılanma	Arzu edilir	Zorunlu
Dayanıklılık	İsteğe bağlı	Zorunlu
Düzenli talep/üretim dengeleme	Zorunlu	İsteğe bağlı

Kaynak: Naylor vd., 1999, s.109

Tablo 2.5'te yer alan pazar bilgisini kullanma, sanal işbirlikleri/değer akışı/entegre edilmiş tedarik zinciri, teslim süresini kısaltma özellikleri, hem yalın hem de çevik strateji için eşit öneme sahiptir. Tedarik zinciri stratejileri, son kullanıcıya odaklanmaktadır. Pazar bilgisini kullanan tedarik zincirleri, zincir üzerinde yer alan ortakların gereksiz risk almalarının önüne

geçebilmektedir. Sanal işbirlikleri/değer akışı/entegre edilmiş tedarik zinciri ile müşterinin taleplerini karşılayacak entegre bir tedarik zinciri için ortakların bir araya gelmesi ifade edilmektedir. Böyle bir tedarik zincirinin amacı, sınırları kaldırarak malzeme, para, kaynak ve bilgi akışını kesintisiz gerçekleştirmektir. Son yıllarda temin süresi, pazarda siparişi kazandıran kriter olmuştur. Yalın strateji, tüm kayıpların yani sürece veya hizmete değer katmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılmasına odaklanmaktadır. Bu tanıma zaman da ilave edilebilmektedir. Dolayısıyla, sürenin kısaltılması yalın strateji için zorunludur. Yalın tedarik zinciri, ekonomik ve esnek olabilmek ve de çözüm üretebilmek amacıyla, hem yalın üretim hem de sürenin iyileştirilmesi (time compression) yöntemlerini paralel kullanmaktadır (Huang vd., 2002, s.192). Yalın ve çevik tedarik zincirlerinde temin süresinin iyileştirilmesi için kullanılması gereken yöntemler Tablo 2.6'da yer almaktadır. Çevik strateji de hızlı çözüm üreten bir strateji olarak malzeme akışında olduğu kadar bilgi akışında da sürenin düşürülmesini amaçlamaktadır (Naylor vd., 1999, s.111).

Tablo 2.6. Yalın ve Çevik Stratejilerde Teslim Sürelerini İyileştirme Yöntemleri

Yöntemler	Örnek	Yalın	Çevik
Haz. süre. kısaltma	SMED	Gerekli	D.A.
Taşıma yöntemleri	Taşıyıcı tasarımı ve konveyör kullanımı	Gerekli	D.A.
Ürün tasarımı	Üretim için tasarım	Gerekli	D.A.
Kanban	Güncel siparişlerle kontrollü üretim	Gerekli	D.A.
JIT tedarikçiler	Sık sık küçük miktarlar	Gerekli	D.A.
Bilgi paylaşımı	Düşük tahminleme hataları ile iyileştirilmiş hizmet seviyeleri	Gerekli	Gerekli
Daha hızlı ve doğru bilgi	Siparişlerin ve/veya malzeme paketlerinin barkodlanması	Gerekli	Gerekli
EDI	Sipariş ve kaynakların veya müh. tasarımlarının transferi	D.A.	Gerekli
Süreçlerin entegrasyonu	İki prosesinin tek prosese indirgenmesi	D.A.	Gerekli
Süreçlerin sıralanması	Ertelemeye göre yeniden sıralanması	D. A.	Gerekli
Alternatif üretim	Daha uygun üretim süreçleri geliştirme	D. A.	Gerekli

(D. A. destek amaçlı)

Kaynak: Mason-Jones vd., 2000a, s.58

Tablo 2.5'te yer alan kayıpları ortadan kaldırma ve hızlı yeniden yapılandırma özellikleri ise, hem yalın hem de çevik stratejiler için benzer öneme sahiptir. Yalın tedarik zincirinde minimum kabul edilebilir stok amaçlanmaktadır. Bu stok seviyesinin miktarı, pazar bilgisi kullanılarak tespit edilmektedir. Aslında çevik strateji de mümkün olduğunca kayıpları

azaltmayı istemektedir. Değer katmayan tüm aktivitelerin kaldırılması, ürünün maliyetini düşürecektir. Böylece yalın strateji için çok önemli olan maliyetin, çevik stratejiye göre de anlamı anlaşılabilir. Ancak bir çevik sistemde, nihai kullanıcının değişebilecek isteklerini karşılamayı garanti edecek bir stokun ve/veya kapasite ayırmanın gerektiği de dikkate alınmaktadır. Dolayısıyla çevik stratejide, minimum kabul edilebilir stok seviyesi, yalın stratejiden fazladır ve esnekliği sağlayabilmek adına ilave faaliyetlere ihtiyaç duyulabilmektedir. Başka bir ifadeyle her ne kadar kayıplar azaltmak istense de, esnek olmak ve müşterinin isteğini istediği zamanda karşılayabilmek adına bazı durumlarda aslında değer katmayan işlemler de çevik strateji ile kullanılabilir. Hızlı yeniden yapılanma özelliği incelendiğinde iki stratejinin karşılaştırması ise şöyle yapılmıştır: Çevik strateji, pazardan gelen bilgiler doğrultusunda değişimlere çok hızlı cevap verip çözüm üretebilen bir stratejidir. Bu durum, bilgi ve malzeme akışında zamanın iyileştirilmesi gerekliliğini de beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla, üretim süreçlerinin hızlı bir biçimde yeniden ele alınması, çevik stratejiden beklenen zorunlu bir harekettir. Yalın stratejide ise hızlı yeniden yapılanmalarla bir üründen diğer ürüne geçişlerdeki kayıpların ortadan kaldırılması beklenmektedir. Ancak yine de çevik strateji kadar zorunlu ve olması beklenen bir özellik değildir. Özetlemek gerekirse, çevik strateji için yeniden yapılanmanın hızlı olması mutlaka gerekmektedir, bunun yanında mümkün olduğunca kayıpları azaltması da beklenilmektedir. Ancak kayıpları ortadan kaldırması önkoşul değildir. Yalın strateji de ise kayıpların ortadan kaldırılması mutlaka yapılması gereken bir faaliyettir ancak bir önkoşul olmamakla birlikte yalın tedarik zinciri de olabildiğince esnek olmalıdır (Naylor vd. 1999, s.111).

Tablo 2.5'te son olarak ele alınan özellik grubu ise her iki strateji için tamamen farklıdır. Bunlar, dayanıklılık ve düzgün talep/üretim dengeleme özellikleridir. Çevik stratejiyi kullanan bir işletme, sapmalara ve karışıklıklara karşı direnebilmeli, dayanıklı kalabilmeli ve kazancını arttırabilmek için bu gibi durumları fırsata çevirebilmelidir. Yalın strateji, tedarik zincirini sadeleştirerek, optimize ederek ve kesintisiz akışını sağlayarak talep sapmalarını minimize etmeyi amaçlamaktadır. Talepte meydana gelebilecek ani değişiklikler karşısında kayıplar oluşabilecek veya çok miktarda stok ortaya çıkabilecektir. Boeing firması havacılık sanayisindeki talep sapmalarını dikkate almadan yalın stratejiyi uygulamış ve kısa sürede rakibi Airbus Industrie tarafından piyasada geriye düşürülmüştür (Naylor vd. 1999, s.112).

Yalın tedarik zinciri, çevik tedarik zinciri stratejisi ile karşılaştırıldığında, değişimlere uyum sağlamada çevik strateji kadar başarılı olamamıştır. Hammaddede stokunun fazla olması çevik bir ortamda fırsata dönüşerek müşteriyi memnun edebilmekteyken, yalın sistem bu

stoku mümkün olduğunca kısa sürede ortadan kaldırmayı hedeflemektedir (Krishnamurthy ve Yauch, 2007, s. 589).

Bu iki stratejinin tamamen birbirinden farklı veya birbirini tamamladığı yönünde birçok çalışma literatürde yer almıştır. Örneğin, Stratton ve Warburton'a göre (2003), çevik tedarik zinciri, yalın tedarik zincirinden tamamen farklı bir paradigmadır. Yazarlar, bu iki farklı yaklaşımı şu örnekle açıklamışlardır (Stratton ve Warburton, 2003, s.185): Gerçek dünyada makine arızası, kalite problemleri, hazırlık sürelerinde gecikmeler gibi birtakım faktörler nedeniyle sistemde sapmalar bulunabilmektedir. Bu sapmalar nedeniyle dalgalanmaların var olabileceği kabul edildiğinde, geleneksel olarak yapılması gereken her sürecin arasına stok yerleştirmektir. Böylece emniyet stokları sayesinde hat, sistem dalgalanmalarından arındırılabilir. Yalın tedarik zincirinde tam kapasitede düşük seviyeli sapmalarla ve içsel stoklarla üretim gerçekleştirilmektedir. Fakat işletmenin pazar taleplerindeki sapmalardan kendini koruyabilmesi için ciddi bir bitmiş ürün stokuna ihtiyaç duyulmaktadır. Çevik tedarik zincirinde ise tedarikçiden ürün veya malzeme almak yerine kapasite tahsis edilerek pazardaki dalgalanmalarla başa çıkabilecek önlemler alınabilmektedir. Aitken vd.'ne (2002) göre ise yalın ve çevik stratejiler, birbirinden tamamen farklı değil, tam tersi birlikte kullanılabilen stratejilerdir. Tek bir paradigmanın tüm olası pazar taleplerine cevap veremeyeceğini aydınlatma sektöründen bir örnekle açıklayan yazarlar, farklı tedarik kanallarının ihtiyaçlarına uygun üretim stratejilerinin dolayısıyla tedarik zinciri stratejilerinin düzenlenerek birbirlerini tamamlayıcı olacak şekilde birlikte kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır. Towill ve Christopher (2002), bu iki stratejinin kesinlikle birbirlerinden farklı olmadığını söylemişlerdir. Pazardaki talebe ve ürünün fiziksel özelliklerine uygun farklı zamanlarda aynı alanda, aynı zamanda farklı alanlarda veya farklı zaman ve farklı alanlarda birlikte kullanılabilirliğini vurgulamışlardır.

2.4. Hibrit Tedarik Zinciri Stratejisi

Yalın ve çevik tedarik zinciri stratejilerinin ortak amacı, mümkün olan en az maliyetle müşterinin taleplerini karşılamaktır (Qi vd., 2007, s.4902). Yalın olma, her ne kadar çeviklik için ön koşul olsa da, düşük maliyet ve yüksek esnekliğin birlikte kullanılmasının istenmesi zaman zaman bir çelişki yaratabilmektedir. Yalın stratejinin özü olan, maliyetleri azaltma ve kayıpları ortadan kaldırma, rekabeti arttırmada kısa dönemli stratejilerdir ancak çevik strateji, belirsizliklerle başa çıkmada ve çok çeşitli kişiselleştirilmiş ürünleri seri üretim maliyetleri ile üretmede işletmelere uzun dönemli rekabet avantajı sağlamaktadır. İşletmeler, kısa dönemli maliyet avantajları için yalın stratejiyi tercih ederlerken, niş pazarlara yönelmiş müşterileri ellerinde tutabilmek için üretim yeteneklerini geliştirme ihtiyacı duymaktadırlar (Prince ve

Kay, 2003, s.309). Bu noktada önemli soru, her iki stratejinin bir tedarik zincirinde birlikte kullanılıp kullanılmayacağıdır. Yalın ve çevik stratejilerin dezavantajları, işletmelerin yeni bir arayışa girmesine neden olmuş ve sonucunda da hibrit strateji doğmuştur. Hibrit tedarik zinciri stratejisinde, stratejiler birbirine karşı değil bir arada kullanılmaktadır. Bir çok araştırmacı, yalın ve çevik stratejilerin bir arada kullanıldığı hibrit stratejiyi incelemiştir (Naylor vd., 1999; Childerhouse ve Towill, 2000; Mason-Jones vd., 2000a; Christopher ve Towill, 2000; Huang vd., 2002; Stratton ve Warburton, 2003; Simchi-Levi vd., 2003).

Hibrit tedarik zinciri, DP'nin zincir boyunca en uygun yere yerleştirilmesi ile bu noktanın solunda üretimin dengelendiği, bu noktanın sağında ise değişken taleple başa çıkılarak müşterilerin beklentilerinin karşılandığı, yalın ve çevik tedarik zincirlerinin bir arada kullanıldığı bir tedarik zinciridir (Naylor vd., 1999, s.114; Agarwal vd., 2006, s.212).

Günümüzde sadece yalın veya sadece çevik tedarik zincirlerinin tek başına yeterli olmadığı durumlarda "hibrit" yani yalın-çevik strateji (leagile) uygulanmaktadır. Birbirini tamamlayan yalın ve çevik tedarik zincirinin bir arada kullanılması ile elde edilen hibrit tedarik zincirleri, geniş yelpazeli ürün çeşitliliğini düşük maliyetle zamanında üretmekte ve teslim etmektedir. Yani bu tedarik zincirlerinin hem yalın hem de çevik olmaları beklenmektedir (Stavrulaki ve Davis, 2010, s.138). Genellikle siparişe göre montaj ürünleri içeren bu strateji, son montaja kadar ürünü erteleyerek kitlesel kişiselleştirmeye olanak tanımaktadır (Huang vd., 2002, s.193). Huang vd.'ye (2002) göre bu tedarik zinciri stratejisinin kullanılması ile işletmeler, maliyetleri azaltmanın, kitlesel kişiselleştirmenin ve gelecekteki değişimlere adapte olabilmenin üstesinden kolaylıkla gelebilmektedir.

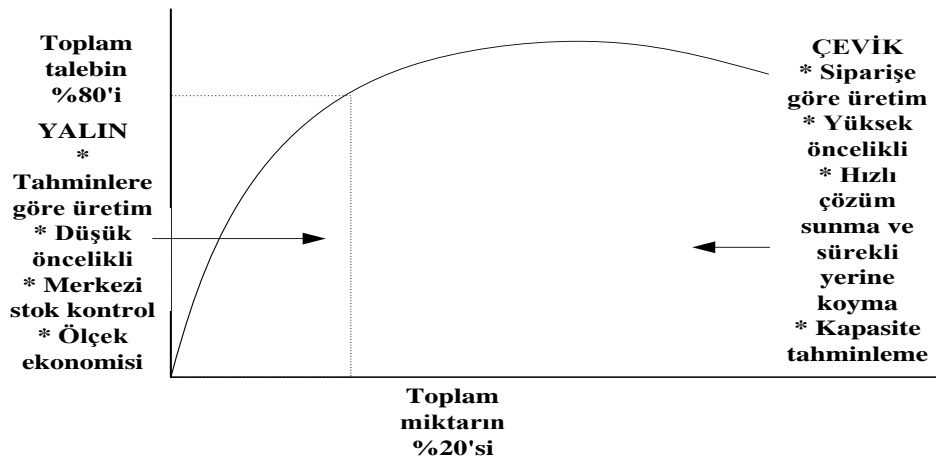
Rahimnia ve Moghadasian (2010), yalın ve çevik stratejilerin birlikte kullanılmasının bir tedarik zincirinin etkin yönetilmesine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Yalın, çevik ve hibrit tedarik zinciri stratejilerinin özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 2.7 ile gösterilmiştir. Bu tablo Christopher ve Towill'in (2000) yalın ve çevik tedarik zinciri stratejileri karşılaştırmalarına hibrit tedarik zinciri stratejisinin eklenmesi ile geliştirilmiştir.

Tablo 2.7. Yalın, Çevik ve Hibrit Tedarik Zinciri Stratejilerinin Karşılaştırılması

Özellikler	Yalın TZ	Çevik TZ	Hibrit TZ
Amaç	Maliyet azaltma, zincir boyunca var olan kayıpları veya değer katmayan aktiviteleri ortadan kaldırmak için sürekli iyileştirme	Hızlı çözüm üretme, farklı piyasa taleplerini eşzamanlı gerçekleştirmek için herhangi miktarda bir ürünü üretme, kısa teslim süreleri ile kişiselleştirilmiş ürünü çeşitlilik maliyetini azaltarak sunma	Maliyetleri azaltırken hızlı çözümler üretebilme, son montaja kadar ürünü erteleyerek ve var olan ürünlere ilave özellikler ekleyerek kitlesel kişiselleştirme
Ürün	Fonksiyonel	Yenilikçi (moda)	Fonksiyonel, modüler ve özel
Pazar talebi	Tahmin edilebilir	Değişken	Değişken, tahmin edilemez
Ürün çeşitliliği	Düşük	Yüksek	Orta
Ürün ömrü	Uzun	Kısa	Orta
Müşteri odağı	Maliyet	Teslim süresi, ulaşılabilirlik	Hizmet düzeyi
Pazar kazandırıcı	Maliyet	Ulaşılabilirlik	Maliyet ve ulaşılabilirlik
Pazar niteleyicisi	Kalite, teslim süresi, ulaşılabilirlik	Kalite, maliyet, teslim süresi	Kalite ve teslim süresi
Kar marjini	Düşük	Yüksek	Orta
Baskın maliyet	Fiziksel	Pazarlanabilirlik	Fiziksel, pazarlanabilirlik
Ürün tasarım stratejisi	Performansı artırma ve maliyetleri minimize etme	Ürün farklılaştırılması için modüler tasarım	Başlangıçta yalın strateji, sonra modüler tasarım
Üretim	Yüksek makine kullanım oranı	Pazarın ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde, tampon kapasitenin kullanılması	Yalın ve çevik stratejilerin bileşimi olup, ilk aşamada yalın sonraki aşamada çevik strateji
Teslim süresi	Maliyetleri arttırmadan teslim süresini azaltma	Teslim süresini azaltmak için agresif yatırımlar yapma	Bileşen seviyesinde yalın tedarik zincirine, ürün seviyesinde ise çevik tedarik zincirine benzer
Tedarikçi seçimi	Düşük maliyetli ve yüksek kaliteli tedarikçi	Hızlı, esnek ve kaliteli tedarikçi	İstenildiği zaman esnek ve hızlı olabilen, düşük maliyetli ve yüksek kaliteli tedarikçi
Stokta olmama cezaları	Uzun dönem anlaşmalı	Acil ve değişken	Stokta olmaması durumu ile karşılaşılmaz
Stok stratejisi	Yüksek stok devri ve zincir boyunca min. stok	Öngörülemeyen pazar değişimlerine karşı kritik malzemeleri için stok bulundurma	Mümkün olduğunca en geç zamana kadar ürün farklılaştırmasını erteleme ve fonksiyonel parçalar için stok bulundurma
Satın alma politikaları	Ürün alma	Kapasite tahsis etme	Tedarikçi yönetimli stok
Bilgi zenginleştirme	İsteğe bağlı	Zorunlu	Gerekli
Tahminleme mekanizması	Algoritmalar	Danışarak	Biri/ikisi
Sipariş süresi baskısı	Gerekli	Gerekli	İstenilir
Kayıpları ortadan kaldırma	Gerekli	İstenilir	Keyfi
Hızlı yeniden yapılanma	İstenilir	Gerekli	Gerekli
Dayanıklılık	Keyfi	Gerekli	İstenilir

Kaynak: Huang vd., 2002, s.193; Hilletoft, 2009, s.21

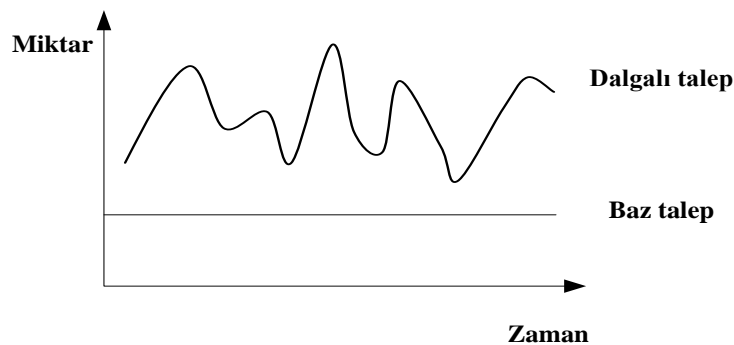
Christopher ve Towill (2001), müşterinin satın almak istediği ürünler için, yalın ve çevik stratejilerin birlikte kullanılabilirdiği üç ayrı yöntem geliştirmişlerdir. Bunlardan ilki, Pareto eğrisi yaklaşımıdır. Birçok işletme, tedarik zinciri stratejilerini belirlerken Pareto kuralından yararlanmaktadırlar. Pareto kuralına göre bir işletme, kazancının % 80'ini ürünlerinin %20'sinden elde etmektedir. Bu ürünlerden % 20'sinin yönetimi, geri kalan % 80'den farklı olmalıdır. Örneğin, bu ürünlerin miktar olarak % 20'si daha öngörülebilir taleplere sahiptir ve bu ürünler yalın prensiplerle üretilip müşterilere ulaştırılabilmektedir. Diğer bir taraftan % 80'inin talepleri kolay öngörülemez. Dolayısıyla çevik strateji daha uygun olabilir. Şekil 2.4, ürünlerin öngörülebilir % 20 ve değişken olan % 80'i için tedarik zinciri stratejilerini göstermektedir (Christopher ve Towill, 2001, s.240).



Şekil 2.4. Pareto Dağılımı

Kaynak: Christopher ve Towill, 2001, s.240

Bir diğer hibrit anlayış, baz talep ve dalgalı talep (base and surge demand) anlayışıdır. Şekil 2.5'te bu yaklaşım gösterilmiştir.

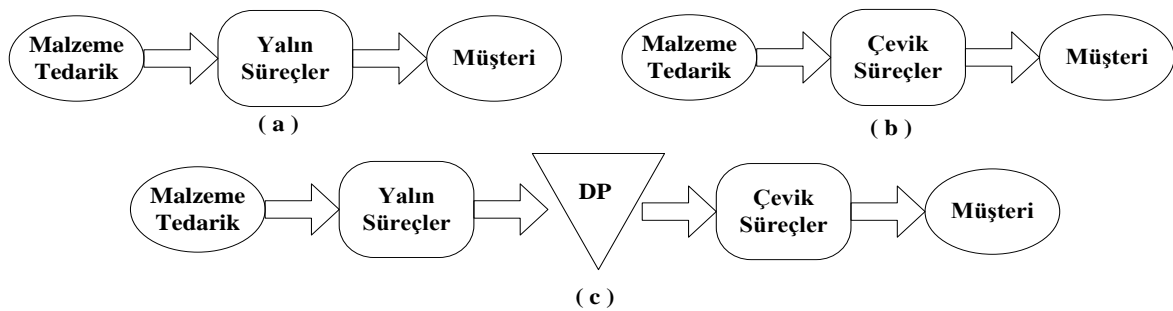


Şekil 2.5. Baz ve Dalgalı Talep

Kaynak: Christopher ve Towill, 2002, s.5

Baz talepler, geçmiş dönem satışlarını dikkate alarak tahmin edilebilirken, dalgalı talepler tahmin edilememektedir. Baz talepler, ölçek ekonomilerinden yararlanabilmek için yalın prensipleri kullanmakta, daha esnek ve büyük olasılıkla daha maliyetli olan dalgalı talepler için ise çevik strateji uygun olmaktadır (Christopher ve Towill, 2001, s.241). Griffin Manufacturing Co., bu yaklaşımı kullanarak farklı tedarik hatlarını iyi yönetmiştir (Stratton ve Warburton, 2003, s.190). Fonksiyonel, sabit talepli, teslim süreleri uzun olan ürünleri "baz" talep hattı olarak tanımlamış, dış kaynaklı tedarikçilerden malzeme temin etmiş ve bu ürünlerin üretildiği hatları yüksek hacimli yalın hat olarak tanımlamıştır. Fonksiyonel olup, talebi değişken olan ve kısa çevrim süresine sahip ürünler için ise, "dalgalı" talep yaklaşımı tercih edilmiş ve bu ürünler için ekstra çevik hat tanımlanmıştır. Son olarak değişken talepli, kısa çevrim süreli özel ürünleri ise çevik hat ile eşleştirmişlerdir (Christopher vd., 2006, s.282). Baz talepler, yalın anlayışla yönetilirken, yoğun sezonlarda veya tanıtımın yoğun olduğu periyotlarda dalgalı talepler için çevik anlayış hakim olmaktadır (Hilletoft, 2009, s.21). Stratton ve Warburton (2003), yalın ve çevik stratejilerin birlikte farklı zamanlarda kullanılmasına ilişkin tekstil sanayisinden bir örnek vermişler ve tüm yıl satan temel ürünleri yalın tedarik zinciri ile, tek bir sezon için üretilen moda ürünleri ise çevik tedarik zinciri ile eşleştirmişlerdir.

Yalın ve çevik paradigmalarını bir arada kullanmanın bir diğer yolu da stratejik stok olarak adlandırılan DP yaklaşımıdır. Burada amaç, stoku modüler veya genel formda tutmak ve müşteri siparişi geldiğinde üretimi gerçekleştirmektir (Christopher ve Towill, 2001, s.240). Bu hibrit yapı, erteleme yaklaşımı üzerine kurulmuştur. Erteleme, müşteri siparişi gelene kadar montajı (ATO - siparişe göre montaj) veya üretimi (MTO - siparişe göre üretim) veya tasarımı (DTO - siparişe göre tasarım) vb. ötelemektir. Bu durum, sipariş geldikten sonra tüm süreçlerin çevik prensipleri ile yönetilmesini, sipariş gelene kadar ise süreçlerin yalın düşünce ile ele alınmasını ifade etmektedir. Yalın, çevik ve hibrit tedarik zincirleri Şekil 2.6 ile gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Yalın (a), Çevik (b) ve Hibrit (c) Tedarik Zincirleri

Kaynak: Mason-Jones vd., 2000a, s.55

Towill ve Christopher (2002) yalın ve çevik stratejilerin birlikte kullanıldığı bu üç yöntemi, bir zaman-mekan matrisi (Şekil 2.7) ile göstermişlerdir. Bu matrisin üst solunda görüldüğü gibi, paralel olarak farklı tedarik zinciri stratejileri kullanılabilir. Bu noktada ürün miktarlarına göre Pareto dağılımı ile bir farklılaştırma elde edilebilmektedir. Yüksek miktarlı ürün üreten hatlarda tahmin edilebilirlik daha kolay olduğundan en düşük maliyetle en etkin süreçler için yalın strateji kullanılabilir. Yavaş hareket eden, tahmin etmesi daha zor ürünleri üreten hatlar için ise çevik strateji tercih edilebilmektedir. İdeal olanı, bu iki tedarik zincirinin yalın fabrika ve çevik fabrika gibi ayrı tanımlanmasıdır. Matrisin sağ alt köşesinde ise, farklı zamanlarda, aynı yerde farklı stratejilerin kullanılabilmesi anlatılmıştır. Baz talep, belirlilik içinde minimum risk ile üretilmektedir. Bu talebin üstüne gelen talebi (dalgalı talep) üretmek için ilave kapasiteye ihtiyaç duyulabilmekte ve bu ihtiyaç dış kaynaklardan veya zincirde bulunan ortaklardan temin edilebilmektedir. Bu matrisin sağ üst köşesindeki koşullarda ise erteleme kullanıldığı DP uygun düşmektedir (Towill ve Christopher, 2002, s.303).

Farklı MEKAN	Pareto dağılımı	DP
	Uygun değil	Baz talep - Dalgalı talep
Aynı	Aynı	Farklı
	ZAMAN	

Şekil 2.7. Zaman - Mekan Matrisi

Kaynak: Towill ve Christopher, 2002, s.303

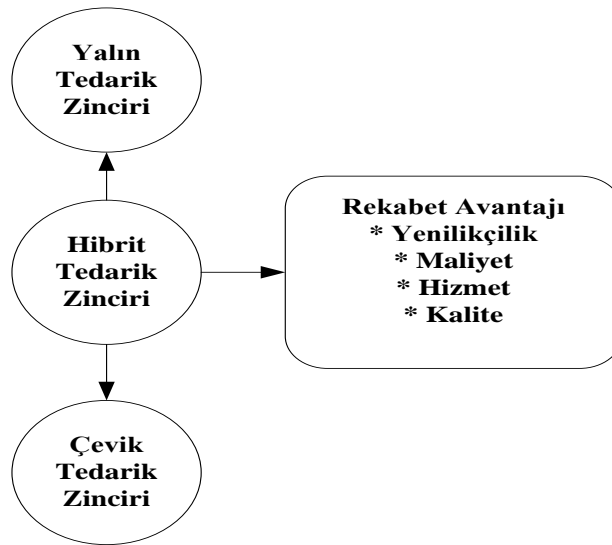
Bu yaklaşımlar, birbirinden farklı değil tam tersine birbirini tamamlayıcıdır ve farklı koşullara göre farklı ihtiyaçlara cevap vermektedir. Bu yaklaşımlar için uygun pazar koşullarının ve iş ortamlarının nasıl olacağı Tablo 2.8'de gösterilmiştir. Bu tedarik zincirine hibrit (leagile) denmesinin nedenleri, hibrit stratejide yalın malzeme akışının, çevik malzeme akışının önünde olması ve çevik stratejinin başarılı bir biçimde gerçekleştirilmesinin yalın stratejinin iyi anlaşılıp uygulanmasına bağlı olmasıdır (Mason-Jones vd., 2000b, s.4066). Hibrit tedarik zinciri stratejisinin kullanılmasıyla işletmelerde bir yandan maliyetlerinin düşmesi beklenirken diğer yandan işletmelerin, müşteri taleplerine hızlı cevap vermesi ve esnek olmaları beklenmektedir.

Tablo 2.8. Farklı Hibrit Tedarik Zinciri Yaklaşımları

Yaklaşım	Uygun pazar koşulları ve iş ortamı
Pareto (80:20): Çok yüksek miktarda ürün üreten hatlar için yalın yöntemi, yavaş akanlar için ise çevik yöntemleri kullanır.	Talebin çeşit ile orantılı olmadığı yüksek ürün çeşitliliği olduğu durumlar.
Baz/dalgali talep ayrımı: Talebin tahmin edilebildiği durumlarda yalın prensipleri, daha az tahmin edilebilir taleplerde ise çevik prensipleri kullanır.	Geçmiş tecrübelerden yararlanılarak baz taleplerin öngörülebildiği, yerel üretimin ve küçük partili üretimin yapıldığı durumlar.
DP: Bu noktanın üstünde kalan kısımda yalın stratejiyi, altında kalan kısımda ise çevik stratejiyi kullanır.	Modüler üretimin yapıldığı ve ara stokun tutulabildiği, son montajın veya dağıtımın ertelenebildiği durumlar.

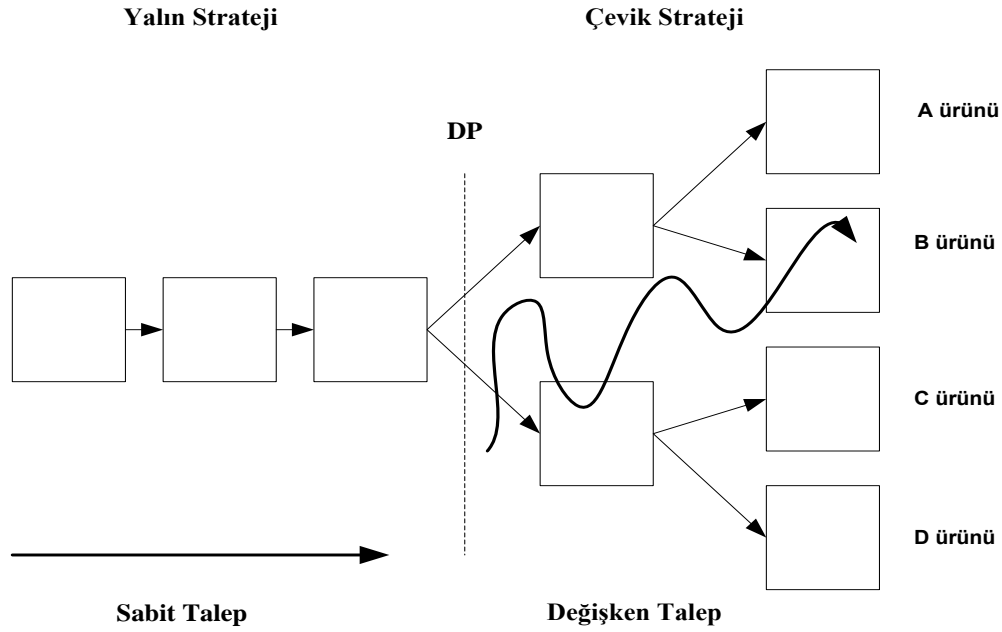
Kaynak: Christopher ve Towill, 2001, s.242

Şekil 2.8'de gösterildiği gibi işletmeler bu stratejinin kullanılmasıyla yenilikçilik, maliyet, hizmet ve kalite açısından bir rekabet avantajı sağlamaktadır.

**Şekil 2.8. Hibrit Tedarik Zincirinin Rekabet Avantajı**

Kaynak: Ambe ve Badenhorst-Weiss, 2010, s.2115

Hibrit tedarik zincirlerinin birçok avantajı bulunmaktadır. Öncelikle, ürünlere ince ayarlar vererek müşterilerin özel isteklerini yerine getirme imkanı sunmaktadır. İkinci olarak, ürünün genel formda tutulmasıyla stok miktarı düşürülmektedir. Böylece hem stok taşıma maliyeti hem de stokun eskime veya bozulma kaynaklı maliyetleri iyileştirilmektedir. Üçüncü olarak, genel stokun tutulmasından dolayı esneklik seviyesi yüksektir. Dördüncü olarak ise, bitmiş olmasındansa ürünün genel formunda durması, talebin daha kolay tahmin edilmesine olanak sunmaktadır ve ürünlerin kişiselleştirilmesi yeteneği ile daha yüksek düzeyde ürün çeşitliliği daha düşük maliyetle gerçekleştirilebilmektedir. Böylece kitlesel kişiselleştirilme sağlanabilmektedir (Hilletoft, 2009, s.22). Verimliliğin iyileşmesi, maliyetlerin düşmesi, esnekliğin artması ve teslim sürelerinin iyileştirilmesi dolayısıyla müşteri memnuniyetinin artması bu stratejinin kazanımları olarak özetlenebilir (Mistry, 2005, s.195).



Şekil 2.9. Hibrit Tedarik Zincirinde Yalın ve Çevik Stratejiler

Kaynak: Prince ve Kay, 2003, s.310

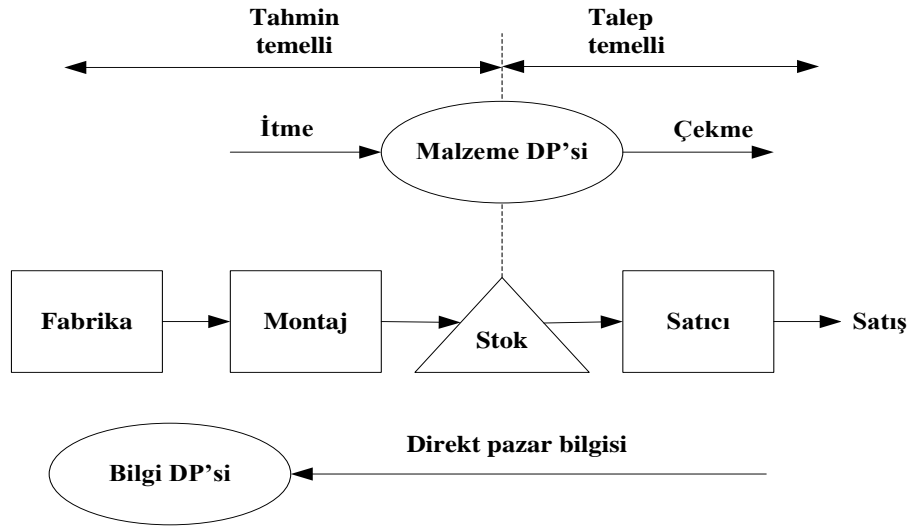
Bu tez çalışmasında, Christopher ve Towill'in (2001) hibrit tedarik zinciri stratejisi için geliştirmiş oldukları bu üç yöntemden biri olan Şekil 2.9'da gösterilen DP yaklaşımı, uzmanlarla yapılan görüşmeler neticesinde uygulamanın yapıldığı işletme için uygun bir yöntem olarak belirlenmiş olup çalışmanın devamında detaylı olarak bu yaklaşıma yer verilmiştir.

2.4.1. Sipariş Eşleştirme Noktası (DP)

Rekabetin yoğun olduğu günümüzde işletmeler, başarılı bir biçimde varlıklarını sürdürmek ve daha ileri gidebilmek için pazarın gereksinimlerine göre kendilerini değiştirmeli ve bu değişimlere uyum göstermelidirler. İşte bu pazar gereksinimleri, bir tedarik zincirinin DP noktasında dönüştürülmektedir. DP, değer zincirinde bir ürünün belirli bir müşteri siparişine bağlandığı, ürün özelliklerinin dondurulduğu ve de en önemlisi stokun tutulduğu son noktadır (Olhager, 2010, s.863). Siparişin nüfuz ettiği nokta (order penetration point) olarak da adlandırılan DP, ürün akışı içinde var olan ve tahminlerle yürütülen üretim ile müşteri siparişleriyle yürütülen üretimin birbirinden ayrıldığı noktadır (Wikner ve Rudberg, 2005, s.625).

Bir tedarik zincirinde satış noktasından tedarikçiye ve hammaddeden son kullanıcıya doğru olmak üzere iki ayrı DP bulunmaktadır (Mason-Jones ve Towill, 1999, s.15; Christopher ve Towill, 2000, s.210). Birincisi, tedarik zincirinde müşteriye olabildiğince yakın noktada olan

malzeme DP'sidir. Bu noktada stok genel formda tutulmaktadır. Diğer bir DP ise, bilgi DP'si olup tedarik zincirinin olabildiğince başında yer almaktadır. Bu iki DP'nin iyi yönetilmesiyle bir tedarik zincirinde oluşabilecek kırbaç etkisi azaltılabilmekte veya yok edilebilmektedir (Qi vd., 2007, s.4904). Şekil 2.10'da bir tedarik zincirinde yer alan iki DP gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Hibrit Tedarik Zincirinde DP'nin Yeri

Kaynak: Mason-Jones ve Towill, 1999, s.19

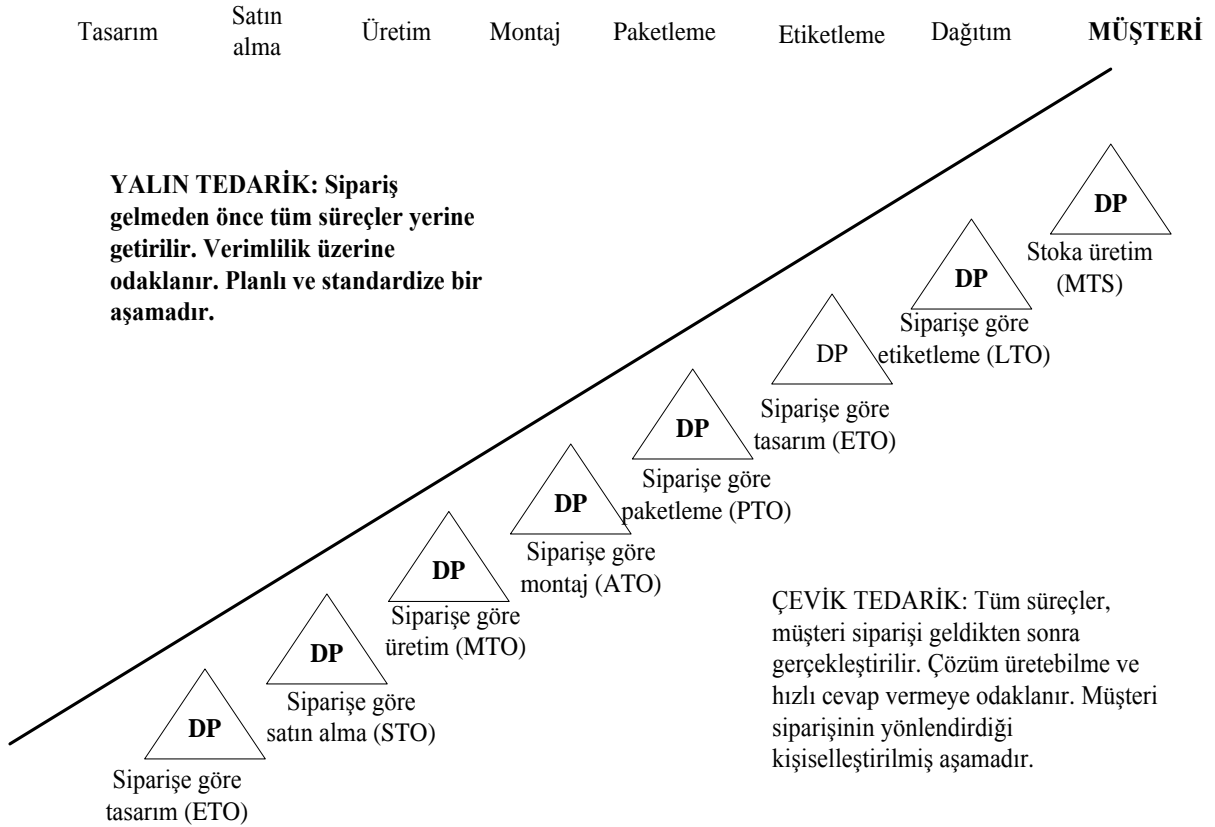
Bilgi DP'si, bilgi akışında pazar sipariş bilgilerinin herhangi bir düzeltme ve değiştirme yapılmaksızın nüfuz ettiği, gerçek sipariş bilgisi ile tahmin edilen talep bilgisinin kesiştiği ve dolayısıyla fiili satış bilgisinin tahmine dönüştürüldüğü noktadır (Mason-Jones ve Towill, 1999, s.17). Bir çok tedarik zincirinde bilgi DP'si çoğunlukla pazardaki satıcıda olduğundan, zincirde son kullanıcıya en yakın oyuncu gerçek talebi bilme lüksüne sahip olmaktadır. Bu noktada ele alınması gereken önemli soru, bu zengin bilgi kaynağının tedarik zincirinin dinamik performansını iyileştirmede nasıl kullanılacağıdır. Bilgi DP'sinin zincir boyunca yukarıya doğru hareketi ile tüm oyuncuların bu pazar satış verilerine ulaşması sağlandığında, bilgilerde çarpıklıklar ve bozulmalar ciddi oranda azalmaktadır. Bilgi DP'sinin zincirde uygun yere konumlandırılmasıyla tüm zincir boyunca bilgiler paylaşılabilir ve dolayısıyla güçlü rekabetçi avantajlar elde edilebilmektedir. Bu aşamada unutulmaması gereken zincir boyunca yer alan oyuncuların rakip veya düşman değil tam tersine aynı amaca hizmet eden oyuncular olduğudur. Klasik tedarik zincirlerinde bilgi DP'si ile malzeme DP'si aynı nokta olup, olabildiğince son kullanıcıya yakın bir yere konumlandırılmaktadır. Böyle bir yerleştirme, bilginin zincir boyunca yukarıya doğru hareketinde birçok değişikliklerle karşılaşmasına sebep olmakta ve sonucunda da büyük bir bilgi kaybı yaşanmaktadır. Bu nedenle malzeme DP'si ne kadar müşteriye yakın bir noktadaysa bilgi DP'si de o kadar tedarikçiye yakın olmalıdır. Böylece zincirde yer alan maksimum sayıda oyuncu, daha iyi tahminleme yapabilmek ve

karar verebilmek için gerçek verileri kullanabilmektedir. Böyle bir yaklaşım, bilginin şeffaf olması, teslimat ve kapasite planlaması için sıklıkla kullanılması ile ilişkili olarak zincirde yer alan tüm oyuncuların aynı bilgiye ulaşmasına imkan tanımaktadır (Mason-Jones ve Towill, 1999, s.16).

Malzeme DP'si, bir işletmenin operasyonel seviyede performansını ve karlılığını arttırmak amacıyla yalın ve çevik uygulamalarının birbirlerini tamamlayacak biçimde bir arada kullanılmasına olanak tanımaktadır (Prince ve Kay, 2003, s.310). Malzeme akışında, ürünün bir müşteri siparişine bağlandığı nokta olan DP'nin konumu, zincir boyunca müşterinin müsaade edebileceği en uzun teslim süresine ve zincirdeki talep sapmalarını göğüsleyebilecek stratejik stoka bağlıdır. Bu noktanın aşağısında (sağında) kalan kısımda, pazarın yönlendirilmesiyle tüm ürünler son kullanıcı tarafından çekilmektedir. Bu noktanın solunda kalan kısımda ise talep tahminleri ile süreçler yürütülmektedir. Kanban yönteminin kullanılabilmesi bu sürece sadece itme sistemi demek yanlış olmaktadır. Her ne kadar stratejik tahminleme yılda bir kez yapılmış olsa da, üretim seviyesine bu tahminler, aylık olarak indirgenmekte ancak üretim, kanban ile haftalık hesaplanmaktadır. Dolayısıyla DP'nin solunda yani yukarısında kalan kısım sadece itme değil, itme planlı-çekme sistemi olarak tanımlanabilmektedir. Bu yaklaşım, talebin sabit ve öngörülebilir olduğu durumlar için geçerli olmaktadır. Şekil 2.11'de hibrit tedarik zinciri boyunca farklı malzeme DP'leri gösterilmiştir. DP'lerden çok kullanılanları kısaca aşağıda tanımlanmıştır (Naylor vd., 1999, s.113):

Siparişe göre satın alma: Tüm ürünlerin özgün olduğu, farklı hammaddelerin kullanıldığı, müşterinin uzun teslim sürelerini kabul ettiği ve talebin gerçekten çok değişken olduğu durumlarda uygun olmaktadır. Tedarik zincirinde stok tutulması, malzemelerin eskimesi veya bozulması riskine neden olabilmektedir. Bir ürünün pazarda tutunamaması halinde, bu tedarik zinciri stratejisi aşırı stok tutma maliyetlerini taşımamaktadır.

Siparişe göre üretim: Aynı hammaddelerden yapılmaları durumunda farklı ürünleri üretebilme yeteneğine sahiptir. Ayrıca, farklı konum, miktar ve ürün karışımları ile de başa çıkabilmektedir. Teslim süresi daha düşüktür ancak yine de müşterinin istediği ürünü bekleme süresini kabul etmesi söz konusudur. Farklı kombinasyonlar ve kişiselleştirilmesi istenen fonksiyonel ürünün miktarı açısından ürün talebi değişken olabilmektedir. Bu strateji, hammadde ve bileşen stoku taşımaktadır.



Şekil 2.11. Hibrit Tedarik Zincirlerinde Farklı Malzeme DP'leri

Kaynak: Hilletoth, 2009, s.22

Siparişe göre montaj: Bu tip tedarik zinciri stratejisinde DP son kullanıcıya doğru kaymış olup kişiselleştirilme mümkün olduğunca ertelenmiştir. Bu strateji ile kişiselleştirilme olsun veya olmasın, farklı ürünlere ait çeşitli ürün karmalarını üretebilmek mümkün olabilmektedir. Siparişin teslim süreleri daha kısadır. Bu stratejide bir miktar stokta olmama veya stokta fazla bulunma riski olsa da ürünler nihai ürün haline gelmedikleri için stok maliyetleri ve stok değerleri yüksek olmamaktadır. Bu stratejide ürünlerin eskime riskleri yoktur. Bir hibrit tedarik zincirinde en uygun strateji "siparişe göre montaj" stratejisidir (Rahimnia ve Moghadasian, 2010, s.81).

Stoka üretim: Hangi müşteri için üretildiğinin önemli olmadığı, sabit talepli fonksiyonel ürünlerin üretiminde yaygın kullanılmaktadır. Bu tedarik zincirinde üretim, talep tahminlerine göre yapılmaktadır. Stokta olmama veya aşırı stok risklerinden kaçınmak için talep tahminlerinin doğru yapılması çok önemlidir.

Bir tedarik zincirinde DP'nin her iki yanında kalan kısımların farklı açılardan karşılaştırması Tablo 2.9 ile gösterilmiştir.

Tablo 2.9. DP'nin Her İki Yanında Kalan Kısımların Karşılaştırılması

	DP'nin yukarısı (solu)	DP'nin aşağısı (sağı)
Ürün tipi	Fonksiyonel bileşenler, yüksek miktarlar, tahmin edilebilir talep	Kişiselleştirilmiş, tahmin edilemeyen talep
Ürün çeşitliliği	Önceden belli, dar	Geniş
Talep	Yüksek miktarlı, öngörülebilir	Düşük miktar, değişken
Pazar kazandırıcı	Fiyat	Tasarım, esneklik, teslim hızı
Pazar koruyucu	Tasarım, kalite, zamanında teslimat	Fiyat, kalite, zamanında teslimat
Proses	Montaj hattı tipi, yüksek parti büyüklüğü	Atölye tipi, küçük parti büyüklüğü
Kapasite	Gecikmeli/izleyen	Öncü
Tesisler	Ürün odaklı	Süreç odaklı
Kalite	Proses kalite odaklı	Ürün kalite odaklı
Organizasyon	Merkezi	Merkezi olmayan
Tedarik zinciri	Etkin, yüksek kapasite kullanımı, düşük maliyetli, maliyet ve süre temelli tedarikçi seçimi	Pazara hızlı çözüm üreten, tampon kapasiteli
Plan ve kontrol	Stoka üretim, Kanban	Siparişe göre üretim, müşteri siparişleri
Strat. ağ planlama	Yalın prensipler temelli	Çevik prensipler temelli
Ana plan	Stoka üretim ve DP stokunu bittikçe tamamlama	Siparişe göre üretim ve kapasiteye göre siparişlerin teslimlerini planlama
Talep planlama	DP stokunu tahminleme	Müşteri sipariş yönetimi, ürün kişiselleştirme
Talepleri gerçekleştirme	Karşılabilen miktar stokun kullanılabilirliği temelli	Karşılabilen miktar teslim süresi anlaşmaları, malzeme ve kapasite kullanılabilirliği temelli
Dağıtım planlama	En önemli stok yeri DP	Stok yok, müşteri siparişi ile üretim
Üretim prog.	Kanban	Zaman temelli (kapasiteye göre MRP)
Satın alma	Kanban	Zaman temelli yaklaşımlar (MRP)
Performans	Maliyet, verimlilik	Esneklik, teslim süreleri

Kaynak: Olhager, 2003, s.324; Olhager, 2010, s.865

2.5. Ürün ve Tedarik Zinciri Stratejisi İlişkisi

Byrnes, 2005 yılında yaptığı çalışmasında, tüm ürünleri için tek tip tedarik zinciri stratejisini kullanan telekomünikasyon ekipmanları üreten işletmeyi incelemiş ve işletmenin her ürünü için aynı süreçleri çalıştırdığını, ürünleri fabrikasında ürettikten sonra ülkenin birçok yerinde bulunan dağıtım merkezlerine genellikle kamyon dolusu sevkiyat ile gönderdiğini tespit etmiştir. İşletmenin 30.000 \$'lık baskılı devre kartlarını (Printed Circuit Board - PCB) bile diğer ürünlerle yan yana koyup fabrikadan dağıtım merkezlerine gönderdiğini hatta bu kadar değerli ürünleri sırf kamyon dolmadı diye beklettiğini görmüştür. Tüm gözlemlerinin sonunda, PCB üretim hattının sonunda bir kişinin ürünler hazır olduktan hemen sonra, ürünleri bekletmeden FedEx ile direkt müşteriye göndermesini önermiştir. Bu sayede işletmenin stok maliyetlerinde ve yüksek taşıma maliyetlerinde bir kazancının olacağını altını çizmiştir. Yazara göre mevcut tedarik zinciri stratejisi, daha yüksek

miktarlarda üretilen, daha düşük değere sahip kablo gibi ürünler için tasarlanmıştır. Ancak işletme, daha pahalı kompakt elektronik şalter bileşenleri üretmeye başladığında, bu ürünler için de mevcut stratejiyi kullanmaya devam etmiştir. Byrnes (2005) ele aldığı işletmede birincisi hacimli ve daha ucuz olan fonksiyonel (standart) ürünler için, ikincisi ise küçük, pahalı elektronik ürünleri için olmak üzere iki tip tedarik zinciri stratejisine ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır. Bir diğer örnek olarak ise, iç giyim gibi ana ürünler, yün pantolon gibi mevsimsel ürünler ve şık bluz gibi moda ürünler üreten büyük bir giyim firmasını incelemiştir. İncelemesinin sonucunda her bir ürün tipinin farklı tedarik zinciri stratejisine ihtiyaç duyduğunu gözlemlemiştir (Byrnes, 2005, s.2).

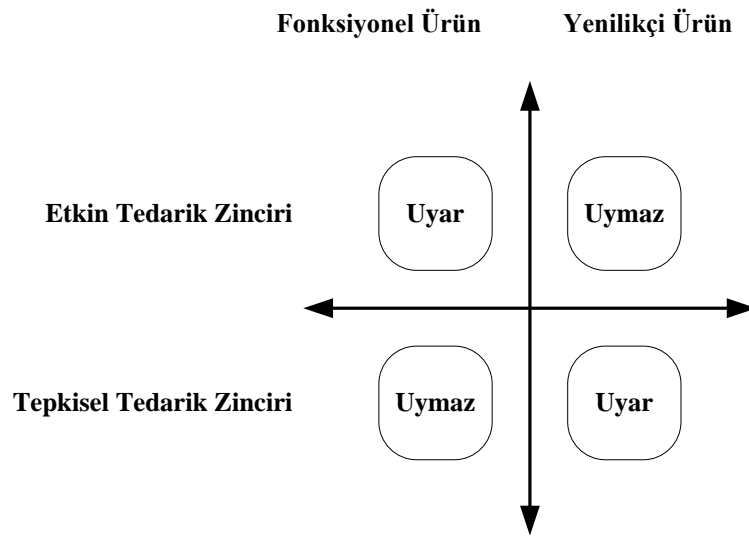
Yukarıda örneklerle de vurgulanmak istenilen rekabetin çok ağır gerçekleştiği ve pazarın çok hızlı değiştiği günümüzde işletmelerin her bir ürüne ve/veya ürün ailelerine en uygun tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirmek zorunda olmalarıdır. Artık işletmelerin değil tedarik zincirlerinin rekabet ettiği günümüzde, işletmelerin ürünlerini doğru tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirmeleri, ürün geliştirme sürelerinin, üretim maliyetlerinin ve teslim sürelerinin azaltılması üzerinde kuşkusuz çok olumlu etkiler yaratmaktadır (Childerhouse vd., 2002, s.675). Günümüz iş dünyasında işletmeler rekabet güçlerini korumak ve hatta daha da iyi hale getirebilmek için kendi stratejilerine uygun olarak ürünlerini, üretim süreçlerini ve pazar fırsatlarını dikkatle incelemek suretiyle birden çok tedarik zinciri stratejisi seçebilmektedirler. Her biri farklı operasyonlara, süreçlere ve yeteneklere ihtiyaç duyan bu stratejiler, ürünün ömür çevrimindeki konumuna göre de zaman içinde değişebilmektedir (Christopher ve Towill, 2002, s.9).

2.5.1. Ürün ve Tedarik Zinciri Stratejisi Eşleştirmesi Yazın Taraması

İşletmelerin rekabetçi olabilmeleri ve rekabet edebilirliklerini sürdürebilmeleri için ürüne ve ürünün özelliklerine göre tedarik zinciri stratejileri eşleştirilmesi çalışmalarının temelini oluşturan Fisher (1997), tedarik zinciri stratejilerini belirlemek için ürün talep yapısı üzerine yoğunlaşmış, farklı ürün tipleri için farklı tedarik zinciri stratejileri gerektiğini incelemiş, ürünleri fonksiyonel veya yenilikçi ürün olmak üzere ikiye ayırmış ve farklı ürün/tedarik zinciri eşleştirmelerini, farklı sipariş kazandırıcı (order winner - OW) ve farklı sipariş niteleyici (order qualifier - OQ) kriterleri açısından ele almıştır.

Fisher'in (1997) tedarik zincirlerini ürün özellikleri ile eşleştirdiği matris Şekil 2.12 ile gösterilmiştir. Fisher (1997), her bir ürün tipinin farklı bir tedarik zinciri stratejine gerek duyduğunu vurgulamış ve başarısız tedarik zinciri yönetimlerinin birçoğunun temelinde, yanlış ürün-tedarik zinciri strateji eşleştirmesi olduğunu söylemiştir. Fisher çalışmasında,

doğru tedarik zinciri stratejisi eşleştirmesi için işletmelerin ürünlerini iyi tanımlaması gerektiğini ve yöneticilerin işletmelerinin tedarik zinciri stratejisinin ne olması gerektiğine karar vermesi gerektiğini vurgulamıştır. Fonksiyonel ürünler ile etkin tedarik zinciri (efficient), yenilikçi ürünler ile ise tepkisel (responsive) tedarik zinciri stratejisini eşleştiren Fisher (1997), yöneticilerin elde ettikleri ideal tedarik zinciri eşleştirme matrisi ile ürünlerinin doğru tedarik zinciri stratejileri ile eşleşip eşleşmediklerini kontrol etmeleri gerektiğinin altını çizmiştir.



Şekil 2.12. Ürün-Tedarik Zinciri Matrisi

Kaynak: Fisher, 1997, s.109

Literatürde birçok yazar, Fisher'in (1997) modelini tartışmış, test etmiş ve bu modeli geliştirmişlerdir (Lamming vd., 2000; Li ve O'Brien, 2001; Wong vd., 2006; Vonderembse vd., 2006; Selldin ve Olhager, 2007; Lo ve Power, 2010).

Fisher'in ardından birçok araştırmacı ürünlerin farklı tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmesi konusunda çalışmalar yayımlamışlardır. Lee (2002), bir ürünün doğru tedarik zinciri ile eşleştirilmesinde "belirsizlik" özelliğinin ihmal edilmemesi gerektiğinin altını çizmiş ve hem talep hem de tedarik ayağında yaşanabilecek belirsizliklerin bu kararı etkileyebileceğini belirtmiştir. Ürünün talebinin tahmin edilebilirliği ile ilişkili olan talep belirsizliğinin, tedarik zinciri stratejisi seçimi üzerinde etkisinin olduğunu belirten yazar, doğru tedarik zinciri stratejisi seçiminde en az talep belirsizliği kadar tedarik belirsizliğinin de önemli olduğunu ifade etmiştir. Lee (2002), düşük talep ve tedarik belirsizliğine sahip fonksiyonel ürünleri, etkin tedarik zincirleri ile eşleştirmiştir. Aslında yazar, bu ifadeyi kullanmamış olsa da burada bahsedilen tedarik zinciri stratejisi, yalın tedarik zinciri

stratejisidir. Bu konu ile ilişkili bir ek bilgi de, Fisher'in (1997) modelinde yer alan etkin ve tepkisel tedarik zincirlerinin, zamanla bir çok araştırmacı tarafından sırasıyla yalın ve çevik strateji olarak tanımlandığıdır (Mason-Jones vd., 2000a; Christopher ve Towill, 2001; Stratton ve Warburton, 2003). Lee (2002), yüksek talep ve düşük tedarik belirsizliğine sahip yenilikçi ürünleri duyarlı-tepkisel tedarik zinciri ile eşleştirmiş olup bu tedarik zinciri ile, müşterinin farklı ve çok çeşitli isteklerine karşı hızlı tepki verilebileceğini ve esnek olunacağını belirtmiştir. Talep ve tedarik belirsizliklerinin yüksek olduğu yenilikçi ürünler ile çevik tedarik zincirini ve son olarak düşük talep ve yüksek tedarik belirsizliğine sahip fonksiyonel ürünler ile de riskten kaçınan tedarik zinciri stratejini eşleştirmiştir (Lee, 2002, s.116).

Huang vd. (2002), fonksiyonel, yenilikçi ve hibrit ürünler için tedarik zinciri stratejisi eşleştirmeye odaklanmışlardır. Genellikle standart olarak adlandırılan fonksiyonel ürünleri, sabit talepli ve talepleri doğru bir biçimde tahmin edilebilir olarak tanımlamışlar ve bu ürünleri yalın tedarik zinciri ile eşleştirmişlerdir. Yeni pazarları yakalama veya değişen müşteri isteklerini yerine getirme amaçlı geliştirilmiş, talepleri kesin olmayan, tasarımlarının istikrarlı olmadığı ve ürün ömür döngüsünde giriş veya büyüme aşamasında olan yenilikçi ürünleri ise çevik tedarik zinciri ile eşleştirmişlerdir. Hibrit ürünleri ise ya fonksiyonel bileşenlerin farklı kombinasyonları ya da fonksiyonel ve yenilikçi bileşenlerin bir arada kullanılması olarak tanımlamışlar ve bu tip ürünleri hibrit tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirmişlerdir.

Childerhouse vd. (2002), çalışmalarında aydınlatma sektöründeki bir işletmenin ürünlerinin, yapılarına uygun farklı tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmesini incelemişler ve iki aşamalı modellerinin birinci aşamasında ürün miktarı kriterini kullanarak ürünleri iki gruba sınıflandırmışlardır. Bu iki grup farklı iki strateji ile eşleştirilmiş olup bu aşamanın sonucunda, siparişin tamamlanma süresi düşmüş, maliyetler azalmış, satış miktarları artmış ve ürünün pazara giriş süresi iyileşmiştir. İkinci aşamada ise ürünün kullanım süresi, yıllık miktar ve ürün çeşitliliği kriterlerini kullanarak dört ayrı grup elde etmişler ve bu ürün gruplarının her birini farklı stratejilerle eşleştirmişler ve sonucunda da maliyetlerin ve siparişlerin tamamlanma sürelerinin iyileştiğini ve işletmenin rekabet gücünün arttığını gözlemlemişlerdir.

Cigolini vd. (2004) çalışmalarında Fisher'in (1997) modelini geliştirmişler, değişken giderlerin sabit giderlere oranı, üretim esnekliği, talep esnekliğinin fiyata etkisi ve temel rekabet gücü kriterlerini kullanarak etkin, hızlı ve yalın tedarik zinciri stratejileri ile ürünleri eşleştirmişlerdir. Etkin tedarik zincirini yüksek miktarda satılan fonksiyonel ürünlerle eşleştirmeyi uygun bulmuşlardır. Fisher'in (1997) tepkisel tedarik zinciri strateji ile eş anlamlı

olan hızlı (quick) tedarik zinciri stratejisini ise taleplerini tahmin etmenin çok zor olduğu ürünler için kullanmışlardır. Son olarak ise sadece ürün fiyatı veya yenilikçiliğe değil de, ürün fiyatı, kalite, özgünlük ve müşteri memnuniyeti gibi konulara eşzamanlı olarak eğilen, ara özelliklere sahip araba, beyaz eşya gibi ürünlerle de yalın tedarik zinciri stratejisini eşleştirmişlerdir.

Christopher vd. (2006), tedarik zinciri stratejisi seçimi için üç boyutlu bir sınıflandırma modeli üzerinde çalışmışlardır. Her bir ürünün talep ve tedarik koşullarının birleşimine göre kapsamlı dört ayrı tedarik zinciri stratejisi geliştirmişlerdir. Modellerinde ürün (fonksiyonel veya özel), talep (sabit veya değişken), yerine koyma süresi (kısa veya uzun) boyutlarını kullanan yazarlar, fonksiyonel ürünle talebi sabit, uzun teslim süresi olan, ürünün kişiselleştirmesinin hiç olmadığı veya çok az olduğu ürünü; özel ürünle ise, çok değişken talebi olan, düşük hacimli ürün veya siparişi tamamlama süresi kısa olan veya yüksek oranda kişiselleştirilmiş olan ürünü tanımlamışlardır. Fonksiyonel ürünlerin taleplerinin daha kolay tahmin edilebileceği varsayımıyla yazarlar, çalışmalarının devamında sadece tahmin edilebilirlik ve yerine koyma süresi boyutlarını kullanmayı tercih etmişlerdir. Teslim süresi kısa olan ve talebi tahmin edilebilen ürünler için, sürekli eksilen ürünün yerine konulduğu yalın strateji, yine teslim süresi kısa olan ancak talebi tahmin edilemeyen ürünler için çevik strateji, teslim süresi uzun olan ve talebi tahmin edilebilen ürünler için yalın strateji ve son olarak teslim süresi uzun olup talebi tahmin edilemeyen ürünler için ürünün mümkün olduğunca genel formunda tutulduğu ve gerçek sipariş geldiğinde ürünün geri kalan montaj, dağıtım vb. süreçlerinin tamamlandığı hibrit strateji eşleştirmesini önermişlerdir.

Stavrulaki ve Davis (2010) çalışmalarında, Hayes ve Wheelwright'in (1979a,1979b) çalışmalarından etkilenmişler ve ürünler ile dört farklı tedarik zinciri stratejisini eşleştirmişlerdir. Talep belirsizliği, siparişin tamamlanma süresi ve ürün çeşitliliği kriterlerini tedarik zinciri stratejisi seçiminde kullanmışlar ve ürünleri stoka üretim/yalın tedarik zinciri, siparişe göre tasarım/çevik tedarik zinciri, siparişe göre montaj/hibrit tedarik zinciri ve siparişe göre tasarım stratejileri/hibrit tedarik zinciri ile eşleştirmişlerdir.

Yukarıda detaylı olarak aktarılmış olan çalışmalar ürün sınıflandırmada kullanılan kriterler ve neticesinde eşleştirildikleri stratejiler açısından Tablo 2.10'da özetlenmiştir.

Tablo 2.10. Tedarik Zinciri Stratejisi Eşleştirmesi İçin Ürün Sınıflandırma Kriterleri

Yazarlar	Ürün Sınıflandırma Değişkenleri	Eşleştirilen Tedarik Zinciri
Fisher (1997)	Ürün ömrü, katkı marjı, ürün çeşitliliği, tahminleme hatası, stokta olmama oranı, teslim süresi, sezon sonu fiyat düşürülme oranı	Hızlı çözüm üreten tedarik zinciri, etkin tedarik zinciri
Naylor vd. (1999)	Maliyet, kalite, siparişin tamamlanma süresi, hizmet seviyesi, talebin kararlılığı	Yalın, çevik ve hibrit tedarik zinciri
Lamming vd. (2000)	Ürün inovasyonu, ürünün tek olması, ürünün karmaşıklığı	Yenilikçi-tek ve karmaşık, yenilikçi-tek ve karmaşık değil, fonksiyonel ve karmaşık, Fonksiyonel ve karmaşık değil
Li ve O'Brien (2001)	Talep belirsizliği, değer katan kapasite	Stoka üretim, stoktan üretim, siparişe göre üretim
Lee (2002)	Tedarik belirsizliği (fonksiyonel ve yenilikçi ürünler için), talep belirsizliği (sabit ve gelişen süreçler için)	Etkin tedarik zinciri, riskten kaçınan tedarik zinciri, hızlı çözüm üreten tedarik zinciri, çevik tedarik zinciri
Huang vd. (2002)	Siparişin tamamlanma süresi, yetkilendirilmiş işgücü, teslimat hızı, stokta olmama oranı, tahminleme hatası, yeni ürünün pazara giriş süresi, üretim süresi, kapasite kullanım oranı, kar marjını, ürün çeşitliliği	Yalın tedarik zinciri, çevik tedarik zinciri, hibrit tedarik zinciri
Childerhouse vd. (2002), Aitken vd. (2005)	Ürünün kullanım süresi, talep miktarı, ürün çeşitliliği, teslim süresi, değişkenlik	MRP, Kanban, Paketleme merkezi (erteleme), Tasarla ve üret.
Cigolini vd. (2004)	Değişken maliyet/sabit maliyet, üretim esnekliği, talep esnekliği, pazar kazandırıcı, ürün ömür döngüsü aşaması	Etkin tedarik zinciri, yalın tedarik zinciri, hızlı tedarik zinciri.
Wong vd. (2006)	Talep tahmini belirsizliği, talep değişkenliği, katkı marjını ve teslim süresi	Fiziksel etkin tedarik zinciri, fiziksel tepkisel veren tedarik zinciri, stoka üretim stratejisi ve pazara tepkisel tedarik zinciri
Christopher vd. (2006)	Ürün tipi, talep türü ve ürünü tamamlama süresi	Yalın- sürekli tamamlama tedarik zinciri, çevik- hızlı çözüm üreten tedarik zinciri, yalın- planlama ve gerçekleştirme tedarik zinciri, hibrit- üretim/lojistik erteleme
Stavroulaki ve Davis (2010)	Miktar, talep değişkenliği, ürünün karmaşıklığı, talep belirsizliği, siparişin tamamlanma süresi ve ürün çeşitliliği	Stoka üretim - yalın tedarik zinciri, siparişe göre montaj - hibrit tedarik zinciri, siparişe göre üretim - hibrit tedarik zinciri, siparişe göre tasarım - çevik tedarik zinciri

2.5.2. Ürüne Uygun Tedarik Zinciri Stratejisi Seçimi

Fisher'in (1997) ürün-tedarik zinciri matrisiyle (Şekil 2.12) sadece iki ürün tipi tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilmiş olsa da, gerçekte fonksiyonel ve yenilikçi ürün aralığında çok sayıda ürün bulunmaktadır. Ayrıca bu ürünlerin özellikleri sabit olmamakta ve zaman içinde değişebilmektedir (Aitken vd., 2003, s.131). Tedarik zinciri stratejisi ile ürünün ömür döngüsündeki konumu arasında da bir ilişki Tablo 2.11 ile gösterilmiştir.

Uygun tedarik zinciri stratejisi seçiminde, sipariş kazandırıcı veya asgari düzeyde olması gereken sipariş nitelendirici kriterlerin de göz önüne alınması gerekmektedir. Pazarlama ve

üretim süreçleri arasındaki ilişki ilk olarak Hill (1999) tarafından ortaya atılmıştır. Müşterinin ürünü satın alma kararını vermesine etki eden kritik faktörler veya işletmenin bir siparişi alması için dikkate alması gereken ve olmazsa olmaz kriterler tedarik zinciri stratejisinin belirlenmesinde önemlidir (Hill, 1999, s.33). Ürünün ömür döngüsündeki konumu değiştikçe uygun olan tedarik zinciri stratejisi de değişmekte ve buna bağlı olarak sipariş kazandırıcıları ve sipariş niteleyicileri de değişmektedir. Örneğin, ürünün pazara giriş noktasında sipariş kazandırıcı özelliği tasarım yeteneği iken, büyüme aşamasında hizmet seviyesi, olgunluk; doyum aşamasında fiyat düşüş aşamasında ise hizmet seviyesi olabilmektedir (Aitken vd., 2005, s.87). Hill'e göre, bu iki kriter grubu birbirinden çok farklıdır.

Tablo 2.11. Ürün Tipi ve Ömür Döngüsünün Tedarik Zinciri Stratejileri ile İlişkileri

Ürün ömür döngüsü	Ürün tipi		
	Fonksiyonel	Yenilikçi	Hibrit
Giriş	Yalın tedarik zinciri	Çevik tedarik zinciri	Hibrit tedarik zinciri
Büyüme	Yalın tedarik zinciri	Çevik tedarik zinciri	Hibrit tedarik zinciri
Olgunluk	Yalın tedarik zinciri	Hibrit/Yalın tedarik zinciri	Hibrit tedarik zinciri
Düşüş	Yalın tedarik zinciri	Hibrit/Yalın tedarik zinciri	Hibrit tedarik zinciri

Kaynak: Wang vd., 2004, s.3

İşletmedeki ürünlerin yapılarına uygun bir tanımlama ve sınıflandırma yapıldıktan sonra uygun üretim stratejisi ve akabinde uygun tedarik zinciri stratejisi seçimi gerçekleştirilebilmektedir. Mason-Jones vd., (2000a), bir tedarik zincirinde sipariş kazandırıcı ve niteleyici kavramlarını kullanarak, yalın ve çevik tedarik zinciri stratejisini bir arada incelemişler ve sonucunda yalın stratejiyi kullanan ürünler için farklı, çevik stratejiyi kullanan ürünler için ise farklı sipariş kazandırıcı ve niteleyiciler tanımlamışlardır. Tablo 2.12'de tedarik zinciri stratejilerinin siparişi kazandıran ve siparişi niteleyen kriterleri yer almaktadır.

Tablo 2.12. Tedarik Zinciri Stratejilerine Göre Sipariş Kazandırıcı ve Niteleyiciler

	Sipariş Kazandırıcılar	Sipariş Niteleyiciler
Çevik Tedarik Zinciri	* Kalite * Fiyat * Siparişin teslim edilme süresi	* Ulaşılabilirlik
Yalın Tedarik Zinciri	* Kalite * Siparişin teslim edilme süresi * Ulaşılabilirlik	* Fiyat

Kaynak: Mason-Jones vd., 2000a, s.55

Tablo 2.12'de görüldüğü üzere, çevik tedarik zincirinin ilgi alanında olan moda ürünlerde siparişi kazandıran kriter, ürünün her an ulaşılabilirliği iken, fonksiyonel ürünler için ise hiç kuşkusuz bu kriter, fiyattır. Her iki ürün için, kalite ve siparişin teslim edilme süresi pazarda siparişi almak için gerekli olan kriterlerdir. Bir tedarik zinciri, pazarda siparişi kazandıran

kritik kriterleri mutlaka sağlamalı ve bir pazara girme için gerekli olan minimum standartları ifade eden pazar niteleyicileri kriterlerini de iyi bir biçimde gerçekleştirebilmelidir. Bu iki ürün tipi, farklı pazar baskıları ile karşı karşıya kalabilmekte dolayısıyla da farklı stratejilere ihtiyaç duyabilmektedir.

Ürünlerin özelliklerinin, pazarın gereksinimlerinin ve yönetim zorluklarının iyi anlaşılması, işletmenin optimal performansı sağlaması ve rekabet avantajı kazanabilmesi için gerekli uygun tedarik zinciri stratejisi tasarlamasına yardım etmektedir (Ambe, 2010, s.10). Ancak işletmelerin siparişi kazandıran kriterlerin bir sonraki sene değişebileceğini, bir önceki seneye göre artık önemli olamayacağını veya tam tersinin gerçekleşebileceğini unutmaması gerekmektedir.

Temel ihtiyaçları gidermek için kullanılan fonksiyonel ürünlerin yıllar boyunca fazla değişmeyen, sabit ve öngörülebilir talepleri bulunmaktadır ve bu ürünler, pazarda uzun süre yer almaktadır. Fonksiyonel ürünlerin karlarının düşük olması nedeniyle işletmeler yenilikçi ürünleri de üretmek ihtiyacı hissetmektedirler. Ben & Jerry's, Starbucks gibi işletmeler bu duruma örnek verilebilir (Fisher, 1997, s.106). Fisher'e (1997) göre, yüksek kar marjlarına sahip ve talepleri değişken yenilikçi ürünler, düşük kar marjlı fonksiyonel ürünlerin kullandığı tedarik zinciri stratejisinden farklı bir strateji kullanmalıdırlar. Tablo 2.13'te fonksiyonel ürün ve yenilikçi ürün karşılaştırması yer almaktadır.

Tablo 2.13. Fonksiyonel-Yenilikçi Ürün Karşılaştırılması

	Fonksiyonel Ürün	Yenilikçi Ürün
Ürün ömrü	> 2 yıl	3 ay -1 yıl
Katkı marjı [(Fiyat-değişken maliyet)/fiyat](%)	5-20	20-60
Ürün çeşitliliği	Düşük	Yüksek
Ortalama tahminleme hatası (%)	10	40-100
Ortalama stokta olmama oranı (%)	1-2	10-40
Sezon sonunda fiyatın indirilme oranı (%)	0	10-25
MTO ürünler için teslim süresi	6 -12 ay	1-14 gün

Kaynak: Fisher, 1997, s.107

Fisher (1997) ile başlayan ve yukarıda detaylı olarak incelenmiş olan bir çok çalışmanın genel olarak vurguladığı standart, fonksiyonel ürünlerin yalın tedarik zinciri stratejisi ile, yenilikçi, moda ürünlerin çevik tedarik zinciri ile ve bu ürünlerin dışında kalan ürünlerin ise hibrit tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilmiştir. Öncelikle işletmelerin ürün ve/veya ürün ailelerini kendilerine uygun kriterleri kullanarak belli başlı ürün gruplarını elde etmeleri gerekmektedir. Yapılan bu yerleştirmenin sonrasında, işletme bu ürün ve/veya ürün aileleri için uygun tedarik zinciri stratejisi eşleştirmesini başarılı bir biçimde gerçekleştirebilmektedir.

Ürüne uygun tedarik zinciri stratejisinin seçiminden hemen sonra, seçilen stratejiye uygun olarak DP'nin zincir boyunca ilgili yere konumlandırılması gerekmektedir. Stoka üretim yapılan ve müşteri isteklerinin üretim süreçlerini etkilemediği yalın stratejilerde DP, son iş istasyonu, müşteri taleplerinin üretim süreçlerine etkisinin olduğu siparişe göre üretimin gerçekleştiği çevik stratejilerde ise DP, ilk iş istasyonudur (Rafiei ve Rabbani, 2011, s.555). Hibrit tedarik zincirlerinde ise DP'nin konumunu belirleyen bir çok kriter bulunmaktadır. Çalışmanın devamında bu kriterlere yer verilmiştir.

2.5.3. DP'nin Yerinin Belirlenmesinde Etkili Olan Kriterler

Küresel rekabetin artması ve buna bağlı olarak ürün ömür çevrimlerinin kısalması, işletmeleri, stoka üretim ve siparişe göre üretim politikaları arasındaki geçişleri daha hızlı ve stratejik düzeyde yapmaya zorlamaktadır. Bu nedenle üretim maliyetini, stok maliyetini, siparişe tepki verme süresini, kişiselleştirmeyi, satışları ve tedarik zincirinin karlılığını etkileyen sipariş eşleştirme noktasının (DP) zincir boyunca nereye konumlandırılacağı ve yerinin hangi faktörlerin etkisiyle nasıl değişeceği çok önemlidir (Olhager, 2003, s.319; Wu vd., 2008, s.47). Bir zincir boyunca DP'nin yerinin belirlenmesi ile verimlilik ve esneklik arasındaki optimal denge korunmaktadır. Bu noktanın zincir boyunca sağa yani aşağıya doğru yerleştirilmesiyle operasyonlarda verimlilik ön planda tutulmakta ve dolayısıyla fiyat ve/veya maliyet en önemli rekabet unsuru olmaktadır. Tam tersine DP'nin zincirde sola doğru konumlandırılması ile işletme yüksek esnekliğe ve dolayısıyla müşterinin istediği özel gereksinimlere olanak tanımaktadır (Rudberg ve Wikner, 2004, s.446).

Naylor vd. (1999), DP'yi sürekli değişen ve dalgalanan müşteri siparişleri ve/veya değişen ürün çeşitliliği ile düzgün üretim çıktısı elde etmek için tutulan stratejik stok olarak ifade etmişlerdir. Hibrit tedarik zinciri stratejilerinde kritik konu, bu noktanın nereye ve ne zaman konumlandırılacağıdır (Naylor vd. 1999, s.108; Christiansen vd., 2007, s.85). DP'nin yerinin belirlenmesi aslında erteleme konusu ile yakından ilişkilidir. DP'yi erteleyerek işletmelerde uzun dönemli stokta ürün bulunmaması riski azaltılmakta ve ihtiyaç olmadığı halde gereksiz stok taşımadan kaçınılmaktadır (Naylor vd. 1999, s.108).

Talep volatilitesi, P/D oranı ve ürün tipi, bir tedarik zincirinin sadece yalın veya sadece çevik strateji olup olmadığını dolayısıyla DP'nin stoka üretim veya siparişe göre üretim olduğunu belirlemek için kullanılabilir. Talep volatilitesi, talebin güvenilirliğinin ne kadar uzun olduğunu tanımlamaktadır. Yüksek talep volatilitesi, ürünün talep tahminlerini geçmiş verilerden daha çok pazar ve gerçek talep temelli gerçekleştirerek DP'yi aşağıya yani müşteriye doğru hareket ettirilmesini sağlamaktadır. P/D oranı, üretim süresinin teslim

süresine oranı olup bu oranın 1'den büyük olması ürünlerin stoka üretilmesine dolayısıyla DP'nin tedarikçiye yakın bir noktada konumlandırılmasına neden olmaktadır. P/D oranı 1'den küçük olduğunda ise siparişe göre üretim stratejisi uygun olmaktadır. (Rafiei ve Rabbani, 2011, s.554). $P/D \gg 1$ ise stoka üretim, $P/D > 1$ ise siparişe göre montaj, $P/D \approx 1$ ise siparişe göre üretim ve $P/D < 1$ ise siparişe göre tasarım stratejileri tercih edilmektedir (Wikner ve Rudberg, 2005, s.626).

Herhangi bir kişiselleştirme ihtiyacı duyulmayan fonksiyonel ürünlerin stoka üretilmesi yani DP'nin zincir boyunca aşağıya doğru pozisyon alması beklenmektedir (Rafiei ve Rabbani, 2011, s.554). DP'nin en sola kaydırılması, stratejinin ETO olmasına ve pazarda o ürünlerin siparişi kazanabilmeleri için teslimat hızı ve esneklik kriterlerinin ön planda olmasına sebebiyet vermektedir. Diğer bir taraftan DP'nin en sağa kaydırılması ise, ilgili ürünü fiyatın baskın özellik olduğu MTS stratejisine yönlendirmektedir. DP'yi uygun konumlandırma sonucunda bu noktanın öncesinde ve sonrasında koşullara uygun iki ayrı stratejinin geliştirilmesi gerekmektedir (Olhager, 2003, s.328).

Zincir boyunca DP'nin nereye konumlandırılacağına belirlenmesi için kullanılan kriterler pazar, ürün ve proses başlıkları altında gruplandırılmış ve Tablo 2.14 ile gösterilmiştir. Örneğin teslim süresinin daha kısa olmasının istenmesi, DP'yi müşteriye doğru zincir boyunca aşağıya yani sağa kaydırmaktadır. Ürünün eskime riskinin çok büyük olması ise, DP'ni tedarikçiye doğru zincir boyunca yukarıya yani sola doğru hareket ettirmektedir (Van Donk, 2000, s.741; Rafiei ve Rabbani, 2011, s.556).

Tablo 2.14. DP Konumunu Etkileyen Kriterler

Pazarla ilişkili	Ürünle ilişkili	Prosesle ilişkili
Teslimat güvenilirliği	Stok maliyeti	Üretim süresi
Teslim süresi	Geciken sipariş maliyeti	Süreç esnekliği
Talebin tahmin edilebilirliği	Eskime riski	İnsan kaynakları esnekliği
Sipariş büyüklüğü	Modüler ürün tasarımı	Planlama noktası sayısı
Sipariş sıklığı	Ürün yapısı	Darboğaz noktasının konumu
Ürün çeşitliliği	Kişiselleştirme fırsatları	Ekipman esnekliği
Mevsimsel talep	Ürün maliyeti	
Ürünün kişiselleştirilme ihtiyacı	Ürün kalitesi	
Tedarikçi bağlılığı		
Fiyatlandırma politikaları		

Kaynak: Van Donk, 2000, s.742; Van Donk, 2001, s.299; Olhager, 2003, s.321; Rafiei ve Rabbani, 2011, s.556; Zaerpour vd., 2009, s.1041; Hemmati ve Rabbani, 2010, s.806

Pazarla İlişkili Kriterler: DP'nin konumu ile ilişkilendirilen ana rekabet önceliği, teslimat hızıdır. Eğer bir işletme teslimat hızını pazarda rekabet gücü olarak kullanıyorsa, DP'yi

rakiplerine göre bitmiş ürün stokunun daha yakınına yerleştirmelidir. Müşteriler, istedikleri ürünlere istedikleri anda erişmek istemektedirler ve üreticileri stoka üretime zorlamaktadırlar. Müşteri siparişi, değer zincirine DP noktasında nüfuz etmektedir. Bu nedenle DP sonrasındaki süreçler, teslimat hızı ile rekabet etmektedirler. DP öncesi işlemler ise, optimal ürün karması ve optimal stok seviyesini elde etmeye odaklanmaktadır. Bu noktadan önceki işlemler tahmin temelli yürütüldüklerinden ve bu süreçler teslimat hızına odaklanma gereğini duymadıklarından, kaynak kapasitesi azaltılabilmekte ve optimize edilebilmektedir. Dolayısıyla bu aşamada odak, maliyet düşürmeye ve fiyat rekabetine kaymaktadır. DP sonrasında işlemler, müşterinin siparişi ile yönlendirildiğinde ise, süreci optimize etmek çok zorlaşmaktadır. Çünkü bu süreçte, müşteri taleplerinin çok değişken olması nedeniyle fazla kapasiteye ihtiyaç duyulabilmektedir (Olhager, 2003, s.323). Ürünün teslim süresi uzunsa, o ürünün siparişe göre üretimi mümkün olmayacağından sipariş, stoktan karşılanmaktadır. Bu durumda, DP zincir üzerinde sağda konumlandırılmaktadır. Ürünün teslim süresi kısa olduğunda ise, sipariş geldikten sonra üretim tamamlanıp müşteriye gönderilebileceğinden siparişe göre üretim stratejisi rahatlıkla kullanılabilir yani DP, zincir boyunca yukarıda yer alabilmektedir.

Talebin tahmin edilebilirliğinin düşük olması ise, DP'yi zincir boyunca yukarıda olmaya zorlamaktadır. Ürünün talebi tahmin edilemiyorsa, işletme bir riske girmekten kaçınacak dolayısıyla müşteri siparişi gelene kadar üretimi gerçekleştirmeyecek ve siparişe göre üretim stratejisinin gereği DP'yi zincirde sola doğru bir noktaya konumlandıracaktır. Eğer talebi tahmin edilebilen bir ürün söz konusu ise, işletme sipariş gelmeden bu ürünü üretip rahatlıkla stoklarına koyacak ve DP'yi müşteriye en yakın bir noktaya yerleştirecektir. Ürün talebinin değişkenliği düşük ise, ürünler tahmin temelli üretilebilmekte ancak talep değişkenliği yüksek olduğunda ne yazık ki tahmin yapmak çok zorlaştığından bu tip ürünler siparişe göre üretilebilmektedir.

Ürünün kişiselleştirmesi ihtiyacının yüksek olması ve geniş ürün çeşitliliği stoka üretim stratejisinin uygulanmasını imkansızlaştırmaktadır. Bu gibi durumlarda bitmiş ürün stoku çok fazla olacaktır. Daha az çeşitlilikte ve daha önceden belirlenmiş müşteri tercihleri ise, siparişe göre montaja hatta stoka üretime imkan tanıyacaktır (Van Donk, 2000, s.741; Van Donk, 2001, s.299; Olhager, 2003, s.321; Rafiei ve Rabbani, 2011, s.556). Ürün çeşitliliğinin fazla olduğu durumda işletme siparişe göre üretimi benimseyecek, her çeşitten ürünü üretip stokta tutma maliyetlerinden ve eskime, bozulma vb. risklerden kendini koruyacaktır. Ürün çeşitliliğinin çok az olduğu durumlarda ise, işletme DP'yi zincir boyunca müşteriye en yakın

noktaya yerleştirebilmektedir. Çünkü bu tip ürünlerin üretilip stokta bekletilmesinin, ürün çeşitliliğinin çok olduğu durumlarla karşılaştırıldığında riski çok az olmaktadır.

Ürün miktarının çok olması, ürünün fonksiyonel ürün olabileceğini dolayısıyla talep tahminine göre üretilip stoklanabileceğini ifade edebilmektedir. Ürün miktarı, talep değişkenliği ile ilişkilidir. Yüksek miktarlı ürünlerin talep değişkenliği daha az olmaktadır (Xu, 2007, s.303).

Ürün sipariş sıklığının fazla olması ise, ürünün sık sık istendiğini dolayısıyla talep tahminlemenin görece olarak daha kolay yapılacağını göstermektedir. Müşteri siparişinin büyüklüğü ve sipariş sıklığı müşteri ile uzun dönemli kontrat yapılmasına ve çok sayıda küçük partili üretimin gerçekleşmesine olanak tanımaktadır. Dolayısıyla DP, müşteriye yani zincir boyunca aşağıya doğru yerleştirilebilmektedir. Ancak unutulmaması gereken konu, fonksiyonel ürünler için gelen sıra dışı bir miktarın, işletmeyi siparişe göre üretime yönlendirebileceğidir (Giesberts ve van Der Tang, 1992, s.302).

Yüksek oranda mevsimsel talebe sahip ürünler için, sipariş geldiğinde üretimin yapılması işletmeler için ekonomik olmayabilmektedir. Bu nedenle işletmeler, bazı ürünleri talebin daha az olduğu dönemlerde üreterek stoklayabilmekte dolayısıyla üretim dönem boyunca dengelenmekte ve kapasite kullanımı artmaktadır. Mevsim boyunca DP'nin konumu değişim gösterebilmektedir. Bazen de işletmeler talebin düşük olduğu dönemlerde yarı mamulleri üretilip stokta tutabilmekte, siparişin yoğun olduğu dönemlerde montajlarını tamamlayarak ürünü bitirebilmektedir (Olhager, 2003, s.321). İşletmeler, mevsimsel talebe sahip ürünleri, siparişlerin çok düşük olduğu dönemlerde stoka üretim yaparak yani DP'yi aşağıya yerleştirerek, yoğun sezonlarda ise siparişe göre üreterek dengeleyebilmektedir.

Müşteri sadakatinin olması yani müşterilerle uzun dönemli ilişkilerin kurulması ve müşterilere istekleri konusunda destek sağlanması işletmeleri siparişe göre üretime, DP'yi de zincir boyunca yukarıya doğru yönlendirmektedir. Siparişe göre üretimde tedarikçilerin istenilenleri zamanında işletmeye teslim etmeleri çok önemli olduğundan kritik müşterilerle ve hatta tedarikçilerle işletmeler uzun dönemli işbirlikleri içinde olmayı tercih etmektedirler (Zaerpour vd., 2009, s.1041). Tedarikçilerle uzun dönemli ilişkilerin kurulması siparişe göre üretim stratejisi için zorunludur. Uzun dönemli bağlılığı olan tedarikçiler zamanında hammadde ve yarı mamul temin edebilmektedir.

Perakendecilerin fiyatlandırma politikaları, endirekt olarak talebi etkileyerek, siparişe göre üretim veya stoka üretim kararında etkin olmaktadır. Sabit bir fiyat seçildiğinde, taleplerdeki dalgalanma daha hafif olacaktır dolayısıyla stoka üretim yapmak daha tercih edilir olacaktır.

Diğer bir taraftan bayi farklı fiyatlar seçtiğinde, talep daha çeşitlenecek sonucunda da siparişe göre üretim stratejisi tercih edilecektir (Hemmati ve Rabbani, 2010, s.806).

Ürünle İlişkili Kriterler: Stokta tutma ve geciken sipariş maliyeti yüksek olduğunda, siparişe göre üretim tercih edilmektedir. Ancak söz konusu maliyetler düşükse stoka üretim stratejisi kullanılabilir (Zaerpour vd., 2009, s.1041).

Modüler ürün tasarımı, çevik strateji ile ilişkilidir. Müşterilerin alternatifler arasından seçim yapabilmeleri için üreticiler tarafından sunulan imkanlar, görece olarak sipariş teslim sürelerinin kısalmasına ve DP'nin yukarısında kalan üretim süreçlerinin etkinliklerinin artmasına olanak tanımaktadır.

Kişiselleştirme fırsatları, üreticinin müşterinin öngördüğü kişiselleştirme ihtiyaçlarını DP stratejileri ile ilişkilendirmesini sağlamaktadır. Eğer kişiselleştirme fırsatları çok ve üretim aşamasının başlangıcındaysa siparişe göre üretim uygunken, kişiselleştirme fırsatı üretimin geç aşamalarında ise siparişe göre montaj stratejisi uygun olmaktadır.

Ürün yapısı ise, ürün zorluğu ile ilişkilidir. Ürün yapısının daha zor anlaşılır olması, ürünün üretim süresinin ve teslim süresinin uzun olmasına dolayısıyla da DP'nin zincirde aşağıya doğru konumlanmasına neden olmaktadır.

Ürün maliyeti yüksek olduğunda, ürünün siparişe göre üretilmesi daha çok tercih edilmektedir. Dolayısıyla ürün maliyetinin yüksek olması, DP'yi zincir boyunca tedarikçiye doğru hareket ettirmektedir. Ürünün eskime ve bozulma riski yüksekse yine aynı şekilde siparişe göre üretim, DP stratejisi olarak tercih edilmekte ve bu noktayı tedarikçiye yaklaştırmaktadır (Van Donk, 2000, s.744).

Ürün kalitesi, siparişe göre üretim stratejisini benimseyen işletmeler için bir saygınlık faktörüdür. Yani, ürün kalitesi işletme için vazgeçilmez ve kalitesizlik telafi edilemez boyutta olduğunda, DP zincir boyunca sola kaymaktadır (Zaerpour vd., 2009, s.1041).

Bir diğer kriter ise, süreçte ürüne katılan değer ve yüksek değerli bitmiş ürünlerle ilgili olan stok değeridir. Yüksek değerli ürünler, DP'yi zincir boyunca yukarıya yani tedarikçiye doğru yönlendirmektedir. Çünkü, bu tip ürünleri, yüksek değerli bitmiş ürün olarak stoklamaktansa daha düşük değerli malzeme veya yarı mamul olarak stoklamak daha karlı olmaktadır (Van Donk, 2000, s.744).

Prosesle İlişkili Kriterler: Üretim süresi, teslim süresi ile yakından ilişkili olup DP konumunun belirlenmesinde önemli bir kısıt teşkil etmektedir. Sürenin azaltılması, bu kısıtı

rahatlatmaktadır. Üretim süresi uzun olduğunda, ürünün sipariş geldikten sonra tamamlanması teslim süresinin uzamasına ve teslimat güvenilirliğinin düşmesine neden olabilecektir. Bu tip ürünlerin DP'sinin mümkün olduğunca müşteriye yakın bir noktaya konumlandırılması, olası riskleri önleyecektir.

Planlama noktası sayısı, DP pozisyonlarının sayısını kısıtlamaktadır. Planlama noktası, bir üretim kaynağında iş istasyonudur. Atölye tipi üretimde her bir iş istasyonu bir DP olabileceken, sürekli akışın olduğu üretimde bu nokta ya süreçten önce ya da süreçten sonra olacaktır. Üretim süreçlerindeki esneklikler, siparişe göre üretim için önkoşuldur. Böylece, geniş ürün çeşitliliği ve kişiselleştirme gerçekleştirilebilmektedir.

DP konumunu etkileyen bir başka faktör de darboğaz noktasıdır. Kaynak optimizasyonu açısından darboğazın DP'nin sağında olması bir avantajdır. Böylece darboğaz talep değişkenlikleri ve ürün çeşitliliği ile muhatap olmamaktadır. Kayıpları azaltma amacıyla kullanılan JIT açısından ise darboğaz noktasının DP'nin solunda olması uygun olmaktadır. Bu şekilde darboğaz sadece gerçek müşteri siparişi için gerekli olan ürünler üzerinde çalışmaktadır. Bir darboğaz noktası, özellikle pahalı kaynak kullanılarak üretim gerçekleşmekteyse, DP için önemli bir alternatiftir (Olhager, 2003, s.322).

İşgücünün herhangi bir makinede çalışabilecek yetenekte ve kapasitede olması yani işgücünün esnek olması, siparişe göre üretim stratejisiyle ilgilidir. Bu sistemler, tüm ürün özelliklerini anlayan, ürünün tasarımı ve satın alması konuları hakkında bilgi sahibi, tedarikçileri tanıyan işgücüne ihtiyaç duymaktadır. Aynı şekilde ekipman esnekliği de esnek, kolay hareket ettirilebilen, düşük maliyetli ekipmanları kullanmasıyla işletmeleri, siparişe göre üretime yönlendirebilmektedir (Zaerpour vd., 2009, s.1041).

Son olarak yüksek hazırlık süreleri ve temizlik zamanları ile üretimin kontrol edilebilirliğinin düşük olması, üretim sürelerinin uzun olmasına neden olabilmektedir. Bu gibi durumlarda işletmelerin DP'yi olabildiğince müşteriye yakın bir yere konumlandırılması beklenmektedir (Van Donk, 2000, s.744).

2.5.4. DP'nin Zincir Boyunca Hareketinin Etkileri

Yukarıda da anlatıldığı üzere, DP'nin konumunu etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu kriterler, birbirlerini de etkileyebilmektedir. Örneğin, pazarla ilgili olan faktörler, ürünle ilgili faktörleri etkileyebilmekte, ürün çeşitliliği ve kişiselleştirme fırsatları, pazar beklentileri ile etkileşimde bulunabilmekte ve sonucunda da müşterinin istediği teslim süreleri etkilenebilmektedir (Olhager, 2003, s.322). Bu faktörler, sektörden sektöre, işletmeden

işletmeye farklılık göstermekte ve işletmelerin ihtiyaçlarına uygun olarak tespit edilen kriterler, DP konumunun belirlenmesinde kullanılmaktadır.

DP'nin yerinin değişimi, rekabet gücünü etkilemektedir. Rekabeti güçlendirmenin önemli bir yöntemi, teslim süresinin düşürülmesidir ki bu durumda DP'nin aşağıya doğru hareket etmesi beklenmektedir. Bu durumda işletmenin iki alternatifi vardır ki bunlardan birincisi, DP'nin mevcut konumunun korunması ve teslim süresinin iyileştirilmesidir. İkincisi ise, teslim süresi aynı kalacak şekilde DP'nin müşteriye doğru hareket ettirilmesidir. Pazarda sipariş kazandırıcılar değiştikçe, DP'nin konumu da değişecektir. Bu durum özellikle teslimat hızı için geçerli olmaktadır. Eğer teslimat hızı sipariş niteleyiciden sipariş kazandıran dönuşürse, pazar ihtiyaçları da değişecek ve işletme DP'yi teslimat hızını düşürecek biçimde ileriye hareket ettirecek veya eş zamanlı olarak üretim süresini iyileştirecektir (Xu, 2007, s.304).

DP'nin İleriye Doğru Hareketi: Müşteriye teslim süresini azaltmak ve darboğaz işlemleri optimize ederek üretim etkinliğini arttırmak gibi nedenler, DP'yi ileriye doğru hareket etmeye zorlamaktadır. Bu noktanın ileriye hareketi, ürünlerin modüler tasarımının gerçekleştirilmesiyle parçaların önceden üretilme seviyesini arttırmaktadır. Bu tip modularizasyon, siparişe göre montaj politikasına yönlendirmektedir (Olhager, 2003, s.325). DP'nin aşağısında kalan işlemlerdeki sürelerin iyileştirilmesi, teslim süresini iyileştirmektedir ancak DP'nin konumunu tek başına değiştirmemektedir. Tam tersi, sürelerin iyileştirilmesi ise DP'nin sola hareketi için kullanılmaktadır (Xu, 2007, s.304). Tablo 2.15'te DP'nin zincir boyunca ileriye doğru konumlandırılmasının sağlayacağı rekabet avantajları, ileriye doğru hareket ettirilme nedenleri ve neticesinde oluşacak negatif etkiler yer almaktadır.

Tablo 2.15. DP'nin İleriye Hareket Ettirilme Nedenleri ve Olası Negatif Etkileri

Rekabet avantajı	İleriye doğru hareket ettirilme nedeni	Negatif etkileri
* Teslimat hızı * Teslimat güvenilirliği * Fiyat	* Müşteriye teslim süresinin düşürülmesi * Süreç optimizasyonu (üretim verimliliğinin iyileştirilmesi)	* Tahminlere daha fazla dayanma (eskime riski) * Ürün kişiselleştirilmesinin azalması * Yarı mamul ve proses içi stokların artması

Kaynak: Olhager, 2003, s.325

DP'nin Geriye Doğru Hareketi: DP'nin geriye doğru kaydırılmasıyla, üretim esnasında müşteri siparişlerinin tüm içeriğine ait bilgilere erişim artmaktadır. Gerçek müşteri siparişleri temelli daha çok faaliyet yapılabilirdiğinden, işletme kaliteye odaklanabilmektedir. Bu noktanın geriye alınması ile ürünün kişiselleştirilme derecesi artmakta, tahminlere göre yapılan işler azalmakta, WIP stokları ortadan kalkmakta veya azalmakta ve malzeme bozulma riski en aza

inmektedir. Ancak, daha uzun teslim süreleri gerçekleşebilmekte, teslimat güvenilirliği azalabilmekte ve üretim etkinliği düşebilmektedir. Tablo 2.16'da DP'nin geriye hareket ettirilmesinin sağlayacağı rekabet avantajları, geriye hareket ettirilme nedenleri neticesinde oluşacak negatif etkiler yer almaktadır.

Tablo 2.16. DP'nin Geriye Hareket Ettirilme Nedenleri ve Olası Negatif Etkileri

Rekabet avantajı	Geriye doğru hareket ettirilme nedeni	Negatif etkileri
<ul style="list-style-type: none"> * Ürün çeşitliliği * Ürün karması esnekliği * Kalite 	<ul style="list-style-type: none"> * Ürün kişiselleştirmenin derecesini arttırma * Tahminlerle iş yapmayı azaltma * WIP stoklarını azaltma veya kaldırma * Stokların eskime, bozulma riskini ortadan kaldırma 	<ul style="list-style-type: none"> * Teslim sürelerinin uzaması ve dolayısıyla teslimat güvenilirliğinde azalma * Üretim etkinliğinde düşüş

Kaynak: Olhager, 2003, s.326

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÖNERİLEN MODELDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Bu bölümde, çalışmada kullanılmış olan yöntemlere ait metodolojiler ve yazın taramaları yer almaktadır. Öncelikle ürün aileleri oluşturma konusunda genel bilgilendirme yapılmış ve kullanılan yöntem anlatılmıştır. Ürünlerin ve ürün ailelerinin farklı tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmesinin ardından aşağıda maddeler halinde belirtilen yöntemler kullanılarak hibrit tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilen hibrit ürün ailesi için en uygun DP yerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

- Bulanık Dematel Yöntemi: DP seçimini etkileyen boyutlar ve kriterler arası ilişkileri belirlenmek, kriterleri etki-neden açısından incelemek ve ağ ilişkileri haritası elde etmek.
- Dematelli ANP (DANP): Boyut ve kriterlere ilişkin toplam etki matrislerinin elde edildiği Bulanık Dematel yönteminin ANP yöntemi birlikte kullanılması suretiyle kriterlerin ağırlıklarını belirlemek.
- Bulanık TOPSIS: DANP yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıklarını kullanarak alternatifleri sıralamak ve en uygun alternatifi seçmek.
- 0-1 Hedef Programlama: Bulanık TOPSIS ile elde edilen alternatif ağırlıklarını kullanarak işletmenin belli kısıtlar altında en uygun alternatif çözüm kümesini elde etmek.

Bu bölümde yukarıda belirtilen yöntemler başta ürün ailesi oluşturma yöntemi olmak üzere sırasıyla detaylandırılmıştır.

3.1. Ürün Ailesi Oluşturma Yöntemi

Taleplerin hızla değiştiği, üretim teknolojilerinin sürekli geliştiği günümüz iş ortamında müşterilerin beklentilerini zamanında ve eksiksiz gerçekleştirebilmek ancak yeni ürünlerin pazarda rakiplerinden daha hızlı, daha yüksek kalitede ve daha düşük maliyetle yer almasını sağlayarak mümkün olabilmektedir. Bunları gerçekleştirebilmek için üretim sistemlerinin farklı ürün tiplerinden farklı miktarlarda üretimi istenildiği zaman hazır etmesi beklenmektedir. Günümüzde üretim endüstrisi, müşterinin değişen ihtiyaçlarını hızlı bir biçimde yerine getirme koşullarıyla karşı karşıyadır. Rekabetin çok yoğun olduğu bu ortamda işletmelerin yapması gereken yeni ürünleri, yüksek kaliteli, düşük maliyetli ve hızlı teslimatla piyasaya sürmektir (Galan vd., 2007, s.489).

Geleneksel üretim sistemleri, yüksek malzeme taşıma ve kalite kontrol maliyetleri, karmaşık planlama ve yükleme, uzun hazırlık süreleri gibi üretim maliyetini, kalitesini ve teslimat zamanını etkileyen dezavantajlara sahiptir. Ancak globalleşmenin sonucu olarak rekabeti sağlayabilmek için yüksek esneklik göstermek ve pazara hızlı tepki vermek gerekmektedir. Pazar payını ve karlılığı arttırabilmek için üretimde verimliliği iyileştirmek çok önemlidir. Verimliliği arttırabilmek için işletmeler ürünlerini her zaman daha düşük maliyette, daha yüksek kalitede ve daha yüksek oranda kişiselleştirilmiş olarak sunmak zorundadırlar (Garbie, 2011, s.268-269). Dinamik pazar ve yeni ürün ihtiyaçlarıyla başa çıkabilmek ve kişiselleştirilmiş ürünleri pazara sunabilmek için çevik üretim sistemi, holonik üretim sistemi, yeniden ayarlanabilir imalat sistemi (reconfigurable manufacturing system - RMS) gibi birçok yeni üretim paradigmaları ortaya atılmıştır. Çevik üretim sistemi, ürünlerin işlem zamanı ve teslim süresi temelli olup genellikle bir stratejik perspektif ve üretim politikası, holonik üretim sistemi ise, üretim ve/veya stok maliyetlerini minimize etme temelli olup simülasyon yardımıyla operasyonel perspektif sunmaktadır. RMS ise, bir üretim sistemini hem sistem hem de operasyonel açıdan dikkate almaktadır.

Ürün grubu veya ürün ailesi, ortak ürün platformundan türetilmiş ve benzer üretim süreçlerine, benzer fiziksel özelliklere sahip, benzer müşteri gruplarını ve dağıtım kanallarını kullanan, benzer fiyatlandırma politikaları ve benzer promosyon kampanyaları olan ürünlerin bir araya getirildiği topluluk olarak ifade edilebilmektedir (Abdi, 2012, s.4908). Ürün ailelerinin yorumu farklı bakış açılarına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Pazarlama ve satış açısından bakıldığında, ürün ailelerinin fonksiyonel yapısı, işletmenin ürün çizgisi veya ürün portföyü ile açıklanabilmektedir. Ürün ailelerinin mühendislik açısından yorumu ise farklı teknolojileri ve üretilebilirlikleri içermektedir (Jiao vd., 2007, s.7).

Çevik üretimin kapsamı içinde yer alan RMS (Xing vd., 2006, s.473), geniş çeşitlilikte ürünü üretme ve üretim sisteminin gerektiğinde yeniden ayarlayabilme yeteneğinden dolayı esneklik ile birlikte tanımlanmaktadır (Galan vd., 2007, s.489). RMS, öngörülemeyen değişikliklerle başa çıkabilmek ve bunu yaparken de verimliliği ve esnekliğini sürdürebilmek için, koşullara kendini her zaman adapte edebilecek şekilde sistemi ve makineleri yeniden ayarlayan ve mevcut koşulların hızlı bir biçimde yeniden düzenlenmesi veya değiştirilmesi gerektiğinde işlevsellik ve kapasite sağlayan üretim sistemleri olarak tanımlanmaktadır. RMS'de her bir parça, üretimi için gerekli olan işlemlere dayalı bir sistem düzenlemesine ihtiyaç duymaktadır. RMS tasarlama probleminin temelinde uygun ürün ailelerinin belirlenmesi yatmaktadır. Ürünler tasarım özellikleri, üretim özellikleri, fonksiyonları ve benzerlikleri dikkate alınarak ortak bir amaç için bir araya getirilmektedir (Rakesh vd., 2010,

s.45). RMS'nin ilk adımı, ürünlerin belli ürün ailelerine gruplandırılmasıdır. İkinci adımda RMS, ilk seçilen aileyi üretmek için ayarlanmaktadır. Bu aile bittikten sonra RMS, bir sonraki aileyi etkin bir biçimde üretmek için tekrar ayarlanmakta ve bu şekilde tüm ailelerin üretimi tamamlanana kadar süreç devam etmektedir. Kısaca, RMS konfigürasyonu farklı ürün ailelerini üretmek için sürekli değişmektedir (Galan vd.,2007, s.490).

İşletme, günümüzde ürün çeşitliliğini kısıtlayarak veya mümkünse azaltarak pazar baskısına karşı koyabilmek için müşterinin talep ettiği farklı tipte ürünleri üretmeye başlamadan önce, bu ürünlerini belli kriterlere göre gruplamayı tercih etmelidir. Bu gruplama, üretim sistemlerinin geniş müşteri portföyü ile başa çıkmayı sağlamakta olup ayrıca, ortak üretim kaynaklarının eşzamanlı olarak kullanılmasına da olanak tanımaktadır. Ürün ailelerinin en temel özelliği, ailedeki tüm ürünlerin benzer üretim aşamalarının olmasıdır. Aile içinde bir ürünü üreten bir üretim hattı böylece aynı aileden başka bir ürünü de kolaylıkla üretebilmektedir (Abdi ve Labib, 2004, s.526).

3.1.1. Ürün Ailesi Oluşturma Metodolojisi

İşletmenin fonksiyonel veya yenilikçi ürün sınıflamasına dahil olmayan ürünlerinin de tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirmesini gerçekleştirebilmek için, bu ürünlerin ürün ailelerine gruplanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, Galan vd.'nin (2007) önerdikleri model geliştirilmiş ve çalışmada kullanılmıştır. Aşağıda Galan vd'nin (2007) modeli anlatılmıştır (Galan vd., 2007, s.494-498).

3.1.2. Matrisleri Oluşturma

RMS'de matrislerin tasarlanması sürecinde, modülerite, benzerlik, uyumluluk, yeniden kullanılabilirlik ve ürün talepleri kriterleri dikkate alınmakta ve gruplanacak her bir ürün çifti için bu beş kritere göre ürünlerin benzerliklerini gösteren matrisler oluşturulmaktadır.

Modülerite Matrisi: Modülerite, aralarında etkileşim olmadan bağımsız modüllerden oluşma derecesidir. Ürünü oluşturan parça ve yarı mamulleri içeren ürün yapısı, ürün ağaçlarından (Bill of material-BOM) elde edilmektedir. Modülerite matris, üç aşamada elde edilmektedir.

Birinci aşamada, ürün ağacına göre ürün-parça matrisi oluşturulmaktadır. Bu matriste n tane ürün $i = (A, B, \dots, n)$ satırda, m tane parça $j = (1, 2, \dots, m)$ sütunda yer almaktadır. Matriste a_{ij} değeri, eğer, i ürünü j parçasını kullanıyorsa 1, kullanmıyorsa 0'dır. Ürün modüleritesinin seviyesi ikinci aşamada hesaplanmaktadır. Bir ürünün modüler bileşen sayısının, o ürünü oluşturmak için kullanılan toplam parça sayısına oranı (1) no'lu formül ile hesaplanmaktadır.

$$M_p = \frac{\psi_p}{\phi_p}, \quad 0 \leq M_p \leq 1 \quad (1)$$

M_p , p ürünün paylaştığı bileşen sayısının, o ürünü oluşturan toplam parça sayısına olan oranıdır. Modülerite matrisinin son aşamasında ise, ürün çiftleri arasındaki benzerliklerden yararlanılarak benzerlik katsayısı (2) no'lu formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$S_{pq} = 1 - |M_p - M_q| \quad 0 \leq S_{pq} \leq 1 \quad (2)$$

S_{pq} , p ve q ürünleri arasındaki benzerliği ifade etmektedir. M_p ve M_q ise, sırasıyla p ve q ürünlerinin modülerite seviyesidir. $S_{pq} = S_{qp}$.

Benzerlik Matrisi: İkiB aşamayla elde edilen benzerlik matrisi, bazı parçaları paylaşan ürünleri belirlemek için kullanılmaktadır. İlk aşamada, modülerite matrisi oluşturmanın da ilk aşaması olan ürün-parça matrisi elde edilmektedir. İkinci aşamada ise, literatürde en çok kullanılan Jaccard benzerlik katsayısı (Yin ve Yasuda, 2005) ile (p, q) ürün çifti arasındaki benzerlik hesaplanmaktadır. Jaccard benzerlik katsayısı (3) no'lu formül ile ölçülmektedir.

$$J_{pq} = \frac{a}{a+b+c} \quad 0 \leq J_{pq} \leq 1 \quad (3)$$

a , hem p hem de q ürününde kullanılan parça sayısını, b , p 'de kullanılıp q 'da kullanılmayan parça sayısını (sadece p ürününde kullanılan parça sayısı) ve c ise, q 'da kullanılıp p 'de kullanılmayan parça sayısını (sadece q ürününde kullanılan parça sayısı) ifade etmektedir. $J_{pq}=1$ ise, her iki ürünün aynı parçalardan, $J_{pq} = 0$ ise, ürünlerin tamamen farklı parçalardan oluştuğu anlaşılmaktadır. Yüksek benzerlik katsayısı olan ürünler birlikte gruplanmaktadır.

Uyumluluk Matrisi: Uyumluluk, farklı ürünlerin, benzer ürün ailelerine katılabilme derecesini ölçmektedir. Her bir ürünün diğerlerine karşı uyumlu olmasını gösteren uyumluluk matrisi ile incelenmektedir. Uyumluluk, teknolojik ve pazar olarak ele alınmış olup teknolojik uyumluluk, ürünler arasındaki teknolojik benzerliği pazar uyumluluğu ise, kesin bir pazara yönelik ürünlerin ürün ailelerini oluşturmak için bir araya gelmesini göstermektedir.

Uyumluluk, teknolojik uyumluluğu ve pazar uyumluluğunu gösteren ve uzmanların görüşleriyle oluşturulan iki matris ile ölçülmektedir. Teknolojik uyumluluk matrisi, tüm üretim aşamalarında yer alan uzmanlardan, pazar uyumluluk matrisi ise pazarlama uzmanları ve tüketicilerden oluşan bir grup ile elde edilmektedir. Eğer ürün ailesine bir ürün, başka bir ürünün aileden çıkması neticesinde giriyorsa, her iki matris de tekrar hesaplanmalıdır. Matristeki '0' değeri, tam ürün uyumsuzluğunu, '1' değeri ise, tam ürün uyumluluğunu göstermektedir.

Uzmanlar, tüm ürün çiftlerini, tam olarak uyumlu veya uyumlu değil diye sınıflandırmada zorluk yaşayabileceklerinden 0 ile 1 arasındaki değerlere ihtiyaç duymaktadırlar. i ve j olmak üzere iki farklı ürüne ait uyumluluk matrisi değerleri 0 ve 1 arasında bir değer almaktadır. Örneğin, iki ürün, üretim operasyonlarında uyumlu olup montaj operasyonlarında uyumsuz olduklarında veya bir pazar grubunda uyumlu olup başka gruplarda uyumsuz olduklarında 0 ile 1 arasında bir orana ihtiyaç duyulmaktadır. Uyumluluk değerleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Ürünler Arası Uyumluluk Değerleri

Uyumluluk	Değer
Uyumlu değil	0
Biraz uyumlu	0.3
Uyumlu	0.5
Çok uyumlu	0.8
Oldukça uyumlu	1

Kaynak: Galan vd., 2007, s.496

Matrisin oluşturulmasında bir başka yöntem ise uzmanlardan oluşan iki farklı ekiple birlikte hareket etmektir. Bu yöntemde bir ekip üretim, montaj ve kontrol operasyonlarına ait üç ayrı matristen oluşan teknolojik uyumluluk matrisini hazırlarken, diğer ekip de her bir grup için ayrı ayrı pazarlama uyumluluk matrisini oluşturur.

Yeniden Kullanılabilirlik Matrisi: Yeniden kullanılabilirlik, yeni bir ürün çeşidi üretmek için mevcut bileşenlerin kullanılabilmesini ifade etmektedir. Bir ürüne ait parçaların tümü bir sonraki ürünü üretmede kullanıldığında yeniden kullanılabilirlik maksimum olmaktadır. Yeniden kullanılabilirlik matrisi üç aşamada gerçekleştirilmektedir. Birinci aşamada, modülerite ve benzerlik matrislerinde kullanılan ürün-parça matrisi oluşturulmakta, ikinci aşamada ise, ürünlerden oluşan bir matris hazırlanmaktadır. Bu matrisin katsayısı, p ürününden hemen sonra q ürünün üretilmesi esnasında p ve q ürünleri arasındaki yeniden kullanılabilirliği ifade etmektedir.

$$R_{pq} = \frac{\gamma_{pq}}{\lambda_{pq}} \quad 0 \leq R_{pq} \leq 1 \quad (4)$$

p ve q ürünleri arasındaki yeniden kullanılabilirliği gösteren R_{pq} , p ürünün q ürünü ile ortak kullandığı parçaların, p ürününde kullanılan parça sayısına oranıdır ve (4) no'lu formül ile hesaplanmaktadır. p ve q ürünleri aynı sayıda parçaya sahip olmadıkça $R_{pq} \neq R_{qp}$ 'dir. Üçüncü aşamada ise, yeniden kullanılabilirlik matrisinin katsayısı A_{pq} hesaplanmaktadır. Bu değer, ikili ürünlerin değerlerinin aritmetik ortalaması ile elde edilmektedir ve (5) no'lu formül ile hesaplanmaktadır.

$$A_{pq} = (R_{pq} + R_{qp}) / 2 \quad 0 \leq A_{pq} \leq 1 \quad (5)$$

Ürün Talep Matrisi: Homojen bir sistem konfigürasyonunda elemanlar, birbirine yakın kapasitelere sahiptirler. Maliyet etkin bir sistem için, sistem kapasitesi en yüksek olası kullanım oranına sahip olmalıdır. Bundan dolayı, benzer kapasitede bir makine sistemi seçmek için benzer taleplere sahip ürünleri gruplama ihtiyacı söz konusudur. p ve q ürünleri arasındaki etkileşim değerinin hesaplanması (6) no'lu formül ile gösterilmiştir.

$$D_{pq} = 1 - \frac{|d_p - d_q|}{d_{max} - d_{min}} \quad 0 \leq D_{pq} \leq 1 \quad (6)$$

D_{pq} , p ve q ürünleri arasındaki etkileşimi, d_p , p ürünün talebini, d_q ise q ürününün talebini göstermektedir. d_{max} , d_p 'nin en büyük değeri iken d_{min} ise d_p 'nin en küçük değeridir. Ayrıca $D_{pq} = D_{qp}$ 'dir.

3.1.3. Ağırlıklandırma ve Tek Matrise İndirgeme

Ağırlıklandırma yönteminin amacı, kriterlerin göreceli ağırlıklarını tespit etmek için onlara değerler atamaktır. Literatürde bu amaçla, sabit nokta puanlama (fixed point scoring), sıralama (rating), ordinal sıralama (ordinal ranking), grafiksel ağırlıklandırma (graphical weighting) ve ikili karşılaştırma metotları kullanılmaktadır (Galan vd., 2007, s.499).

Yukarıda detayları aktarılmış olan bu yöntemde, ürüne ait beş kriterin ikili karşılaştırılması yapılarak ağırlıklarının hesaplanması amaçlanmıştır. Saaty (1980) tarafından önerilen AHP, bu amaçla tercih edilmiştir. Beş matrisin tek bir matrise indirgenebilmesi için, her bir ürün ihtiyaç matrisinin a_{ij} olarak gösterilen katsayısı (7) no'lu formül ile hesaplanmaktadır.

$$a_{ij} = \sum_{r \in R} a_{ijr} \sigma_r \quad 0 \leq a_{ij} \leq 1 \quad (7)$$

R özellikler kümesi, a_{ijr} , her bir özelliğe ait matris katsayısı, σ_r ise, her bir özelliğin katsayısıdır.

3.1.4. Kümeleme Yöntemleri

Aile oluşturmada en çok kullanılan ve en iyi bilinen teknikler, tek-bağlantı kümeleme yöntemi (single-linkage clustering - SLC), tam-bağlantı kümeleme yöntemi (Complete-linkage clustering - CLC) ve ortalama-bağlantı kümeleme yöntemi (Average-linkage clustering - ALC)'dir. Bu üç yöntem bir çok makalede incelenmiştir. Yin ve Yasuda (2005) tarafından yapılan çalışma, Tablo 3.2'de özetlenmiştir.

Tablo 3.2. Kümeleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Yöntem	Avantaj	Dezavantaj
CLC	Basitlik, minimum hesaplama ihtiyacı.	En kötü performansı verme.
SLC	Basitlik, minimum hesaplama ihtiyacı.	Zincirlemeye karşı büyük eğilim, hücrelerde en düşük yoğunluk.
ALC	En iyi performansı verme, zincirlemede en düşük derece, yüksek hücre yoğunluğu.	Makine çiftlemede en yüksek derece ihtiyacı, daha fazla hesaplama ihtiyacı.

Kaynak: Yin ve Yasuda, 2005, s.478

SLC yönteminde sadece iki grup birleştirilmektedir çünkü her grupta bir tanesi diğerine göre daha yüksek benzerliğe sahip iki parça bulunmaktadır. İşlem böyle devam ettiğinde, düşük benzerlik katsayısına sahip parçaların gruplanmasına neden olan zincirleme denilen bir durumla karşı karşıya kalınmaktadır. CLC ise, SLC'nin antitezi olmasına rağmen az da olsa zincirlemeye neden olmaktadır. ALC ile bu iki yönteme göre daha mantıklı sonuçlar elde edilmektedir (Rakesh vd., 2010, s.49). ALC'nin en büyük üstünlüğü, zincirlemenin üstesinden gelmesidir. Yöntemin uygulanmasında ilk olarak çiftler arasındaki benzerlik katsayısı hesaplanarak benzerlik katsayısı matrisi elde edilmektedir. Sonra bu matristeki en büyük benzerlik katsayısı eşik değeri olarak seçilmekte ve bu değere kadar olan parça/makine/ürünler gruplanmaktadır. Parça/makine/ürünler arası benzerlik katsayılarının ortalamaları alınarak yeni bir matris elde edilmektedir. Daha sonra eşik değeri, bir sonraki değere düşürülmekte ve eşik değerini daha fazla düşürülemeyecek olana kadar işlemler tekrarlanmaktadır (Atamtürk, 2009, s.41).

ALC yöntemi, bir hiyerarşik kümeleme yöntemi olup ürünleri gruplamada kullanılmıştır. Bu algoritma önce, en yüksek benzerlik katsayısına sahip ürünleri gruplamakta, sonra her adımda ya iki gruplanmamış ürünü kümelemekte ya da mevcut gruba, henüz bir gruba dahil olmamış başka bir ürün eklemekte veya daha önce oluşturulmuş grupları birleştirmektedir. Hiyerarşik kümeleme yöntemi, tüm ürünler bir aileye atanıncaya kadar devam etmektedir. Sonuç bir dendogram ile gösterilmekte olup bu gösterimle, aile sayısı ve aileyi oluşturan ürünler rahatlıkla görülebilmektedir (Eguia vd., 2011, s.426). Dendogramın başlangıcında tüm elemanlar ayrı ayrı gösterilmekteyken, sonunda tüm ürünler tek bir ailede olacak şekilde birleştirilmektedir. Dendogramın belirli bir noktadan kesilmesi (% ile gösterilen benzerlik seviyesi), seçilen hassasiyette elde edilen aileyi vermektedir. Hassasiyet azaldıkça, büyük kümelerden ayrılmış daha küçük sayıda hassas olmayan kümeler ortaya çıkmaktadır (Rakesh vd., 2010, s.48).

İki ürünün özellikleri arasındaki ortaklıkları temel alarak benzerlikleri ölçen katsayı, benzerlik katsayısı olarak tanımlanmaktadır. Herhangi bir kümeleme yönteminde uygun benzerlik katsayısının seçimi kümelemenin başarısı için çok önemlidir. Grup teknolojileri uygulamalarında en yaygın kullanılan benzerlik katsayısı Jaccard benzerlik katsayısıdır (Rakesh vd., 2010, s.49).

Galan vd. (2007) çalışmalarında, ürün ailesi elde etme için ALC yöntemini tercih etmişlerdir. ALC'nin avantajı, benzerlik katsayılarına bakmaksızın en yüksek performansı göstermesidir (Yin ve Yasuda, 2005, s.478). Yüksek benzerlik katsayılı olan ürünleri gruplama ile başlayan bu yöntemle, ürünlerin ailelere atandığını gösteren alt matris elde edilmektedir. Parçalar arasındaki benzerlikler (8) no'lu formül ile hesaplanmaktadır:

$$S_{ij} = \frac{\sum_{m \in i} \sum_{n \in j} S_{mn}}{N_i N_j} \quad (8)$$

i ve j 'ler aileleri, m ve n ise, i ve j ailelerinin bir parçasını ifade etmektedir. S_{ij} , i ve j ailelerinin, S_{mn} ise m ve n parçalarının benzerlik katsayısıdır. $N_i N_j$, sırasıyla i ve j ailelerindeki yer alan parça sayısıdır. Bu işlem, tüm ürünler bir aileye ait oluncaya kadar devam ettirilmektedir. Sonuçta da bir dendogram elde edilmektedir.

Yukarıda metodolojisi ayrıntılı anlatılmış olup çalışmaya göre genişletilmiş olan yöntemle ürün aileleri elde edildikten sonra bu ailelerin tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu eşleştirmeler neticesinde, eşleştirilen tedarik zincirleri için en uygun DP yeri seçimi gerçekleştirilmiştir. DP'nin zincir boyunca konumunun belirlenmesinde etkili olabilecek kriterler arası ilişkilerin tespit edilmesi, kriterlerin etkinliğini gösterebilmek için en önemli kriterlerin belirlenebilmesi, kriterler arası içsel bağımlılıkları kolaylıkla hesaplanabilmesi, karmaşık ilişkilere sahip kriterlere ilişkin ağ ilişkileri haritası sunabilmesi nedeniyle Bulanık Dematel yöntemi tercih edilmiştir.

3.2. Bulanık Dematel Yöntemi

Karmaşık bir sistemdeki tüm faktörler direkt veya endirekt olarak birbirleriyle ilişki içinde olabilmektedirler. Karar vericinin bir faktörden gelen tek bir etkiyi, sistemin geri kalan faktörleri arasında ilişkileri görmezden gelerek değerlendirmesi oldukça zor olmaktadır. Ayrıca karşılıklı bağımlılıkların bulunduğu bir sistem, edilgen bir konumda da olabilmektedir. Bu gibi problemlerden kaçınmak için, Dematel (Decision-making trial and evaluation laboratory method) yöntemi tercih edilmektedir (Chen ve Chen, 2010a, s.1982).

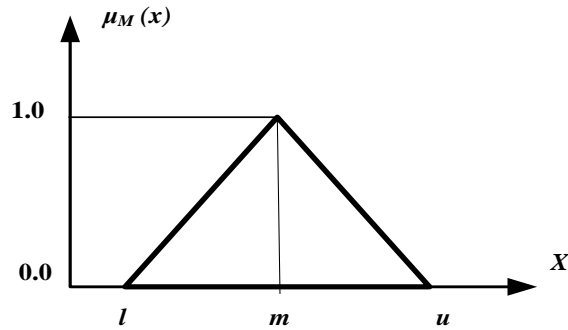
Cenova'da Battelle Memorial Enstitüsü'nde Bilim ve İnsan İlişkileri Programı tarafından 1972 ve 1976 yılları arasında, karmaşık ve birbirine girmiş problem gruplarını çözümlmek için geliştirilmiş (Shieh vd., 2010, s.279) olan Dematel yöntemi, kriterlerin nedenleri ve etkileri arasındaki ilişkileri yapısal bir modele çeviren ve bu karmaşık nedensel ilişkileri bir diyagram yardımıyla gösteren çok kriterli karar verme yöntemidir. Kriter grubuna ait içsel bağımlılıkları sisteme dahil etme konusunda oldukça başarılı olan Dematel yöntemi (Wu, 2008, s.829; Tseng ve Lin, 2009, s.520), karmaşık yapıya sahip sistemlerin kritik kriterlerinin belirlenmesinde kullanılan bir analiz yöntemidir (Lin ve Tzeng, 2009, s.9684). Neden ve etki modeliyle endirekt ilişkileri gruplayabilen (Tseng, 2011, s.1341) bu yöntemle, kriterler arası ilişkilerin tespit edilmesi, kriterlerin etkinliğini gösterebilmek için en önemli kriterin belirlenmesi gerçekleştirilmektedir (Tzeng vd., 2007, s.1029). Çalışmalarda Dematel kullanımının amacı, her bir kriterin bileşenlerinin yapısının analiz etmek, direkt ve endirekt ilişkilerin yön ve kuvvetlerini belirlemektir (Tzeng vd., 2007, s.1031). Dematel yönteminin en önemli özelliği, kriterler arasındaki ilişkileri yapılandırmasıdır. Kriterler arası ilişkiler belirlendikten sonra, Dematel yöntemiyle elde edilen sonuçlar bulanık entegral veya ANP yönteminde kriterler arasındaki bağımlılık ve geri bildirim ilişkilerini ölçmede kullanılabilir. Dematel yönteminin çok kriterli karar verme yöntemi ile birlikte kullanılması sonuçları etkileyebilmektedir. Dematel yönteminin tercih edilmesinin en önemli nedeni, kriterler arasında etkilenme durumlarını ve etkinliklerini, açıkça yapısal bir moda dönüştürmesidir (Büyüközkan ve Öztürkcan, 2010, s.5836).

Bu yöntemin, temeli grafik teorisidir. Karar vericiler problemi analiz ederken, görsel olarak da sorunu özümseyebilme imkânına sahip olmaktadır. Nedensel ilişkilerin daha kolay anlaşılabilmesi için birçok kriter neden ve etki gruplarına ayrıştırılmaktadır. Digraf (digraph) olarak da adlandırılan yönlendirilmiş çizgiler, (directed graph) alt sistemler boyunca direkt ilişkileri gösterdiğinden, yön belirtilmeyen çizgilerden daha fazla yardımcı olmaktadır (Chen ve Chen, 2010a, s.1982). AHP gibi geleneksel tekniklerin aksine bu yöntem, nedenselliği gösteren bir diyagram yardımıyla elemanlar arası bağımlılıkları dikkate almaktadır.

Belirsizliğin olduğu ortamlarda yapılan çalışmaların sonuçları, kesin olmayan, subjektif değerlendirmelerden bir hayli etkilenmektedir. Sosyal bilimlerde yapılan değerlendirmeler genellikle kesin sayılarla ifade edilmektedir. Ancak birçok uygulamada kişi tercih modelleri kesin olmamakta ve tercihleri belirlemede kesin sayısal ifadeler yetersiz kalmaktadır. Bazı değerlendirme kriterlerinin nesnel ve kalitatif olarak dilsel değişkenlerle ifade edilmesinden itibaren tercihlerin kesin sayılarla belirtilmesi karar verici için zorlaşmıştır ve bulanık

mantıkla yapılan değerlendirmeler araştırmacılar için daha tercih edilir hale gelmiştir (Tseng ve Lin, 2009, s.520). Temel amacı insanların belirsiz ve kesin olmayan bilgileri kullanarak doğru ve tutarlı karar vermelerini sağlamak olan bulanık mantık (Zadeh, 1965) sözel ifade edilen yargıları sayısal değerlere dönüştürme olanağı sağlamaktadır. Birçok karar verme probleminde, birçok alternatif içinden en iyinin seçilmesi esnasındaki belirsizlikleri iyi analiz edip bu durumu ifade edebildiği için bulanık sayılardan yararlanılmaktadır. Kişilerin yaptığı nesnel değerlendirmelerdeki belirsizliklerle başa çıkabilmek için birçok yöntem bulanık mantıkla birlikte kullanılmıştır. İnsan algısı her zaman bir belirsizlik ve bulanıklık içermektedir ve geleneksel yöntemler bu duruma cevap vermede yetersiz kalmaktadır. Bulanık küme teorisi bu belirsizliği ortadan kaldırmaya uygundur.

Bulanık mantık kavramı, belirsizlik ve kesin olmayan gerçek hayat problemlerinin tanımlanarak çözümlenmesinde etkin olarak kullanılmaktadır. Elemanları 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerine sahip bir fonksiyonla gösterilen bulanık küme üyelik fonksiyonları $\mu_M(x)$ ile tanımlanmaktadır (Dağdeviren, 2007, s.271). Bulanık bir olayda sırasıyla en düşük olasılık, net değer ve en yüksek olasılığı ifade eden (l, m, u) üçgensel bulanık sayısı Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Üçgensel Bulanık Sayı

Kaynak: Yüksel ve Dağdeviren, 2010, s.1271

Bir üçgensel bulanık sayının sağ ve sol üyelik derecesi değerlerine göre lineer gösterimi (9) no'lu ifade ile gösterilmektedir (Yüksel ve Dağdeviren, 2010, s.1271):

$$\mu(x/\tilde{M}) = \begin{cases} 0 & x < l, \\ \frac{x-l}{m-l} & l \leq x \leq m, \\ \frac{u-x}{u-m} & m \leq x \leq u, \\ 0 & x > u. \end{cases} \quad (9)$$

Bulanık ortamda yapılan değerlendirmelerde dilsel değişkenlerle ifade edilen bulanık sayıların durulaştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada Opricovic ve Tzeng'in 2003 yılında

geliştirmiş oldukları durulaştırma yöntemi kullanılmıştır. Durulaştırma terimini bulanık sayıları kesin bir değere dönüştüren bulanık set temelli spesifik kesin elemanın seçimi olarak ifade eden Opricovic ve Tzeng (2003), bulanık verileri kesin değerlere dönüştürme yöntemini (Converting fuzzy data into crisp scores-CFCS) diğer durulaştırma yöntemleri olan Centroid yöntemi ve Chen ve Hwang yöntemi (1992) ile karşılaştırmışlar ve sonuçta CFCS yönteminin daha büyük üyelik fonksiyonu ile daha büyük kesin değerleri verdiğini ve de çok kriterli bir karar verme modelinde hem kesin hem de bulanık sayıları kullanarak bulanık sayıları dönüştürmede kullanılabildiğini göstermişlerdir (Opricovic ve Tzeng, 2003, s.649).

CFCS yönteminin temeli, bulanık minimum ve maksimum değerlerini kullanarak sol ve sağ değerleri belirleme ve üyelik fonksiyonlarına bağlı olarak ağırlıklı ortalama gibi toplam değer hesaplamadır (Tseng ve Lin, 2009, s.524).

$z_{ij}^k = (l_{ij}^k, m_{ij}^k, r_{ij}^k)$ k tane değerlendiricinin ($k=1,2,\dots,p$) i kriterinin j kriterini etkileme derecesi ile ilgili bulanık değerlendirmeleridir. CFCS yönteminin 5 adımlı algoritması (10)-(17) formüllerinde gösterilmiştir (Opricovic ve Tzeng, 2003, s.643; Wu ve Lee, 2007, s.503):

1. Normalizasyon:

$$r_i^{max} = \max_j r_{ij}, l_i^{min} = \min_j l_{ij} \quad (10)$$

$$\Delta_{min}^{max} = r_i^{max} - l_i^{min} \quad (11)$$

Tüm a_j ($j=1,2,\dots,J$) için $xl_{ij}^k, xm_{ij}^k, xr_{ij}^k$ hesaplanmaktadır.

$$xl_{ij}^k = (l_{ij}^k - \min_l l_{ij}^k) / \Delta_{min}^{max} \quad (12)$$

2. ($j=1,2,\dots,J$) için sol (ls) ve sağ (rs) normalize değerlerin hesaplanması:

$$xls_{ij}^k = \frac{xm_{ij}^k}{1+xm_{ij}^k-xl_{ij}^k} \quad (13)$$

$$xrs_{ij}^k = \frac{xr_{ij}^k}{1+xr_{ij}^k-xm_{ij}^k} \quad (14)$$

3. ($j=1,2,\dots,J$) için toplam normalize kesin sayıların hesaplanması:

$$x_{ij}^k = [xls_{ij}^k(1 - xls_{ij}^k) + xrs_{ij}^k xrs_{ij}^k] / [1 - xls_{ij}^k + xrs_{ij}^k] \quad (15)$$

4. ($j=1,2,\dots,J$) için kesin değerlerin hesaplanması:

$$z_{ij}^k = \min_l l_{ij}^k + x_{ij}^k \Delta_{min}^{max} \quad (16)$$

5. Kesin değerlerin birleştirilmesi:

$$z_{ij} = \frac{1}{p} (z_{ij}^1 + z_{ij}^2 + \dots + z_{ij}^p) \quad (17)$$

Bulanık Dematel yönteminin adımları detaylı olarak aşağıda belirtilmiştir (Wu ve Lee, 2007, s.503):

Adım 1: Kriterleri bulanık dilsel ölçek kullanarak değerlendirme: Bu aşamada, değerlendirme için anlamlı ve önemli kriterlerin belirlenmesi faydalı olacaktır. Ancak değerlendirme kriterlerinin doğası gereği aralarında karmaşık nedensel ilişkiler olabilmektedir. Değerlendirmede kullanılan faktörleri "neden" ve "etki" gruplarına ayırmak için Dematel yöntemi kullanılmaktadır. Değerlendirmelerdeki anlamsal belirsizliklerle başa çıkabilmek için beş dilsel ifade ile gösterilen dilsel değişkenler kullanılmaktadır. Bu ifadeler Tablo 3.3'te gösterilmiştir.

Adım 2: Karar vericilerin değerlendirmelerini biraraya getirme ve ortalama matris hesaplama: Değerlendirme kriterleri arasındaki ilişkiyi ölçerken, bir grup uzmana kriterler arasındaki etkiler ve etki yönlerini sormak gerekmektedir. Daha sonra CFCS yöntemi kullanılarak yapılan bulanık değerlendirmeler durulaştırılmakta ve z_{ij} kesin değer olarak biraraya getirilmektedir. Bu amaçla, Opricovic ve Tzeng (2003) yönteminin yukarıda detaylı anlatılmış olan adımları uygulanmakta ve uygulama sonrasında Z başlangıç direkt-ilişki matrisi elde edilmektedir. Tüm uzmanların değerlendirmelerinin ortalamaları alınarak elde edilen $n \times n$ ortalama matrisi Z için ortalamalar (18) no'lu formül ile hesaplanmaktadır.

$$a_{ij} = \frac{1}{H} \sum_{k=1}^H x_{ij}^k \quad (18)$$

Tablo 3.3. Dematel İçin Bulanık Dilsel Ölçek

Dilsel Terim	Etki Puanı	Bulanık Üçgen Sayılar
Etki yok (N)	0	(0,0,0.25)
Çok düşük etki (VL)	1	(0,0.25,0.50)
Düşük etki (L)	2	(0.25,0.50,0.75)
Yüksek etki (H)	3	(0.50,0.75,1.00)
Çok yüksek etki (VH)	4	(0.75,1.00,1.00)

Kaynak: Wu ve Lee, 2007, s.503; Chang vd., 2011, s.1854

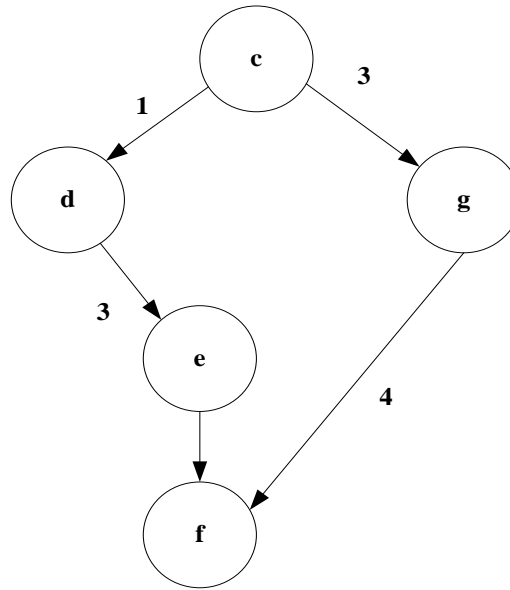
İlk direkt etkiyi gösteren $Z=[a_{ij}]$, ilk direkt ilişki matrisi olarak da adlandırılmaktadır. Ayrıca, her bir ikili faktör arasındaki nedensel ilişki, bir etki haritası (ağ ilişkileri haritası (network relationship map - NRM)) çizilerek de gösterilebilmektedir (Şekil 3.2). Bu harita üzerindeki her bir harf, sistemdeki bir kriteri göstermektedir. c 'den d 'ye giden ok, c 'nin d üzerinde etkisi olduğunu ve etkinin kuvvetinin 4 olduğunu göstermektedir. Dematel, bir sistemde faktörler boyunca olan yapısal ilişkileri, anlaşılır bir haritaya dönüştürmektedir.

Adım 3: Normalize direkt-ilişki matrisi hesaplama: Ortalama matris Z 'nin normalize edilmesiyle her bir elemanı $0-1$ arasında değişen X matrisi elde edilmekte olup bu matrisin hesaplanması için (19) ve (20) no'lu formüller kullanılmaktadır. Bu matriste köşegen elemanların değeri '0' dır (Tzeng vd., 2007, s.1032).

$$X = s.Z \quad (19)$$

$$s = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n z_{ij}} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (20)$$

X matrisinin elemanları, sistemin elemanları boyunca bağlamsal bir ilişki tanımlamaktadır.



Şekil 3.2. Etki Haritası

Kaynak: Chen ve Chen, 2010a, 1982

Adım 4: Toplam ilişki matrisini hesaplama: Normalize edilmiş ilk direkt ilişki matrisi sadece direkt ilişkileri göstermektedir. Problemlerin endirekt etkilerinin sürekli azalışı X matrisinin kuvvetleri ile hesaplanmakta ve Markov zincir matrisine benzer yakınsak çözümler garanti etmektedir (Chen, 2012a, s.27). Toplam ilişki matrisi $T = X(1-X)^{-1}$ formülü ile hesaplanmaktadır. I birim matristir. D ve R ise $n \times 1$ ve $1 \times n$ vektörleri olup, T matrisinin sırasıyla satır toplam ve kolon toplamlarını göstermektedir. D_i , T matrisinde i . sıranın toplamıdır ve i . faktör tarafından diğer faktörlere verilen direkt ve endirekt etkileri göstermektedir. R_j ise, T matrisinde j . kolonun toplamıdır ve diğer faktörler tarafından j . faktöre verilen direkt ve endirekt etkileri ifade etmektedir. $j=i$ olduğunda (D_i+R_j) , i . faktör tarafından alınan ve verilen toplam etkiyi göstermekte olup i . faktörün tüm sistemdeki önem derecesinin ifadesidir. (D_i-R_j) ise, i . faktörün sisteme katkısı olan net etkisini göstermektedir. Bu değer negatif olduğunda i . faktör etki grubuna dahil olup net bir alıcı/sonuç iken, pozitif

olduğunda neden grubuna dahil olup net bir nedendir. Pozitif olduğunda yani neden grubuna ait olduğunda, i . kriter, diğer kriterleri etkilemekte; negatif olduğunda yani etki grubunda yer aldığı ise, i . kriter, diğer faktörlerden etkilenmektedir (Lin ve Tzeng, 2009, s.9688). Neden grubundaki faktörleri hareket ettirmek zorken etki grubundaki faktörlere rahatlıkla müdahale edilebilmektedir (Wu ve Lee, 2007, s.505).

İlişki haritası (D_i+R_j , D_i-R_j) verileri kullanılarak elde edilmektedir (Wu, 2008, s.831). D_i+R_j harita üzerinde yatay ekseninde, D_i-R_j ise dikey ekseninde yer almaktadır (Wu ve Lee, 2007, s.503). D_i-R_j değeri, her bir kriter için etkinin kuvvetini göstermektedir. Yüksek D_i-R_j değerine sahip kriterlerin diğer kriterlere göre daha fazla etkisi bulunmaktadır ve yüksek ağırlığa sahip olması beklenmektedir. Düşük D_i-R_j değerlerinde ise, ilgili kriterin diğerlerinden daha fazla etkilendiği düşünülmektedir ve düşük ağırlığa sahip olması beklenmektedir. D_i+R_j değeri ise, her bir kriterin diğerleriyle olan ilişki seviyesini göstermekte olup, bu değeri yüksek olan kriter, diğer kriterlere göre daha çok ilişki içindedir. D_i-R_j değeri, D_i+R_j değerinden daha etkin ve kabul edilebilirdir (Seyed-Hosseini vd., 2006, s.874). Diğer kriterler üzerinde daha fazla etkiye sahip olan kriter sebep veya neden kriteri, diğer kriterlerden daha fazla etkilenen kriter ise, etki kriteri olarak adlandırılmaktadır (Tseng ve Lin, 2009, s.520).

Adım 5: Eşik değeri açıklama ve etki-ilişkiler-haritası elde etme: Sistemin karmaşıklığını yönetilebilir bir seviyede tutarken kriterler arasında yapısal ilişkiyi açıklamak için elde edilen T matrisinde bazı gözardı edilebilir etkileri filtrelemek adına p eşik değeri kullanılmaktadır. T matrisindeki her bir kriter, bir kriterin diğer kriter üzerindeki etkisi hakkında bilgi sağlarken, karar verici, T matrisinde yapısal ilişki matris içeriğinde karmaşıklığı azaltmak için bir eşik değerine ihtiyaç duymaktadır. T matrisinde eşik değerinden büyük olan etkiler seçilerek, etki-ilişkiler haritasında kullanılmaktadır. Tsai ve Hsu (2010), Shieh vd. (2010) ve Herat vd. (2012) çalışmalarında eşik değeri olarak T matrisi değerlerinin ortalamasını kullanmışlardır. T matrisindeki her bir değeri, etki-ilişkiler haritasında göstermek oldukça karmaşık olmakta ve karışıklık içinde gerekli bilgiler gözden kaçabilmektedir. Uygun bir harita elde etmek için, karar verici mutlaka bir eşik değeri belirlemelidir. Bu eşik değeri karar verici tarafından belirlenebileceği gibi uzmanların uzlaşması ile de elde edilebilmektedir (Lin ve Tzeng, 2009, s. 9688). Eğer bu değer çok yüksek seçilirse, birçok kriter bağımsız değişken olarak görünecek ve diğer kriterlerle olan ilişkileri gözükmeyecektir (Chen, 2012a, s.28). Bu değer düşük olduğunda ise, karar vermede birçok bilgi haritada yer alacak ve çok karışık bir harita elde edilecektir (Büyüközkan ve Öztürkcan, 2010, s.5837).

Adım 6: İçsel bağımlılık matrisini elde etme: Bu adımda, T toplam ilişki matrisindeki her bir kolonun toplamı, normalizasyon yöntemi ile bire eşitlenmekte ve içsel bağımlılık matrisi elde edilmektedir (Wu, 2008, s.831; Tseng ve Lin, 2009, s.526; Büyüközkan ve Öztürkcan, 2010, s.5837).

Bulanık Dematel yöntemi ile kriterler ve kriterlere ait boyutlar arası ilişkilerin belirlenmesi, kriterlerin neden ve etki kriterleri olarak tek tek incelenmesi, kriterlere ilişkin içsel bağımlılıkların hesaplanması ve ağ ilişkileri haritasının elde edilmesinin ardından bir sonraki adımda, DP seçiminde etkili olan kriter ağırlıklarının hesaplanması amaçlanmıştır. Bu çalışmada kriter ağırlıklarının hesaplanmasında Dematelli ANP (DANP) yöntemi tercih edilmiştir.

3.3. Dematelli ANP (DANP) Yöntemi

ANP yöntemi, ağırlıklandırılmış süpermatrisi elde ederken bir kolondaki her bir elemanı küme sayısına bölmektedir. Böylece her bir kolon toplamı aynı olmaktadır. Bu normalizasyon yöntemi her bir kümenin aynı etki ağırlığına sahip olmasına neden olmaktadır. Ancak Dematel sonucunda elde edilen değerlere bakıldığında kümelerin birbiri üzerine etkilerinin eşit olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla klasik ANP yöntemini kullanmak gerçekçi olmamaktadır. Ortalama yöntemi kullanarak elde edilen ağırlıklandırılmış süpermatris ile elde edilen ağırlıklar gerçekten daha yüksek veya düşük olabilmektedir (Yang ve Tzeng, 2011, s.1420). Dematel yöntemi, sadece faktörler/kriterler arasındaki ilişkileri, NRM ile yapılandırmakla kalmamakta ayrıca, ANP yönteminde süpermatristeki içsel bağımlılık normalizasyon prosesini de geliştirmektedir (Yang vd., 2013, s.483). Vujanovic vd. (2012) klasik ANP'de faktörler arası bağımlılıkların derecesi karşılıklı değer ile ifade edildiği için ($a_{12} = 3$ ise $a_{21} = 1/3$ gibi) Dematel yöntemine göre az gerçekçi sonuçlar verdiğinin de altını çizmişlerdir (Vujanovic vd., 2012, s.10557). Dematel tekniğini ANP yöntemi ile birleştiren Dematelli ANP (Dematel with ANP-DANP) yönteminden önce, ilk olarak bulanık ortamda ANP yönteminin anlatılması uygun görülmüştür.

Karar verme, işletmelerin ayakta kalabilmeleri ve varlıklarını sürdürebilmeleri için hedeflerine ulaştıracak alternatiflerden birini seçme sürecidir. Günümüzde işletmeler rekabetin çok sert olduğu iş ortamında, hızlı bir biçimde değişen koşullara göre kendilerini adapte etmek durumundadırlar. Böyle bir ortamda nitel ve nicel kriterler kullanılarak etkin karar vermek için bilimsel yöntemler kullanılmaktadır (Dağdeviren vd., 2005, s.117). Çok kriterli karar verme, birden fazla alternatife sahip bir problemde, bir karar vericinin en az iki kriter kullanarak seçim yapması olarak ifade edilmektedir. Son yıllarda oldukça yaygın

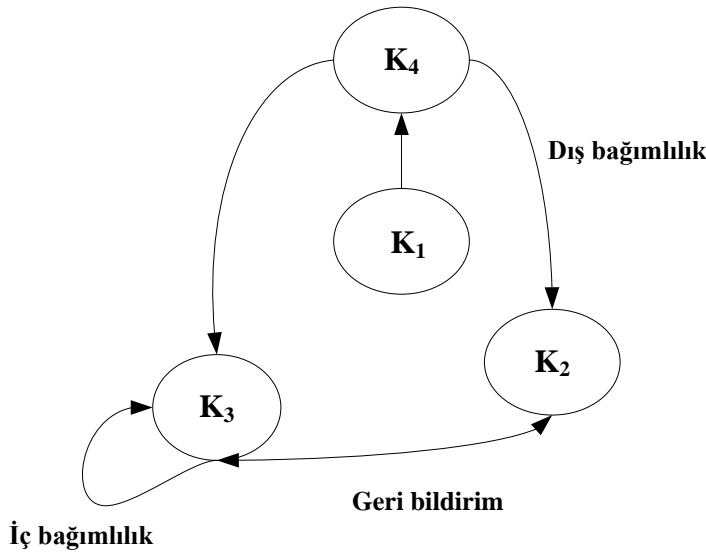
kullanılan AHP ve nispeten yeni uygulama alanları bulan ANP bu amaçla kullanılabilir çok kriterli karar verme yöntemlerindedir. Karar seviyeleri ve kriterler arasında karşılıklı ilişkilere izin veren ANP (Saaty, 1996), AHP (Saaty, 1980) yaklaşımının daha genel bir şeklidir. 1996'da Saaty tarafından AHP'nin eksikliklerini gidermek için geliştirilmiş olan (Yüksel ve Dağdeviren, 2010, s.1271) ANP, farklı seviyede kriterler ve alternatifler arasında ve boyunca bağımlılıkları dikkate alan çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Meade ve Sarkis'in (1998;1999) geri beslemeli model olarak adlandırdıkları ANP, alanda çalışan uzmanların düşünce, tecrübe ve bilgilerine dayanmaktadır (Anand vd., 2011, s.131). ANP yöntemi karar verme problemindeki elemanlar arasında karmaşık ilişkilerin iyi anlaşılabilmesine yardım etmekle birlikte aynı zamanda karar verme sürecinin güvenilirliğini de geliştirmektedir (Jharkharia ve Shankar, 2007, s.274).

ANP'de benzer özellikleri sahip bir grup eleman, kümeleri oluşturmaktadır. Farklı kümelerdeki elemanlar ve farklı gruplardaki elemanlar arasında olabileceği gibi aynı gruptaki elemanlar arasında da karşılıklı etkileşimler oluşabilmektedir. Elde edilen ağ yapısı sayesinde karar verme problemlerinde ANP, kapsamlı bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Karar problemini bir veya birçok yoldan etkileyebilen ve nitel ve nicel tüm faktör ve kriterlerin kullanılmasına olanak sağlayan bir süreçten oluşan ANP'de etki, temel kavramdır. ANP modelinde iki tip etkileşim bulunmaktadır: Bir kümenin elemanları arasında (içsel bağımlılık) ve farklı kümelere ait elemanlar arasında etkileşim (dışsal bağımlılık). Bu tip geri bildirimler, özellikle risk ve belirsizliğin olduğu durumlarda toplum içinde etkileşimin etkilerini belirlemede fayda sağlamaktadır. Karmaşık karar verme problemlerinin çözümlenmesinde etkili olan ANP'nin en önemli avantajlarından biri, formel bir ilişki olmamasından dolayı aralarında bağlantı kurulamayan karar değişkenleri arasında bağımlılığı inceleyen grup karar verme araçlarının kullanımını desteklemesidir (Wadhwa vd., 2007, s.419).

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan ANP, istatistiksel bir yöntem değildir. Karar verme amaçlı kullanılan bu araç, istatistiksel yöntemlerden farklıdır. Her ne kadar istatistiksel yöntemler, korelasyon katsayısı ile kriterlerin ağırlıklarını hesaplamada kullanılsa da, bu yöntemler her zaman daha büyük kümelere sonuçları genelledebilmek için uygun örnek büyüklüklerini kullanmaktadırlar. Karar verme yöntemleri, bu tip genellemeye ihtiyaç duymamaktadır. Bu yüzden tercih edilmektedirler (Cheng ve Li, 2006, s.829). ANP'nin en önemli avantajı, hem nicel hem de nitel verileri kullanarak kriterler arası bağımlılık ve geribildirim problemlerini çözmesidir. Ancak, bu yöntemle ilgili iki temel problem bulunmaktadır. Birinci problem, yapılan ikili karşılaştırmalardır. ANP'de karar verici "ilgi alanımız veya tercihimiz açısından bir kriterin diğer kriterle karşılaştırıldığında önemi ne

kadardır?" tarzı bir soruyla muhatap olmaktadır. Ancak bazen sorular, uzmanların anlayıp cevaplandırılması için zor ve anlaşılmaz olabilmektedir. İkinci problem ise, ANP'nin temeli olan, kriterler arasındaki ilişki yapısını belirlemektir. Farklı yapılar, farklı önceliklerle sonuçlanabilmektedir. Birçok kriteri dikkate alarak doğru ilişki yapısını oluşturmak karar verici için zor olmaktadır (Yu ve Tzeng, 2006, s.64).

ANP, AHP ile karşılaştırıldığında çok daha fazla zaman isteyen bir o kadar da hesaplama gerektiren bir yöntemdir çünkü tipik bir çalışmada bile çok sayıda ikili karşılaştırma matrisi ile uğraşmaktadır. Kontrol kriterleri, boyutlar ve kriterler arasındaki ilişkilerin varlığı, oldukça uzun, detaylı ve yorucu çaba gerektirmektedir. Ancak diğer taraftan ANP, karar hiyerarşileri boyunca bağımlılıkları ve ilişkileri yakalayabilmektedir. Bu da, AHP'ye göre ANP'nin daha güvenilir çözümler elde ettiği anlamına gelmektedir. AHP'nin daha kolay bir yöntem olmasına karşılık, karar almada alınabilecek riskin boyutları büyük olduğunda ANP'nin tercih edilmesi kaçınılmaz olmaktadır (Ayağ ve Özdemir, 2007, s.224). Bir örnek ANP yapısı Şekil 3.3'te gösterilmiştir.

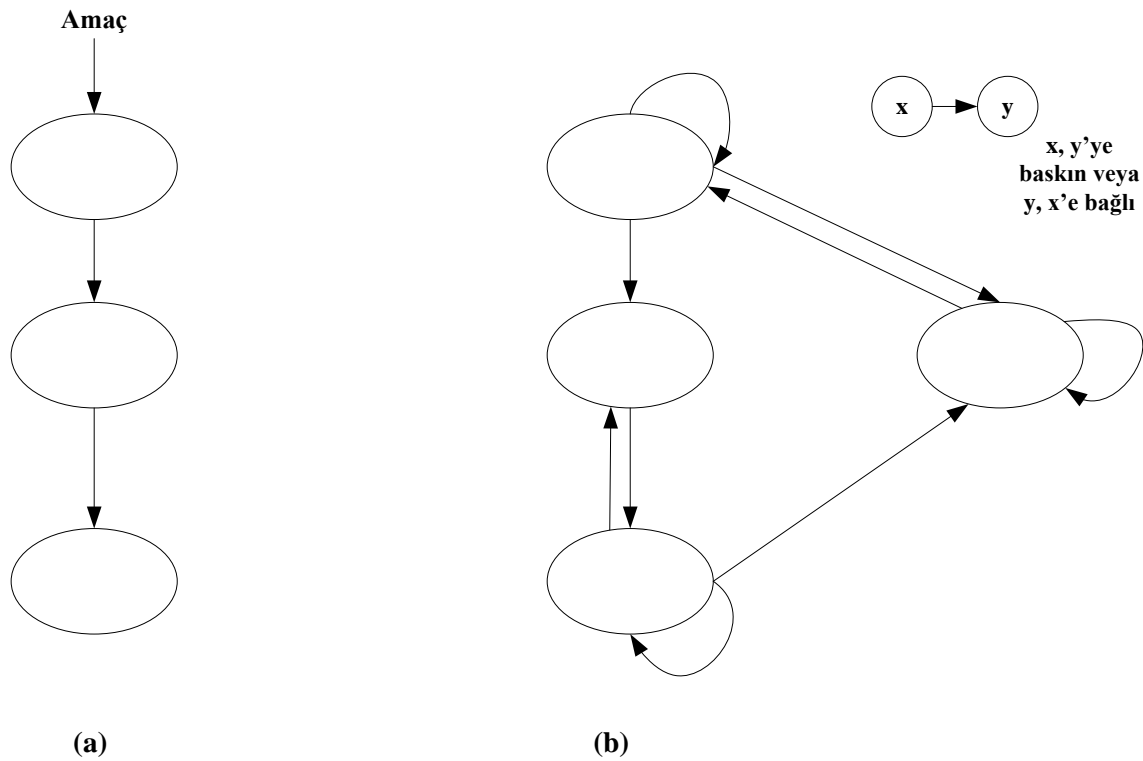


Şekil 3.3. Ağ Modeli

Kaynak: Saaty, 1999, s.48

ANP ile AHP arasındaki en büyük farklılık, ANP'nin bir süpermatris oluşturarak karar seviyeleri ve kriterler arasındaki ilişkileri birleşik ağırlıklar ile dikkate almasıdır (Dağdeviren ve Yüksel, 2010, s.1006). Hiyerarşik ilişkileri tek yönlü doğrusal gösteren AHP ile daha karmaşık ilişkileri göz önüne alan doğrusal olmayan, her yöne yayılabilen, kümeler arası döngüleri ve aynı küme içine dönüşleri olan ve bir ağ yapısına sahip ANP'nin arasındaki yapısal farklılık, Şekil 3.4 ile gösterilmiştir (Saaty ve Vargas, 2006, s.8).

Karmaşık riskli kararları almak için sadece değerlendirmelere değil, etkileşimlerden ne anlaşıldığını gösteren bir yapıya da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu basit yapı, AHP için hiyerarşik ve ANP için ise kümeler ve kümelerle birlikte alt kriterlerin etkileşimlerini gösteren bir yapıdır (Saaty, 2008, s.123). Hem AHP hem de ANP’de ağırlıklar, ikili karşılaştırma ve değerlendirmelerle hesaplanmaktadır. Birçok karar problemi, kriterler ve elemanlar arası etkileşim ve bağımlılıktan dolayı hiyerarşik olarak modellenemezler. Bir hiyerarşide olduğu gibi sadece kriterlerin önemi alternatiflerin önemini belirlemez ayrıca alternatiflerin kendilerinin önemi kriterlerin önemini de belirleyebilmektedir (Saaty, 2008, s.123; Saaty ve Vargas, 2006, s.7).



Şekil 3.4. Hiyerarşik (a) ve Ağ (b) Model Yapısı

Kaynak: Saaty ve Vargas, 2006, s.8

Yukarıda anlatılan klasik ANP yönteminde, karar vericiler alternatifler içinden en iyiyi seçerlerken belirsizlikler ve anlam çeşitlilikleri ile karşı karşıya kalabilmektedirler. Dahası, belirsizlik insan doğasında her zaman var olmakta ve insanlar tarafından yapılan nitel değerlendirmeler her zaman nesnel olmaktadır. Bulanık ANP, değerlendirme sürecindeki bulanıklığı açığa çıkarmada ANP’nin uzantısı olarak kullanılmaktadır. İnsan beyninin detayları çözme ve bilgi saklama konusundaki sınırlı yeteneğini gösteren doğası gereği kesin olmayan algı bazlı bilgidен türetilmiş yargıları yeterli bir biçimde ele alabilmektedir (Demirel vd., 2009, s.754). Bulanık ANP, bulanık AHP’nin geliştirilmiş hali olup hiyerarşiler yerini ağlara bırakmıştır. Bulanık AHP, hiyerarşi oluşturacak şekilde bir problemi birçok seviyeye

bölerken, bulanık ANP karar seviyeleri ve kriterler arası karşılıklı ilişkileri dikkate almaktadır. Dolayısıyla bulanık ANP bir ağ yapısı oluşturan sistemin elemanları arasında etkileşim olduğunda etkin bir araç olarak kullanılabilir (Shafieezadeh ve Hajfataliha, 2009, s.127).

Bulanık ANP, ikili karşılaştırma sürecinde klasik ANP'ye göre daha uygulanabilir sonuçlar verebilmektedir. Bu yöntem, ikili karşılaştırma sürecinde belirsizlikleri ve bulanıklıkları daha iyi modellemekte ve sübjektif değerlendirmelerde karar vericilerin risk karşısında tutumları ve güven seviyeleri için yeterli etkiyi yaratmaktadır (Mikhailov ve Singh, 2003, s.41):

Bulanık ANP, bulanık AHP yönteminin aşamalarını izlemektedir. Buradaki önemli konu, kriterler arası içsel bağımlılıktır. Bu çalışmada içsel bağımlılıkların tespit edilmesinde bulanık Dematel yönteminden yararlanılmıştır. Değerlendirmelerde kullanılan değişkenler Tablo 3.4'te gösterilmiştir.

Literatürde kullanılan yöntemlerin bir çoğu yorucu aritmetik işlemlerle uğraşmanın yanında, kesin bir sonuca ulaşmak için çok fazla durulaştırma işlemine gerek duymaktadırlar. Hesaplamalarda üçgensel bulanık sayıların kesişimi kullanılması nedeniyle bahsedilen bu dezavantajlar, Chang (1996) yaklaşımında geçerli olmamaktadır (Demirel vd., 2009, s.752). Bu nedenle bu çalışma kapsamında literatürde bulanık AHP'de en yaygın kullanılan Chang (1996) yaklaşımı tercih edilmiştir.

Tablo 3.4. İkili Karşılaştırmalar İçin Bulanık Dilsel Ölçek

Dilsel Ölçek	Üçgensel Bulanık Sayı
Aynı Derecede Önemli	(1/2, 1, 3/2)
Çok Az Önemli	(1, 3/2, 2)
Kuvvetli Derecede Önemli	(3/2, 2, 5/2)
Çok Kuvvetli Derecede Önemli	(2, 5/2, 3)
Aşırı Derecede Önemli	(5/2, 3, 7/2)

Kaynak: Perçin, 2008, s.273

Chang'in yöntemine geçmeden önce karar vericilerin yapmış oldukları değerlendirmelerin tutarlılığının ölçülmesi gerekmektedir. Tutarlılıkların ölçülmesi için (l, m, u) üçgensel bulanık sayıları kesin sayıya dönüştürmek için çok çeşitli teknikler bulunmaktadır. Bu çalışmada Kwong ve Bai (2003) yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşımda üçgensel bulanık sayı $M = (l, m, u)$ (21) no'lu formül ile durulaştırıldıktan sonra klasik AHP'deki tutarlılık analizi gerçekleştirilmektedir. Tutarlılık analizi işlemleri (21) ve (22) no'lu formüller ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Kesin sayı} = (l+4m+u)/6$$

(21)

Karşılaştırmaların tutarlı olup olmadıklarını belirlemek için ikili karşılaştırma matrisleri esnasında her bir matrisin tutarlık oranı (CR) (23) no'lu formül ile hesaplanmaktadır. (22) no'lu formül ile hesaplanan tutarlılık endeksinin (CI), tesadüfilik endeksine (RI) bölünmesiyle elde edilen tutarlılık oranı 0.10 değerinden küçük olursa matris tutarlı olup işlemlere devam edilmektedir. 0.10'dan büyük olması halinde ise, ikili karşılaştırma değerleri tekrar gözden geçirilmektedir.

$$\text{Tutarlılık endeksi } (CI) = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \quad (22)$$

$$\text{Tutarlılık oranı } (CR) = (CI)/(RI)_n \quad (23)$$

n , matris boyutudur. Tesadüfilik endeksi için ise Tablo 3.5'ten yararlanılmaktadır.

Tablo 3.5. Tesadüfilik Endeksi

(n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49	1.51	1.54	1.56	1.57	1.58

Kaynak: Saaty, 1994, s.84; Göksu ve Güngör, 2008, s.8

İkili karşılaştırmaların tutarlılıklarının hesaplanmasından sonra Chang'in (1996) genişletilmiş analiz yaklaşımı uygulanabilmektedir. Bu yöntemin algoritması şu şekildedir (Yüksel ve Dağdeviren, 2010, s.1272-1273):

Kriter kümesi $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, amaç kümesi $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ olsun. Her bir kriter, her bir amaç için gerçekleştirilen g_i değerleri almaktadır. Her bir kriter için genişletilmiş analiz değeri elde edilmektedir ve (24) no'lu ifade ile gösterilmektedir.

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (24)$$

Tüm $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, \dots, m$) değerleri, bileşenleri (l, m, u) olan üçgensel bulanık sayılardır. Genişletilmiş analizinin adımları şu şekildedir:

Adım 1: Kriter i 'ye göre bulanık sentetik büyüklük değeri hesaplanması (25) no'lu formül ile gösterilmiştir:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (25)$$

Burada, S_i , i . kriterin bulanık sentez değerini; $M_{g_i}^j$, i . kritere göre j . kriterin bulanık karşılaştırma değerini göstermektedir. $\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ 'nin hesaplanması, (26) ve (27) no'lu formüllerle gösterilmiştir. Öncelikle, m değerleri üzerinde bulanık toplama işlemi gerçekleştirilmektedir.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (26)$$

$j=1,2,\dots,m$ değerleri üzerinde bulanık toplama işlemi yapılmaktadır.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i) \quad (27)$$

(27) no'lu ifadenin tersi (28) no'lu ifade ile hesaplanmaktadır.

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (28)$$

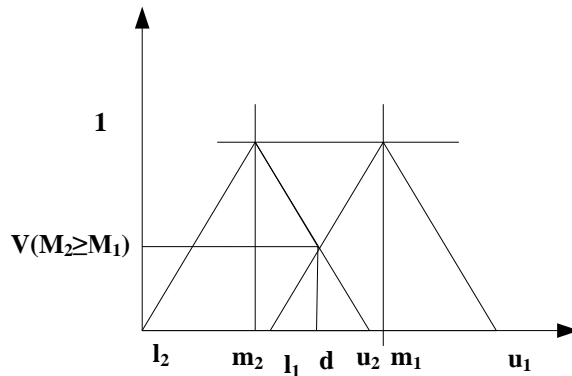
Adım 2: $M_2=(l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ifadesinin olasılık derecesi (29) ve (30) no'lu formüllerle gösterilmektedir.

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min \mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)] \quad (29)$$

Başka bir ifadeyle

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{diğer} \end{cases} \quad (30)$$

ile gösterilmektedir. $V(M_2 \geq M_1)$, Şekil 3.5 ile gösterilmiştir. D , μ_{M_1} ve μ_{M_2} arasındaki en yüksek kesişim noktasıdır. M_1 ve M_2 'nin karşılaştırılabilmesi için $V(M_2 \geq M_1)$ ve $V(M_1 \geq M_2)$, değerlerinin tümünün bilinmesi gerekmektedir.



Şekil 3.5. M_1 ve M_2 Arasındaki Kesişim Noktası

Kaynak: Perçin, 2008, s.272

Adım 3: Bir konveks bulanık sayının k tane konveks bulanık sayıdan M_i ($i=1,2,\dots,k$) büyük olmasının olasılık derecesi (31) ve (32) no'lu formüllerle gösterilmektedir.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i) \quad (31)$$

$$i=1,2,\dots,k \quad k=1,2,\dots,n; k \neq i$$

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (32)$$

olduğunda ağırlık vektörünün hesaplanması (33) no'lu formülle ifade edilmiştir. A_i ($i=1,2, \dots, n$) n sayısı kadardır.

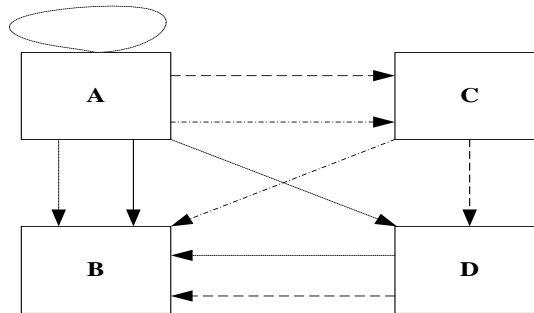
$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (33)$$

Adım 4: Ağırlık vektörleri normalize edilmektedir. W ağırlık vektörü, bulanık olmayan bir sayıdır ve (34) no'lu ifade ile gösterilmektedir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (34)$$

Bu çalışmada, Chang (1996) yaklaşımı ile ağırlıkların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Elde edilen bu ağırlıklar, ANP ağırlıklandırılmamış süpermatrise girilmektedir. ANP'de tüm etkileşimler, ikili karşılaştırma matrisleri ve bir süpermatris ile gösterilmektedir. Süpermatris, bir kriterin diğer tüm kriterler üzerindeki etkisini gösterecek biçimde yapılan ikili karşılaştırma matrislerinden hesaplanan öncelik vektörleri ile elde edilmektedir (Dağdeviren vd., 2005, s.117). ANP yönteminde analizler, ikili karşılaştırmalar sonucu her bir elemanın görece önem vektörlerini gösteren ağırlıklandırılmamış süpermatris, ilgili elemanın bağlı bulunduğu küme ağırlığı ile çarpılması sonucu elde edilen ağırlıklandırılmış süpermatris ve ağırlıklandırılmış süpermatrisin limitinin alınması ile elde edilen limit süpermatris olmak üzere üç tür matris kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Görener, 2009, s.103). Aşağıda bu üç süpermatris detaylı olarak anlatılmıştır.

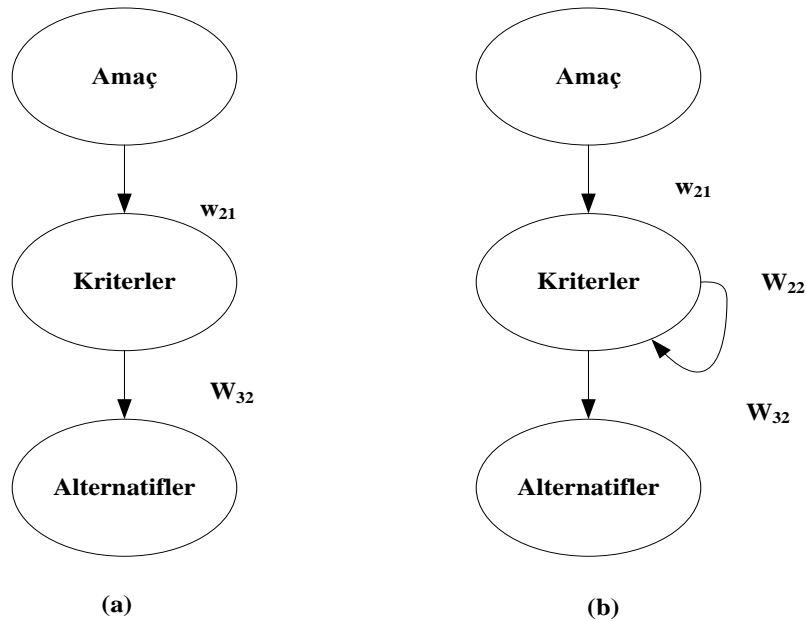
Ağırlıklandırılmamış süpermatris: Saaty'nin (1996), Markov zinciri prosesine benzettiği süpermatris, bir kümedeki elemanların diğer kümelerdeki elemanlarla etkileşimini gösteren dış bağımlılığa, aynı küme içi elemanların birbiriyle etkileşimini gösteren iç bağımlılığa ait vektörlerin ilgili matrise sütun olarak girilmesiyle elde edilmektedir. Bu matris içinde küme etkileşimleri bulunmamaktadır. ANP'de, sistemin elemanları arasında var olan etkileşimlerin ve karşılıklı bağımlılıkların etkilerini çözümlenmesi için süpermatris oluşturulmaktadır (Meade ve Presley, 2002, s.64).



Şekil 3.6. A Elemanının B Elemanı Üzerinde Doğrudan ve Dolaylı Etkileri

Kaynak: Anık, 2007, s.31

ANP yönteminde, bir modelde kriterler, sadece tek bir yol ile değil birden fazla yol boyunca etkileşim içinde olabilirler. Modeldeki herhangi bir kriterin, bir diğer kriterle göre önceliği, birden fazla farklı şekilde ölçülebilmektedir. Örneğin, Şekil 3.6'da A elemanın B elemanı üzerindeki doğrudan etkisi düz çizgi ile gösterilmiştir. Doğrudan etkiler, birinci dereceden etkiler olarak da adlandırılabilir ve bu tip etkiler süpermatris yardımıyla da görülebilmektedir. A elemanın B elemanı üzerindeki etkisi, C elemanı üzerinden olduğunda ise bu etki, A elemanın C elemanına etkisi ile C elemanın B elemanına etkisinin çarpımından elde edilmektedir. A elemanın B elemanı üzerindeki ikinci dereceden dolaylı tüm etkilerinin toplamı da, etki matrisinin karesinin alınmasıyla hesaplanmaktadır. A elemanın B elemanı üzerinde üçüncü dereceden dolaylı etkisi ise, A elemanın C elemanına etkisi, C elemanın D elemanına etkisi ve D elemanın B elemanına etkisinin çarpılmasıyla dolayısıyla etki matrisinin küpünün alınması ile elde edilmektedir (Anık, 2007, s.31).



Şekil 3.7. Hiyerarşik (a) ve Ağ (b) Model İçin Süpermatris Yapısı

Kaynak: Saaty, 1996, s.88; Wey ve Wu, 2007, s.989

Şekil 3.7'de hem hiyerarşik bir yapı (a) hem de bir ağ yapısı (b) yer almaktadır. Hiyerarşik bir yapının (a) süpermatrisi $W = \begin{bmatrix} \text{Hedef} & 0 & 0 & 0 \\ \text{Kriter} & w_{21} & 0 & 0 \\ \text{Alternatif} & 0 & W_{32} & I \end{bmatrix}$ ile gösterilmektedir. w_{21} , hedefe göre kriter etkilerini gösteren bir vektör, W_{32} her bir alternatif üzerindeki kriterlerin etkisini gösteren matris ve I ise birim matristir. Aralarında ilişki bulunmayan iki elemanın kesiştiği nokta ise süpermatriste '0' değerini almaktadır. Ancak aynı durum ağ yapısı (b) ile

incelendiğinde, süpermatris $W = \begin{matrix} \text{Hedef} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & w_{22} & 0 \\ 0 & w_{32} & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$ şeklinde gösterilmektedir. W_{22} ile kriterler arası ilişki ifade edilmektedir (Saaty, 1996, s.88).

Bir ağda genellikle elemanlar arasında bağımlılık olduğundan süpermatriste '0' değerinin olmaması gerekmektedir ve genellikle süpermatrisin sütun toplamları birden büyük olmaktadır. Süpermatrisin oluşturulmasından sonra yapılacak ilk iş, matrisin tüm sütun toplamları '1' olacak şekilde stokastik hale getirmektir (Okul, 2007, s.53).

Ağırlıklandırılmış süpermatris: ANP'de kümelerin birbirleri üzerindeki ağırlıklarının hesaplandığı ve kümelerin birbirleriyle olan etkileşiminin gösterildiği küme ağırlıkları matrisi oluşturulmaktadır (Kulaç, 2006, s.65). ANP'de genellikle, kümelerin eşit ağırlığa sahip olduğu kabul edilmektedir. Bu kümeden elde edilen değerler ile ağırlıklandırılmamış süpermatrisin çarpılması sonucu ağırlıklandırılmış süpermatris elde edilmektedir. Her süpermatristeki göreceli ağırlıklar, içinde yer aldıkları kümenin ağırlığıyla çarpılarak kümelerin ağırlıkları da ağ yapısına dahil edilmektedir.

Limit süpermatris: Süpermatrisin satır ve sütunları durağanlaşmaya kadar elemanların birbiri üzerindeki uzun dönemli etkilerini belirlemek için $(2k+1)$. kuvveti alınmaktadır. Buradaki k , rasgele seçilmiş büyük bir sayıdır. Elde edilen limit matristeki her sütunun normalleştirilmesiyle alternatiflerin içinde en yüksek ağırlığa sahip alternatif seçilmektedir. Ancak eğer süpermatris döngüsellik etkisine sahip ise, tek bir limit süpermatris olmaz. Bu durumda iki veya daha fazla limit süpermatris olacak ve (35) no'lu formül ile gösterilen Cesaro toplamı öncelik hesaplamada kullanılacaktır.

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N W_j^k \right) \quad (35)$$

Cesaro toplamı, limit süpermatrisin etkisinin ortalamasını hesaplamada kullanılmaktadır. W_j , j . limit süpermatrisi göstermektedir. Aksi takdirde süpermatris, öncelik ağırlıklarını hesaplamak için çok büyük kuvvete ihtiyaç duymaktadır (Yu ve Tzeng, 2006, s.66).

Bulanık ANP yönteminde Chang (1996) yaklaşımı kullanılarak ağırlıkların elde edilmesinin ardından izlenecek olan adımlar aşağıda belirtilmiştir (Shafieezadeh ve Hajfataliha, 2009, s.128; Özdağoğlu, 2008, s.86):

Adım 1: Ağ üzerinde yer alan ve bulanık AHP ile elde edilen kriterlerin ağırlıkları, sütun matris (W_i) olarak süpermatrisi oluşturmaktadır.

Adım 2: Ağırlıklı süpermatris elde edilmektedir.

Adım 3: Limit süpermatris hesaplanmaktadır.

Adım 4: Alt ölçütlerin ağırlıkları hesaplanmaktadır. Her bir alt kritere göre alternatiflerin aldığı değerler, alt kriterin bağlı olduğu ana kriterin önem düzeyi ile çarpılarak genel önem düzeyleri elde edilmektedir.

$$GW_{ij} = W_i * W_{ij} \quad (36)$$

W_i : i . ana kriterin önem düzeyi, $i=1,2,\dots,n$, W_{ij} : j . alt kriterin bağlı bulunduğu i . ana kritere göre yerel önem düzeyi, $j=1,2,\dots,m$, GW_{ij} : i . ana kriterin j . alt kritere göre genel önem düzeyi, n : ana kriter sayısı, m : i . ana kritere bağlı alt kriter sayısıdır.

Adım 5: Alternatifler ağırlıklandırılmaktadır. Alt kriterlerin önem düzeylerinin belirlenmesinden sonra, alternatiflerin ağırlıklandırılması işlemi de Chang (1996) algoritması ile elde edilmektedir. Sonrasında, her bir alt kritere göre alternatiflerin değeri, alt kriterin genel önem düzeyi ile çarpılmakta ve alternatiflerin her bir kritere göre ağırlıkları (37) no'lu formül ile hesaplanmaktadır.

$$GW_{ijk} = GW_{ij} * W_{ijk} \quad (37)$$

GW_{ijk} : i . ana kriterin j . alt kritere göre k . alternatifin genel önem düzeyi, GW_{ij} : i . ana kriterin j . alt kritere göre genel önem düzeyi, W_{ijk} : i . ana kriterin j . alt kriterine göre k . alternatifin yerel önem düzeyi ($i=1,2,\dots,n$; $j=1,2,\dots,m$ ve $k=1,2,\dots,s$), n : ana kriter sayısı, m : i . ana kritere bağlı alt kriter sayısı, s : alternatif sayısıdır.

Adım 6: Çözüm belirlenmektedir. Her alt kritere göre alternatiflerin aldığı değerler toplanmakta ve genel değer elde edilmektedir.

$$W_k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m GW_{ijk} \quad k = 1,2,\dots,s \quad (38)$$

W_k : k . alternatifin genel değeri, GW_{ijk} : i . ana kriterin j . alt kritere göre k . alternatifin genel önem düzeyidir.

DANP yöntemi ise, yukarıda anlatılan ANP yönteminin Dematel yöntemi ile birlikte kullanılması ile ortaya çıkan bir yöntemdir. Bu çalışmada kullanılan T_C ve T_D matrislerinin bulanık Dematel yöntemi ile elde edilmesinden dolayı bulanık ortamda DANP olarak tanımlanan bu yöntemin adımları aşağıda verilmiştir (Chen vd., 2011; Lee vd., 2011; Liu vd., 2012; Wang ve Tzeng, 2012; Hung vd., 2012; Chiu vd., 2013):

İlk olarak kriterler ve boyutların etkilerini içeren bir ağ yapısı kurulmaktadır. Kriterlerden elde edilen toplam etki matrisi $T_C = [t_{ij}]_{n \times n}$ ve kümelerden elde edilen toplam etki matrisi ise, $T_D = [t_{ij}^D]_{m \times m}$ olarak adlandırılmaktadır. Toplam etki matrisi T_D kullanılarak kümelerin ANP ağırlıkları için T_C matrisi normalize edilmektedir.

Adım 1: Ağırlıklandırılmamış süpermatrisin oluşturulması: Kriterler arasındaki ilişkileri gösteren toplam etki matrisi T_C Dematel yönteminden elde edilmektedir ve (39) no'lu matris ile gösterilmiştir.

$$T_C = \begin{bmatrix} t_c^{11} & \dots & t_c^{1j} & \dots & t_c^{1n} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_c^{i1} & \dots & t_c^{ij} & \dots & t_c^{in} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_c^{n1} & \dots & t_c^{nj} & \dots & t_c^{nn} \end{bmatrix} \quad (39)$$

T_C matrisi normalize edilmesiyle yeni bir matris T_C^α elde edilmektedir. Bu matris (40) no'lu ifade de gösterilmiştir. Normalizasyon işlemi için her bir kümenin her bir satırının toplamı, o satırdaki değerlere bölünmektedir.

$$T_C^\alpha = \begin{bmatrix} t_c^{\alpha 11} & \dots & t_c^{\alpha 1j} & \dots & t_c^{\alpha 1n} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_c^{\alpha i1} & \dots & t_c^{\alpha ij} & \dots & t_c^{\alpha in} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_c^{\alpha n1} & \dots & t_c^{\alpha nj} & \dots & t_c^{\alpha nn} \end{bmatrix} \quad (40)$$

(41) ve (42) formülleri ile $t_c^{\alpha 11}$ normalize edilmekte ve bu işlem $t_c^{\alpha nn}$ elde edilinceye kadar devam ettirilmektedir.

$$d_i^{11} = \sum_{j=1}^{m_1} t_c^{11j}, i = 1, 2, \dots, m_1 \quad (41)$$

$$T_C^{\alpha 11} = \begin{bmatrix} t_c^{11}/d_1^{11} & \dots & t_c^{1j}/d_1^{11} & \dots & t_c^{1m_1}/d_1^{11} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_c^{i1}/d_i^{11} & \dots & t_c^{ij}/d_i^{11} & \dots & t_c^{im_1}/d_i^{11} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_c^{m_1 1}/d_{m_1}^{11} & \dots & t_c^{m_1 j}/d_{m_1}^{11} & \dots & t_c^{m_1 m_1}/d_{m_1}^{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_c^{\alpha 11} & \dots & t_c^{\alpha 1j} & \dots & t_c^{\alpha 1m_1} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_c^{\alpha i1} & \dots & t_c^{\alpha ij} & \dots & t_c^{\alpha im_1} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_c^{\alpha m_1 1} & \dots & t_c^{\alpha m_1 j} & \dots & t_c^{\alpha m_1 m_1} \end{bmatrix} \quad (42)$$

Ağırlıklandırılmamış süpermatris (43) no'lu ifade ile gösterilmiştir. Oluşan yeni matris, normalize edilmiş etki matrisi (W) olarak adlandırılır. T_C^α matrisinin transpozunun alınmış halidir.

$$W = (T_C^\alpha)' = \begin{bmatrix} W^{11} & \dots & W^{i1} & \dots & W^{n1} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ W^{1j} & \dots & W^{ij} & \dots & W^{nj} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ W^{1n} & \dots & W^{in} & \dots & W^{nn} \end{bmatrix} \quad (43)$$

Bu matriste bir boş hücre veya değeri '0' olan bir eleman var ise, bu durum küme veya kriterin bağımsız olduğunu ve ilgili kriterlerin aralarında bir ilişki bulunmadığını göstermektedir.

Adım 2: Ağırlıklandırılmış süpermatrisin elde edilmesi: T_D matrisi normalize edilerek (45) no'lu ifade ile gösterilmiş olan T_D^α matrisi elde edilmektedir.

$$T_D = \begin{bmatrix} t_D^{11} & \dots & t_D^{1j} & \dots & t_D^{1n} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_D^{i1} & \dots & t_D^{ij} & \dots & t_D^{in} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_D^{n1} & \dots & t_D^{nj} & \dots & t_D^{nn} \end{bmatrix} \quad (44)$$

$$\sum_{j=1}^n t^{ij} = d_i \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

$$T_D^\alpha = \begin{bmatrix} t_D^{11}/d_1 & \dots & t_D^{1j}/d_1 & \dots & t_D^{1n}/d_1 \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_D^{i1}/d_i & \dots & t_D^{ij}/d_i & \dots & t_D^{in}/d_i \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_D^{n1}/d_n & \dots & t_D^{nj}/d_n & \dots & t_D^{nn}/d_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_D^{\alpha 11} & \dots & t_D^{\alpha 1j} & \dots & t_D^{\alpha 1n} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_D^{\alpha i1} & \dots & t_D^{\alpha ij} & \dots & t_D^{\alpha in} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_D^{\alpha n1} & \dots & t_D^{\alpha nj} & \dots & t_D^{\alpha nn} \end{bmatrix} \quad (45)$$

Daha sonra (46)'daki formül yardımıyla ağırlıklandırılmış süpermatris hesaplanmaktadır.

$$W^\alpha = T_D^\alpha W = \begin{bmatrix} t_D^{\alpha 11} \times W^{11} & \dots & t_D^{\alpha i1} \times W^{i1} & \dots & t_D^{\alpha n1} \times W^{n1} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_D^{\alpha 1j} \times W^{1j} & \dots & t_D^{\alpha ij} \times W^{ij} & \dots & t_D^{\alpha nj} \times W^{nj} \\ \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ t_D^{\alpha 1n} \times W^{1n} & \dots & t_D^{\alpha in} \times W^{in} & \dots & t_D^{\alpha nn} \times W^{nn} \end{bmatrix} \quad (46)$$

Adım 3: Limit süpermatrisin elde edilmesi: Ağırlıklandırılmış süpermatrisin k . kuvveti (k rastgele seçilmiş büyük bir sayıdır) (35) no'lu formül yardımıyla alınarak süpermatrisin yakınsaması sağlanmaktadır. Kriterlerin birbiri üzerindeki uzun dönemli nispi etkilerini belirlemek ve önem ağırlıklarını eşitlemek için ağırlıklandırılmış süpermatrisin $(2k+1)$. kuvveti alınarak, süpermatrisin yakınsaması sağlanmaktadır böylece yeni elde edilen matrisin bütün kolon değerleri aynı olmaktadır (Onut vd., 2008, s.370).

Çalışmalar, ağırlıklandırılmamış süpermatrisin normalize edilmesinde DANP yönteminin, normalizasyon işleminde ANP'nin her bir kümenin eşit ağırlığa sahip olduğu varsayımına göre daha kabul edilebilir sonuçlar verdiğini göstermiştir. DANP yaklaşımı kümeler boyunca farklı etki derecelerine ait problemleri çözümlemede klasik yöntemle göre daha uygun bulunmuştur (Yang vd., 2013, s.483). Liu vd. (2012), DANP yönteminin ANP'ye göre daha kullanışlı olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmada elde edilen DANP sonuçlarının uygunluğunu tespit edebilmek için kriter ağırlıkları, iki aşamalı Dematel-ANP yöntemi ile de hesaplanmıştır. Bu yöntemin iki kullanım şekli bulunmaktadır. Bunlardan birincisinde, bu yöntemin birinci aşamasında Dematel yöntemi ile elde edilen ağ ilişkileri haritası, ikinci aşamasında ANP'nin kriterleri arasındaki ilişkileri modellemek için kullanılabilir. İkinci kullanım şeklinde ise bu yöntem, birinci aşamada Dematel yöntemi ile elde edilen T matrisini, ikinci aşamada kullanılmak üzere normalize ederek ANP'nin ağırlıklandırılmamış süpermatrisinde kullanılmasını sağlayabilmektedir. Bu çalışmada DANP yönteminin sonuçlarını karşılaştırmak için ikinci kullanım şekli tercih edilmiştir. ANP'nin sadece Dematel yöntemi ile elde edilen ağ ilişkileri haritasını kullandığı çalışmalarda ne yazık ki, kriterler arası içsel bağımlılıkların değerlendirilmesi istenen düzeyde gerçekleşmemiştir (Tseng, 2009a, s.182). Bu nedenle, ANP yönteminde ağırlıklandırılmamış süpermatristen önce, kriterler arası içsel bağımlılıkların değerlendirilmesi için Dematel yöntemi tercih edilmektedir. Teorik olarak içsel bağımlılıklar ANP ile hesaplanabilmektedir. Ancak tecrübeler, Dematel yönteminin karar vermede daha değerli bilgiler ürettiğini göstermektedir (Tseng, 2009a, s.186; Wu, 2008, s.830). Kriterler arası bağımlılıkları ve geri bildirimleri tespit etmek, ANP yöntemiyle oldukça zordur. Bu nedenle, Dematel yöntemi kullanılmaktadır. Dematel yöntemi ile elde edilen ağ ilişkileri haritasından, birbiriyle ilişkisi olan veya geri bildirimleri olan kriterler rahatlıkla görülebilmektedir (Shen vd., 2011, s.1471).

Çalışmada DANP yönteminin tercih edilmesinin altında, bu yöntemin ağırlıklandırılmamış süpermatriste kümelerin aynı etkiye sahip olmadığı varsayımıyla hareket etmesi yatmaktadır. Dolayısıyla kriter ağırlıklarının hesaplanmasında klasik ANP yerine, daha gerçekçi sonuçlar veren DANP yöntemi kullanılmıştır.

3.4. Bulanık TOPSIS Yöntemi

İlk olarak Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen TOPSIS yöntemi, seçilen alternatifin pozitif ideal çözümden (positive ideal solution - PIS) en kısa mesafede, negatif ideal çözümden (negative ideal solution - NIS) ise en uzak mesafede olması temellidir (Chen, 2000, s.2). PIS, fayda kriterini maksimize eden, maliyet kriterini minimize eden çözümdür, NIS ise, maliyet kriterini maksimize eden, fayda kriterini minimize eden çözümdür (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008, s.786). Birçok koşul altında, kesin veriler gerçek hayat durumlarını modellemede yetersiz kalmaktadır. Kişilerin tercihlerini içeren değerlendirmelerin belirsiz olması durumunda karar vericiler, tercihlerini kesin sayısal değerlerle tahminlemek yerine daha gerçekçi bir yaklaşım için dilsel değişkenleri kullanmaktadırlar. Bu amaçla bulanık ortamda TOPSIS yöntemi tercih edilmektedir.

Veri setindeki ve grup kararı alma sürecindeki bulanıklığı dikkate alacak biçimde kriterlerin ağırlıklarını belirleme (Tablo 3.6) ve her bir alternatifin her bir kritere göre değerlemede dilsel değişkenler (Tablo 3.7) kullanılmaktadır. Karar vericilerin değerlendirmeleri ile elde edilen, satırlarında alternatiflerin sütunlarında ise kriterlerin yer aldığı (Paksoy vd., 2013, s.152) karar matrisi, bulanık karar matrisine dönüştürülmekte ve kriterlerin ağırlıklandırılmasının ardından ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilmektedir. Bulanık pozitif ideal çözüm (FPIS) ve bulanık negatif ideal çözüm (FNIS) belirlenmekte ve iki üçgensel bulanık değerlendirme arasındaki mesafe Vertex yöntemi ile hesaplanmaktadır. Vertex yöntemiyle, her bir alternatifin FPIS ve FNIS'tan uzaklığı elde edilmektedir. Son olarak, her bir alternatif için yakınlık katsayısı hesaplanmakta ve bu değeri en yüksek olan alternatif, FPIS'a en yakın ve aynı zamanda FNIS'a en uzak alternatif olarak seçilmektedir (Chen, 2000, s.2).

Bulanık TOPSIS adımları aşağıda detaylı anlatılmıştır (Chen, 2000, s.5-6; Sun, 2010, s.7747-7748):

Tablo 3.6. Kriter Ağırlıklarını Belirlemede Kullanılan Bulanık Dilsel Ölçek

Dilsel Değişken	Bulanık Üçgensel Sayı
Çok Düşük (Very Low)	(0.00, 0.00, 0.10)
Düşük (Low)	(0.00, 0.10, 0.30)
Orta Düzeyde Düşük (Medium Low)	(0.10, 0.30, 0.50)
Orta (Medium)	(0.30, 0.50, 0.70)
Orta Düzeyde Yüksek (Medium High)	(0.50, 0.70, 0.90)
Yüksek (High)	(0.70, 0.90, 1.00)
Çok Yüksek (Very High)	(0.90, 1.00, 1.00)

Kaynak: Chen, 2000, s.5

Tablo 3.7. Alternatiflerin Sıralanmasında Kullanılan Bulanık Dilsel Ölçek

Dilsel Değişken	Bulanık Üçgensel Sayı
Çok Kötü (Very Poor)	(0, 0, 1)
Kötü (Poor)	(0, 1, 3)
Orta Düzeyde Kötü (Medium Poor)	(1, 3, 5)
Orta (Fair)	(3, 5, 7)
Orta Düzeyde İyi (Medium Good)	(5, 7, 9)
İyi (Good)	(7, 9, 10)
Çok İyi (Very Good)	(9, 10, 10)

Kaynak: Chen, 2000, s.5

K kişiden oluşan bir karar grubunun olduğu varsayıldığında, kriterlerin ağırlıkları ve her bir kritere göre alternatiflerin sıralanması için bu grubun ortak kararı (47) ve (48) formülleri kullanılarak hesaplanmaktadır (Chen, 2000, s. 5).

$$\check{x}_{ij} = \frac{1}{K} [\check{x}_{ij}^1 + \check{x}_{ij}^2 + \dots + \check{x}_{ij}^K] \quad (47)$$

$$\check{w}_j = \frac{1}{K} [\check{w}_j^1 + \check{w}_j^2 + \dots + \check{w}_j^K] \quad (48)$$

$i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$. m , alternatifleri, n ise kriterleri ifade etmektedir (Wang ve Chang, 2007, s. 874).

Adım 1: Bulanık karar matrisini oluşturma: Bulanık çok kriterli grup kararı alma probleminin matris formatında gösterimi ise (49) ve (50) no'lu ifadelerde yer almaktadır.

$$\check{D} = \begin{bmatrix} \check{x}_{11} & \check{x}_{12} & \dots & \check{x}_{1n} \\ \check{x}_{21} & \check{x}_{22} & \dots & \check{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \check{x}_{m1} & \check{x}_{m2} & \dots & \check{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (49)$$

$$\check{W} = [\check{w}_1, \check{w}_2, \dots, \check{w}_n] \quad (50)$$

$\check{x}_{ij}, (\forall i, j), \check{w}_j$ dilsel değişkenlerdir.

Adım 2: Normalize edilmiş bulanık karar matrisi oluşturma: Klasik TOPSIS yönteminde kullanılan karışık normalizasyon formülü yerine bu yöntemde, doğrusal ölçek dönüşümü kullanılarak çeşitli kriter ölçekleri karşılaştırılabilir ölçeğe dönüştürülmektedir. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi (\check{R}) (51) no'lu formül ile elde edilmektedir.

$$\check{R} = [\check{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (51)$$

B ve C sırasıyla, fayda kriteri ve maliyet kriteri olduğunda (52) ve (53) no'lu formüllerden ilgili olan kullanılmaktadır.

$$\check{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad j \in B; \quad (52)$$

$$\check{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), \quad j \in C; \quad (53)$$

$c_j^* = \max_i c_{ij}$ eğer $j \in B$; $a_j^- = \min_i a_{ij}$ eğer $j \in C$.

Bu normalizasyon yöntemi, normalize edilmiş üçgensel bulanık sayıların $[0,1]$ aralığında olması özelliğini kontrol altında tutmaktadır. (Paksoy vd., 2013, s.158).

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Normalize Edilmiş Bulanık Matris Hesaplama: Her bir kriterin farklı ağırlığı olduğunda, ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık matris (\check{V}) (54) no'lu formül ile hesaplanmaktadır.

$$\check{V} = [\check{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (54)$$

$$\check{v}_{ij} = \check{r}_{ij} \check{w}_j$$

Adım 4: FPIS ve FNIS Hesaplama: Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edildikten sonraki aşamada ise bulanık pozitif ideal üçgensel bulanık sayı (FPIS, A^*) ve bulanık negatif ideal üçgensel bulanık sayı (FNIS, A^-) (55) ve (56) no'lu ifadelerle gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$v_j^* = (1, 1, 1); \quad v_j^- = (0, 0, 0)$$

$$A^* = (\check{v}_1^*, \check{v}_2^*, \dots, \check{v}_n^*) \quad (55)$$

$$A^- = (\check{v}_1^-, \check{v}_2^-, \dots, \check{v}_n^-) \quad (56)$$

Adım 5: Alternatiflerin FPIS ve FNIS'tan Uzaklıklarını Ölçme: Her bir alternatifin A^* ve A^- 'dan uzaklığı ise (57) ve (58) no'lu formüllerle hesaplanmaktadır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\check{v}_{ij}, \check{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (57)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\check{v}_{ij}, \check{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (58)$$

d , iki bulanık sayı arasındaki mesafedir ve vertex yöntemi ile hesaplanmaktadır. İki üçgen bulanık sayı $a=(a_1, a_2, a_3)$ ve $b=(b_1, b_2, b_3)$ olduğunda, bu sayılar arasındaki mesafe (59) no'lu formül ile hesaplanmaktadır (Paksoy vd., 2013, s.159).

$$d(\check{a}, \check{b}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (59)$$

Adım 6: Yakınlık Katsayısını Hesaplama: d_i^* ve d_i^- hesaplandıktan sonra, alternatifleri sıralamak için yakınlık katsayısı (60) no'lu formül ile hesaplanmaktadır.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \quad (60)$$

Adım 7: Alternatifleri sıralama: CC_i değerlerinin azalan bir biçimde sıralanması sonucunda, en yüksek CC_i değeri seçilmektedir (Torfi vd., 2010, s. 523). Yakınlık katsayısına bağlı olarak, tüm alternatifler sıralanmakta, en yüksek yakınlık katsayısına sahip alternatif birinci alternatif olarak seçilmektedir. CC_i değeri 1'e yaklaşan alternatifin, FPIS'a yakın bir noktada ve FNIS'tan da uzak bir noktada olduğu anlaşılmaktadır. CC_i değerinin büyük olması, A_i alternatifinin iyi bir performansa sahip olduğunu göstermektedir (Wang ve Chang, 2007, s. 875).

3.5. Hedef Programlama Yöntemi

Çok kriterli karar verme problemleri gibi, değerlendirme ve seçim problemlerinde, bir karar alma modeli, önerilen alternatifler içinden uygun çözümü bulabilmek açısından önemlidir. Kaynakların çelişkili olması ve işe yarar bilginin eksikliği nedeniyle karar vericilerin tercihlerini gösteren güvenilir bir matematik modeli oluşturmak neredeyse imkansızdır. Böyle problemlerin üstesinden gelebilmek için bir çok yaklaşım geliştirilmiş ve bir çok yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemler içinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri de hedef programlama yöntemidir (Yılmaz ve Dağdeviren, 2011, s.11644). Hedef programlama, bir statik optimizasyon tekniği olan matematik programlama yöntemidir (Chang vd., 2009, s.8683).

Çok amaçlı programlama yöntemi olan hedef programlama, amaçların karşılanması inancı içindedir. Günümüzde karmaşık problemlerin çözümünde karar vericiler, sadece bir fayda fonksiyonunu en çoklamaya çalışmamaktadırlar. Aslında çatışan çıkarlar ve eksik olan bilgiler karar vericinin tercihlerinin matematiksel olarak gösteriminde güvenilirliğin önüne geçmektedir. Tam tersine, böyle bir karar ortamında karar vericiler mümkün olduğunca yakın bir hedef kümesini gerçekleştirmeye çalışmaktadırlar (Tamiz vd., 1998, s.569).

Çok sayıda ve birbiri ile çelişen hedeflerin olduğu doğrusal programlama problemlerine uygulanan hedef programlamanın temelleri 1955 yılında Charnes vd.'nin yaptıkları çalışmada atılmış olup daha açık bir biçimde ilk hedef programlama tanımı Charnes ve Cooper'in 1961 yılındaki çalışmalarında yer almıştır (Tamiz vd., 1998, s.569).

Karar vericinin bir grup olası çözüm alanından en iyi çözüm kümesini bulma esasına dayanan hedef programlama (Dağdeviren ve Eren, 2001, s.44), birbiri ile çelişen birçok hedefi bir arada ele alarak kabul edilebilir bir çözüm kümesi bulan ve optimal uzlaşım sağlayan bir yöntem olup hedeflerin eşanlı olarak optimize edilemediği karar verme problemlerinde rahatlıkla uygulanabilmektedir (Yılmaz ve Dağdeviren, 2011, s.11645). Bu yöntemde sapma değişkenleri kullanılarak hedeflerin ne kadar üstünde veya altında kaldığı ölçülmektedir (Tsai ve Kuo, 2011, s.8347).

Doğrusal programlamanın uzantısı olan hedef programlamada modeli formüle etmeyi kolaylaştıran ve amaçlanan değer ile gerçekleşen sonuçlar arasındaki mesafeyi gösteren sapma değişkeni olarak adlandırılan yardımcı değişkenler kullanılmaktadır. Doğrusal programlama ile hedef programlama arasındaki en büyük fark; hedef programlama, doğrusal programlamada olduğu gibi, amacı doğrudan optimize etmemektedir, sapmaları minimize etmektedir. Ayrıca, doğrusal programlama problemlerinde amaç fonksiyonu birim açısından

sadece tek bir ölçekle ifade edilirken, hedef programlamada çok sayıda farklı ölçekte problemi formüle edilmektedir.

Amacı hedeflerden sapmayı minimize etmek olan hedef programlamanın amaç fonksiyonu, hedeflerden sapma toplamlarının en az olacağı şekilde gösterilmektedir (Timor, 2001, s.196; Sofyalıoğlu ve Öztürk, 2013, s.4). Hedef programlama modelleri, sistem kısıtları (fonksiyonel kısıt) ve amaç kısıtları olmak üzere iki kısıt kümesinden oluşmaktadır. Herhangi bir şekilde ihlali mümkün olmayan sistem kısıtları, doğrusal programlama modellerinde olduğu gibi gösterilirken yardımcı kısıtlar olan amaç kısıtları, ulaşılmak istenen amaç kümesine uygun, mümkün olan en iyi çözümü belirlemektedir (Timor, 2001, s. 196; Yılmaz ve Dağdeviren, 2011, s.11645).

Hedef programlama modelinde, amaç fonksiyonunun maksimizasyon problemi olması durumunda negatif sapma değişkeninin mümkün olduğunca sıfır değerine yaklaşması, tam tersi olarak da pozitif sapma değişkeninin olabildiğinde sıfırdan büyük olması gerekmektedir. Minimizasyon amaçlı bir amaç fonksiyonunda ise, bu fonksiyonun belirlenen değerlerden daha düşük bir değer alması beklendiğinden negatif sapma değişkeninin sıfırdan mümkün olduğunca büyük olması gerekmektedir (Erpolat, 2010, s.235). Pozitif sapma değişkeni (d_i^+), hedefin ne kadar aşıldığını, negatif sapma değişkeni ise (d_i^-), hedefin ne kadar altında kaldığını göstermektedir.

Amaç kısıtları \geq yönünde ise, d_i^+ istenen, d_i^- istenmeyen; \leq yönünde ise, d_i^- istenen, d_i^+ istenmeyen ve $=$ ise de, hem d_i^+ hem de d_i^- istenmeyen sapma değişkenidir. Bu amaç kısıtlarının amaç fonksiyonları ise sırasıyla $\min Z = d_1^-$, $\min Z = d_1^+$ ve $\min Z = d_1^+ + d_1^-$ şeklinde yazılmaktadır (Sağır vd., 2012, s.149).

Hedef programlama modelinin matematiksel ifadesi aşağıda gösterilmiştir:

$$\begin{aligned} \min Z &= [P_1 h_1 (d_1^-, d_1^+), P_2 h_2 (d_2^-, d_2^+), \dots, P_2 h_2 (d_2^-, d_2^+), \dots, P_k h_k (d_k^-, d_k^+)] \\ f_i(x) + d_i^- - d_i^+ &= b_i, \quad i = 1, 2, \dots, q \\ g_j(x) + d_j^- - d_j^+ &= b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ d_i^-, d_i^+, d_j^-, d_j^+ &\geq 0 \end{aligned} \quad (61)$$

$X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ karar değişkenlerini; q , amaç fonksiyon sayısını; f_i , i . amaç fonksiyonunu; n , kaynak kısıt sayısını; g_j , j . kaynak kısıtını; b_i , i . amaç fonksiyonu hedefini; b_j , j . kısıtın sağ değerini; d_j^- , j . kaynaktan negatif sapma değerini; d_j^+ , j . kaynaktan pozitif sapma değerini; $h_i (d_i^-, d_i^+)$, i . hedef için doğrusal erişim fonksiyonunu, P_i , i . hedef önceliğini; k ise hedef sayısını ifade etmektedir (Doğan vd., 2000, s.236).

Amaçları belirleyerek, bu amaçlara göre amaç fonksiyonunu oluşturan ve amaçlardan oluşacak sapmaları minimize eden hedef programlama beşe ayrılmaktadır (Timor, 2001, s.197; Sağır vd., 2012, s.150-153):

a. Tek hedefli programlama: İncelenen problem tek bir amaca sahipse, bu programlama yöntemi tercih edilmektedir.

b. Eşit ağırlıklı çok hedefli programlama: İncelenen problemin hedefleri arasında bir öncelik yok ise ve sapma değişkenleri eşit öneme sahip ise, bu programlama yöntemi tercih edilmektedir.

c. Ağırlıklı çok hedefli programlama: İncelenen problemin sapma değişkenlerinin öncelikleri birbirinden farklı ise, bu değişkenlere w_i ağırlıkları verilmektedir. Bu değişkenlerin ağırlıklandırılmış toplamı minimize edilecek biçimde amaç fonksiyonu oluşturulmaktadır.

d. Öncelikli çok hedefli programlama: Bir amaca ulaşmanın diğer amaçlara ulaşmadan daha önemli olduğu durumlarda bu yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemin amacı, ilk önceliği olan hedefin, bir sonraki önceliğe sahip hedeften önce gerçekleşmesini sağlamaktır. Bu yöntemde, k tane öncelik olduğunda, birinci öncelik P_1 ve en düşük öncelik P_k olmakta ve hedef öncelikleri $P_1 > P_2 > \dots > P_k$ olarak sıralanmaktadır. Bu yöntemde ilk olarak birinci önceliğe sahip hedefe ulaşmaya çalışılmaktadır. Daha sonra alt öncelikli hedefler çözümlenmektedir. Birinci öncelikli hedef gerçekleştirilmeden sonraki hedeflere geçilmemektedir. Bu yöntemde, birinci öncelikli hedeften başlayarak istenilen doyumlara ulaşmak amaçlanmaktadır.

e. Öncelikli ağırlıklı çok hedefli programlama: Öncelikli hedef programlama yönteminde sapma değişkenlerinin farklı ağırlıklara sahip olduğu durumlarda tercih edilmektedir.

Bu çalışmada uzman görüşleri alınarak kriter ağırlıklarının belirlenmesi ve bulanık TOPSIS ile alternatiflerin önceliklendirilmesi amaçlanmıştır. Her ne kadar alternatiflerin sıralaması yapılmış ve en uygun alternatif seçilmiş olsa da, işletmenin belli kısıtlar altında optimal alternatif seçiminin ne olacağı çok önemlidir. Hedef programlama, işletmenin limitli kaynaklarını dikkate alarak çok sayıda hedefini yerine getirmeye odaklanmakta ve belli kısıtlar altında nihai karar vermeye yardımcı olmaktadır (Tsai vd., 2010c, s.391).

3.5.1. 0-1 Hedef Programlama Yöntemi

Hedef programlama, karar vericinin birçok amaca ulaşma isteği ile doğrusal programlamadaki optimizasyon mantığını birleştirirken, sistem kısıtlarının sadece 0 veya 1

olması gerekliliği ortaya çıktığında 0-1 Hedef Programlama (HP) yöntemi güvenilir ve optimal bir çözüm için tercih edilmektedir (Yılmaz ve Dağdeviren, 2011, s.11645). Karar değişkenleri değerlerinin sadece 0 veya 1 olabileceği bir hedef programlama çeşidi olan 0-1 HP, çok kriterli karar verme yöntemi olup kısıtlı kaynakları dikkate alırken, işletmenin amaçlarına ulaşmasını sağlamaktadır (Tsai ve Chou, 2009, s.1456).

0-1 HP modeli şu şekildedir (Tsai vd., 2010c, s.391):

$$Z_{min} = P_k(w_j d_i^+, w_j d_i^-)$$

Bağlı olarak;

$$\sum_j a_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \text{ için.} \quad (62)$$

$$x_j + d_i^- = 1 \quad i = m + 1, m + 2, \dots, m + n \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \text{ için.}$$

$$d_i^+ \geq 0, d_i^- \geq 0 \quad \forall i \text{ için, } x_j = 0 \text{ veya } 1 \quad \forall j \text{ için}$$

Buradaki Z , m amaçtan sapmanın toplamıdır. n optimal alternatiflerin seçildiği alternatif havuzudur. l amacı için P_k öncelikli üstünlüğü ifade etmektedir ($P_1 > P_2 > P_3 > \dots > P_l$). d_i^+ ve d_i^- , i kriteri için pozitif veya negatif sapma değişkenleridir. Bu değişkenlerden d_i^+ , amacın üstünde bir değeri, d_i^- ise, amacı gerçekleştirme derecesini ifade etmektedir. w_j , j . alternatifin ağırlığıdır. a_{ij} , j . alternatifin i . kısıtlı kaynak kullanımınıdır. b_i ise, seçim kararında dikkate alınan mevcut kaynak veya kısıtlama faktörüdür. x_j , ikili değişkendir. $x_j = 1$ olduğunda j . alternatif seçilmekte ve $x_j = 0$ olduğunda ise j . alternatif seçilmemektedir (Tsai vd., 2010b, s. 3885).

Hedef programlama, amaçlar ile kriterler arasındaki öncelikleri belirlemede yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle ANP, TOPSIS vb. çok kriterli karar verme yöntemleri ile birlikte kullanılması tercih edilmektedir (Chang vd., 2009, s.8683).

Yukarıda anlatılan çok kriterli karar verme yöntemleri ve bu yöntemlerle birlikte 0-1 HP yönteminin kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları Tablo 3.8 ile gösterilmiştir. Literatürde genellikle hedef programlama yöntemi ile birlikte kullanılan TOPSIS yöntemi (Khalili-Damghani vd., 2013; Liao ve Kao, 2011; Jolai vd., 2011; Sharma ve Balan, 2013; Kasirian ve Yusuff, 2013), bu çalışmada 0-1 HP yöntemi ile birlikte kullanılmıştır.

Tablo 3.8. Uygulamada Kullanılan Yöntemlere Ait Yazın Taraması

	Dematel	Dematel-ANP		DANP	VIKOR	TOPSIS	ANP	0-1 HP	Diğer
		İç.bağ.	NRM						
Lee ve Kim (2000)							√	√	
Karsak vd. (2002)							√	√	
Seyed-Hosseini vd. (2006)	√								
Huang vd. (2007)	√								√
Tzeng vd. (2007)	√								√
Wu ve Lee (2007)	B √								
Hung vd. (2007)	B √								
Wey ve Wu (2007)							√	√	√
Lin ve Wu (2008)	B √								
Wu (2008)	√	√							
Liou vd. (2008)	B √								
Wei ve Chang (2008)							√	√	√
Tsai ve Hsu (2008)	√		√					√	√
Ravi vd. (2008)							√	√	
Dytczak ve Ginda (2009)	√								
Lin ve Tzeng (2009)	√		√			√			
Tseng ve Lin (2009)	B √								
Tseng (2009)	√	√							
Tsai ve Chou (2009)	√		√					√	
Chang vd. (2009)							√	√	√
Shieh vd. (2010)	√								
Tseng (2010a)	B √								
Tseng (2010b)	B √	√							
Wu vd. (2010)	√								
Chen ve Chen (2010a)	√		B √			√			
Büyüközkan ve Öztürkcan (2010)	√	√							
Tsai vd. (2010a)	√		√		√				
Lin vd. (2010)	√		√			√			
Tsai ve Hsu (2010)	√		√						
Liou ve Chuang (2010)	√		√		√				
Chen ve Chen (2010b)	√		B √						
Hsu vd. (2010)	√		√						√
Chen ve Chen (2010c)	√			√	√				
Tsai vd. (2010c)	√		√					√	√
Chen vd. (2010)	√		√						
Jassbi vd. (2011)	B √								
Tsai vd. (2010b)	√		√					√	
Chang vd. (2011)	B √								
Zhou vd. (2011)	B √								
Shen vd. (2011)	√	√							√
Chen ve Tzeng (2011)	√		√		√				
Tseng (2011)	B √		√						
Wu vd. (2011)	√		√		√				
Ho vd. (2011)	√		√		√				
Tsai vd. (2011)	√		√		√				
Lin (2011)	√	√							√
Liou vd. (2011)	√		B √						√
Hsu vd. (2011)	√		√						

	Dematel	Dematel-ANP		DANP	VIKOR	TOPSIS	ANP	0-1 HP	Diğer
		İç.bağ.	NRM						
Huang vd. (2011)	√		√		√				√
Hung vd. (2011)	√		√		√				√
Chen vd. (2011)	√			√					
Lee vd. (2011)	√			√					
Tsai ve Kuo (2011)	√		√					√	
Büyüközkan ve Berkol (2011)							√	√	
Büyüközkan ve Çiftçi (2012)	B √	B √				B √			
Liou (2012)	√		√						
Herat vd. (2012)	√		√						
Tzeng ve Huang (2012)	√		√		√				√
Chen vd. (2012)	√		√						
Wang (2012)	√			√					
Liu vd. (2012)	√			√	√				
Wang ve Tzeng (2012)	√			√	√				
Hung vd. (2012)	√			√					
Jeng ve Bailey (2012)	√			√					
Vujanovic vd. (2012)	√			√					
Chang vd. (2012)	B √			√	√				
Hsu vd. (2012)	√			√	√				
Kuan vd. (2012)	√			√	√				
Chen ve Sun (2012)	√			√					
Yang vd. (2013)	√		√		√				
Chiu vd. (2013)	√			√	√				
Alias vd. (2013)							√	√	√

(B: Bulanık; İç.Bağ.: İçsel Bağımlılık)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ÜRÜNLERİN TEDARİK ZİNCİRİ STRATEJİLERİYLE EŞLEŞTİRMEYE ve DP SEÇMEYE YÖNELİK UYGULAMA

Rekabetin çok yoğun olduğu günümüzde işletmelerin portföyünde bulunan tüm ürünler için artık tek tip tedarik zinciri stratejisi kullanmanın bir rekabet üstünlüğü getirmediği, işletmelerin varlıklarını sürdürmelerini zora soktuğu görülmektedir. İşletmenin belli kriterlere göre grupladığı ürünleri için farklı tedarik zinciri stratejileri tercih etmelerinin getirdiği faydalar ikinci bölümde detaylı olarak anlatılmıştır. Bu bölümde bir işletmenin ürünlerinin yalın, çevik ve hibrit tedarik zincirleri ile eşleştirilmesi ve tedarik zinciri stratejilerine uygun DP konumlarının belirlenmesi için bir model önerilmiştir. Modelin uygulanması, mobilya bileşenleri üreticisi bir işletmenin profil üretiminde gerçekleştirilmiştir.

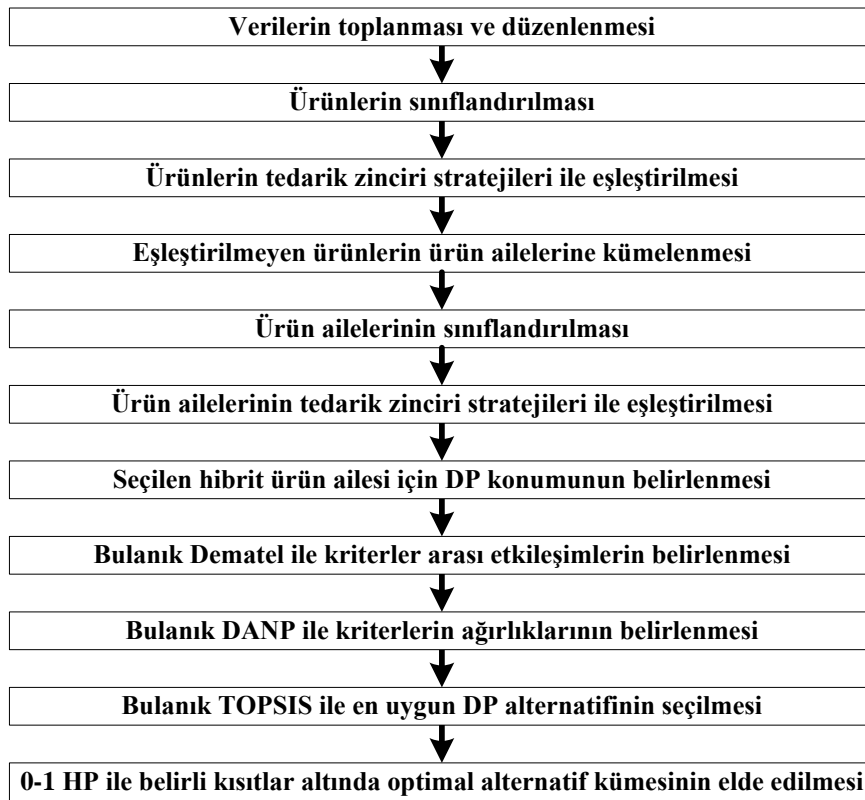
4.1. İşletme Hakkında Genel Bilgi

1984 yılında mobilya sektörüne hizmet vermek amacıyla kurulan işletme, bugün sektörün ihtiyaç duyduğu profil, boykapak, panel, lambri, ahşap kompozit deck/tezgah, kapı ve bu ürünlerin alt gruplarını Antalya Organize Sanayi Bölgesi'nde kurulu olan 400.000 m²'lik tesislerinde gerçekleştirmektedir. Üretim kalitesi ve kapasitesi ile dünyada bu sektörde yer alan şirketler arasında 3.sırada yer alan işletme, 131 beyaz yakalı ve 534 mavi yakalı çalışanıyla yılda 100 milyon metretül üretim gerçekleştirmekte ve modern teknolojinin tüm imkanlarını kullanarak üretiminin % 50'sini başta Rusya ve İran olmak üzere 50'den fazla ülkeye ihraç etmektedir. ISO 9001-2000, TS EN ISO 9001:2000 Yönetim Sistemi, TS 11255 Hizmet Yeterlilik, TSEK Kalite Uygunluk, TS1905 Türk Standartlarına Uygunluk kalite belgelerine sahip işletme, 2006 yılından beri Türkiye'nin 500 büyük sanayi kuruluşu içinde yer almaktadır. Yapılan yatırımlarla 2010 yılında cirosu 173 milyon TL ve ihracat değeri 95 milyon TL olan işletmenin, 2020 büyüme stratejileri 1 milyar TL ciro ve 250 milyon TL ihracattır (<http://www.agt.com.tr/>, Erişim Tarihi: 15.01.2014; <http://www.erpdunyasi.com/ifs-haberleri/agt-ve-ifs.htm>, Erişim Tarihi: 15.01.2014, <http://www.capital.com.tr/mobilya-fabrikalarinin-tedarikcisi-haberler/7073.aspx>; Erişim Tarihi: 15.01.2014).

4.2. Metodoloji

Kurulan modelin uygulanabilmesi için öncelikle işletmede üretilen tüm profil ürünler listelenmiş, aşağıda anlatılmış olan kriterler kullanılarak fonksiyonel veya yenilikçi ürünler olarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan ürünler, uygun tedarik zinciri stratejileri ile

eşleştirilmiş ve DP konumları zincir üzerinde tanımlanmıştır. Sınıflandırmaya tabi tutulmayan ürünler, ürün ailelerine atanmıştır. Aynı kriterler bu kez ürün aileleri için kullanılmış ve ürün aileler, fonksiyonel veya yenilikçi ürün aileleri olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada yer almayan ürün aileleri ise hibrit tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmiştir. Çalışmanın devamında bu ürün ailelerinin içinden bir ürün ailesi seçilmiş ve çalışma bu ürün ailesi üzerine modellenmiştir. DP konumunun belirlenebilmesi için kriterler tespit edilmiş, bu kriterlerin aralarındaki ilişkiler, kriterlerin önem düzeyleri ve modelin ağ ilişkileri bulanık Dematel yöntemi ile elde edilmiştir. Bu yöntemle elde edilen bulgular, bulanık ortamda DANP yönteminde girdi olarak kullanılmış ve kriterlerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Bulanık TOPSIS yöntemi ile alternatiflerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Son olarak işletmenin ilgili ürün ailesi için DP konumu seçiminin belli kısıtlar altında nasıl gerçekleşebileceğini inceleyebilmek için bulanık ortamda üç aşamalı Dematel-DANP-TOPSIS yöntemi ile elde edilen alternatif ağırlıkları, 0-1 HP yönteminde kullanılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışmada İzlenen Metodoloji ve Kullanılan Yöntemler

Bu çalışmada, işletmenin ürünlerinin yalnız, çevik veya hibrit tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmesi, hibrit tedarik zinciri stratejisinin DP konumunun belirlenmesi ile ilgili değerlendirmelerin tümü, 2012 Eylül tarihinden itibaren işletmenin üretim planlama bölümünde çalışan uzman grup tarafından gerçekleştirilmiş olup, konu ile ilgili kişilerin

değerlendirmeye katılımı % 87,5 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemler Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Çalışmada, Rafiei ve Rabbani'nin (2011) çalışmasından esinlenilmiş olup onların önerdikleri model geliştirilmiş, genişletilmiş ve farklılaştırılmıştır. Yazarların kullandıkları ürün ailesi oluşturma modeli (Galan vd., 2007) genişletilmiş, DP seçimi için ANP yerine bu çalışmada, bulanık ortamda Dematel-DANP-TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılmış ve 0-1 Hedef Programlama ile de işletmenin kısıtlar altında kararının nasıl olacağı irdelenmiştir.

Uygulamada öncelikle ürünlerin, daha sonra ürün ailelerinin tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. İşletmenin tüm profil ürünleri incelenmiş, bu ürünler aşağıda detaylı anlatılan kriterler kullanılarak fonksiyonel (standart) veya yenilikçi ürün olarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan bu ürünler sırasıyla yalın veya çevik tedarik zincirleri ile eşleştirilmiş, eşleştirilemeyen ürünler için ise ürün aileleri elde edilmiştir. Ürün aileleri de fonksiyonel veya yenilikçi olarak sınıflandırılmış ve sırasıyla yalın veya çevik tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmişlerdir. Eşleştirilmiş tedarik zinciri stratejilerinin her birine uygun DP konumu hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Tüm bu değerlendirmeleri gerçekleştirebilmek için öncelikle işletmeye ait olan ve aşağıda detaylı olarak anlatılan veriler derlenip analiz edilmiştir.

4.3. Verilerin Toplanması ve Düzenlenmesi

Farklı ürün veya ürün ailelerini uygun tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirmek amacıyla işletmenin ürün portföyünde bulunan tüm ürünler, yapılan geniş kapsamlı literatür incelemesinin ardından uzman grubun da görüşleri alınarak belirlenen kriterler ışığında fonksiyonel veya yenilikçi ürün olarak sınıflandırılmaya çalışılmıştır. Bu amacı gerçekleştirebilmek için öncelikle, işletmeden alınan ham veriler derlenmiş ve çalışmaya uygun hale getirilmiştir. Renk çeşitlilikleri de dahil olmak üzere işletmede faaliyette olan 10.346 ürün için hesaplamalar yapılmıştır. Son 9 aylık toplam 76.600 sipariş incelenmiş ve siparişlerin sistemde yayınlanma tarihi, ilk rezervasyon tarihi ve son sevk tarihi verilerinden yararlanılmıştır.

Bu çalışmada, ürünü fonksiyonel veya yenilikçi olarak sınıflandırmada kullanılacak olan kriterler, müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ve ağırlıklı olarak pazar temelli olan kriterler arasından seçilmiştir. Bu kriterler seçilirken bir tedarik zincirinin müşterinin isteklerine hızlı bir biçimde cevap vermek için yapılan yatırım ile eskiyen stok, kayıp satış ve sezon sonu indirimleri arasındaki dengeyi sağlamak amaçlanmıştır.

Tablo 2.10'da yer alan kriterler uzman gruba sunulmuş ve grupta yer alan kişilerin tecrübeleri ve görüşleri alınarak yapılan işin yapısına uygun olacak şekilde satış miktarı, teslim süresi, P/D oranı, ürünün teslim süresinde stokta bekleme oranı, ürün çeşitliliği, ürün özelliği, ürünlerin sipariş anındaki stok durumları ve talep şekli kriterlerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Öncelikle toplam satış miktarı kriteri ele alınmış ve bu veri setinin içinde yer alan en küçük ve en büyük değerlerin farkı alınarak her aralıkta kaç gözlem değeri olduğunu belirten değişim aralığı değeri elde edilmiştir. Toplam satış miktarı değerlerinin değişim aralığı, sınıf sayısına bölünmüş ve sınıf aralıklarının genişliği hesaplanmıştır. Bu kriterle ait en doğru sınıf sayısını belirleyebilmek için öncelikle toplam 3.498 ürün, 7'li gruplandırma (çok düşük, düşük, az düşük, orta, az yüksek, yüksek-çok yüksek) ile değerlendirilmiştir. Lee (2002), fonksiyonel ürünlerin satış miktarının yüksek olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla, bu çalışmada da satış miktarının yüksek olması ürünün fonksiyonel olması ile ilişkilendirilmiştir.

Yenilikçi ürünlere ait sipariş geldiğinde, bu ürünlerin müşteriye hızlı ulaşması ve teslim sürelerinin kısa olması beklenmektedir (Fisher, 1997, s.107). Dolayısıyla ürün sınıflandırmada kullanılan teslim süresi, ikinci kriter olarak incelenmiştir. Bu kriter için, 7'li grup analizi yapıldığında dört grupta hiçbir ürünün olmadığı tespit edilmiştir. Genel olarak bazı grup aralıklarında gözlem olmaması uygun olmadığı için çalışma 3 gruplu olarak tekrarlanmıştır. Ancak yine bir grupta, hiçbir ürün yer almamıştır. Serideki en büyük değer sapma yarattığı için analizden çıkartılmış ve yeni gözlem sayısı 3.497'ye düşürülerek 7'li grup analizi gerçekleştirilmiştir.

Rafiei ve Rabbani (2011), çalışmalarında üretim süresinin teslim süresine (P/D) oranını ürün sınıflandırmada kullanmışlardır. Wikner ve Rudberg (2005), DP'yi; bu değer 1'e eşit olması halinde MTO, 1'den küçük olması halinde DTO, 1'den büyük olması halinde ATO ve 1'den çok daha büyük olması halinde ise MTS olarak tanımlamışlardır. Çalışmanın bu aşamasında bu kriteri kullanarak yapılmak istenen, DP konumu belirlemek değil, Stavroulaki ve Davis'in (2010) çalışmalarında kullanmış oldukları MTS, ATO ve MTO için sırasıyla, yalın, çevik veya hibrit stratejinin eşleştirmesini gerçekleştirebilmektir. Çalışmada P/D oranı 1 olan 153 ürün için MTO eşleştirmesi yapılmıştır. Her ne kadar 1'den küçük P/D oranları için DTO kullanılsa da (Wikner ve Rudberg, 2005, s.626) bu çalışmada 1'e yakın olan ancak 0.8'den büyük değerler kapsam dışı bırakılmıştır. P/D oranı 0,80'den küçük olan ürünler için DTO tanımlanmıştır. Bu oran için, normalde 1'den küçük değerler atanmış olmalıyken sınır değerinin 0,80 seçilmesi, işletmenin sistemsel hatalarını göz ardı etme amaçlıdır. 0,80 ve 2 aralığı ise ATO olarak belirlenmiş, 2'den büyükler için ise MTS atanmıştır. Bu atamalar için, Wikner ve Rudberg'in (2005) çalışmasından yararlanılmıştır. Özetle; işletmede mevcut

durumda, stoka üretim stratejisi ile eşleşmiş 2 ürün, siparişe göre üretim stratejisi ile eşleşmiş 153 ürün, siparişe göre montaj stratejisi ile eşleşmiş 275 ürün ve siparişe göre tasarım (siparişe göre üretimin özel bir hali) ile eşleşmiş 3.068 ürün tespit edilmiştir.

Ürünleri sınıflandırma amaçlı kullanılan bir başka kriter ise, teslim süresi boyunca ürünün stokta bekleme oranıdır. Bu kriter Huang vd.'nin (2002) kullanmış oldukları stokta olmama oranı ile benzer amaçla kullanılmış ve ürün sınıflandırma amaçlı tercih edilmiştir. Bu kriter için, bitmiş ürünün stokta bekleme süresinin teslim süresine oranı incelenmiştir. Bu oran değeri 1 olan ürünler için, ürün siparişi alınıp sevk edilene kadar geçen süre zarfında hep stokta beklemiş yorumu yapılmıştır. İşletmede bu durumda olan toplam 310 adet ürün bulunmaktadır. Bu oranı sıfırdan küçük olan ürünler ise, sistemsel bir hata barındırmakta olup o ürüne ait bir sipariş gelmeden o siparişin tamamlanması anlamına gelmektedir. Böyle bir durumun gerçekte olması mümkün olmayacağından bu kriter için bu ürünler çalışmadan çıkartılmıştır. Hem toplam sevk süresi hem de stokta bekleme süresi "0" olan ürünler de kapsam dışı bırakılmıştır. Bu ürünler için bir değişim aralığı elde edilmiş olup toplam 3'lü bir gruplandırma uygun bulunmuş ve gruplandırma, "düşük-orta-yüksek" şeklinde yapılmıştır. Yüksek değere sahip ürünlerin olması gerekenden fazla süre stokta bekledikleri dolayısıyla teslim sürelerini uzattıkları açıkça görülmektedir. Bu ürünler üretildiği süreden daha fazla bir süre, stokta zaman geçirmektedir. "Düşük" ürünler için, üretim süresinin stokta bekleme sürelerinden uzun olduğu, "orta" ürünler için ise yaklaşık olarak üretim süresinin stokta bekleme süresine yakın olduğu ifade edilmiştir.

Ele alınan diğer bir kriter ise, ürünlerin anlık sipariş ve stok miktarları ile ilişkilidir. Bu kriterin kullanılmasına uzman grubun görüşüyle karar verilmiştir. Bu veriler incelendiğinde 4 farklı durum ile karşılaşılmış ve ürünler sırasıyla, sipariş geldiği anda stokta siparişin tamamını karşılayacak miktarda stoku olanlar (80 ürün), sipariş miktarından fazla stoku olanlar (698 ürün), sipariş miktarı stoktan fazla olanlar (210 ürün) ve sipariş geldiğinde stoku "0" olanlar (183 ürün) olarak sıralanmıştır. Bu kritere sınıflandırma aşamasında bakılmış ve ürünlerin sipariş geldiğinde stokta bitmiş olarak bekliyor olmaması gerektiğini vurgulamak amacıyla kullanılması tercih edilmiştir. Son kriter olarak da talebin şekli incelenmiştir. Düzenli bir talebin olduğu durumlar için ürünün talebi sabit, diğer durumlar için ise değişken ayrımı yapılmıştır.

Bu aşamada artık her bir ürünün satış miktarı (satış ortalaması), teslim süresi, mevcut DP pozisyonu, ürünün teslimat süreci boyunca stokta bekleme süresi, anlık gelen siparişin stoktan karşılanabilmesi ve talebin şekli ile ilgili bir fikir oluşmuştur. Bundan sonra ürünlerin fonksiyonel veya yenilikçi olmaları ile ilgili bir karar verilmesi amaçlanmıştır. Öncelikle satış

miktarı ele alınmıştır. Yüksek miktarlı ürünlerin stoka üretildiği, düşük miktarlı ürünlerin ise siparişe göre üretildiği ve satış miktarının düşük veya yüksek olmasının ürünün yenilikçi veya fonksiyonel olmasında çok önemli rolü üstlenmesi gerçeğinden yola çıkılarak çalışma bu kriter temel alınarak şekillendirilmiştir.

4.4. Ürünlerin Sınıflandırılması

İşletmenin profil bölümündeki toplam 3.498 ürün; satış miktarı, teslim süresi, mevcut DP pozisyonu, ürünün teslim süresi boyunca stokta bekleme süresi, anlık gelen siparişin stoktan karşılanabilme durumu ve talebin şekli kriterleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Tablo 4.1. Yenilikçi Ürünlerin Sınıflandırılması ve İyileştirme Önerileri

Grup No	Miktar	Sipariş-Stok ilişkisi	Stokta bekleme oranı	İyileştirme önerisi
1	549	Sipariş geldiğinde stokta ürün vardır	Üretildikten kısa süre sonra sevk edilir	Sipariş gelene kadar üretime başlanmamalı ve üretim süresi gözden geçirilmelidir
2	1903	Sipariş geldiğinde stokta ürün vardır	Üretildikten sonra hemen sevk edilmez	Sipariş gelene kadar üretime başlanmamalı, ürünlerin üretim süreleri iyileştirilmeli ve sipariş tamamlandıktan sonra stokta bekleme süreleri düşürülmelidir.
3	747	Sipariş geldiğinde stokta ürün vardır	Üretim süresi stokta bekleme süresine yakın veya eşittir	Sipariş gelene kadar üretime başlanmamalı, ürünlerin üretim süreleri iyileştirilmeli ve sipariş tamamlandıktan sonra stokta bekleme süreleri düşürülmelidir.
4	36	Sipariş geldiğinde stokta ürün yoktur	Üretildikten kısa süre sonra sevk edilir	Sipariş gelene kadar üretim yapmama ve biten ürünü hemen sevk etme konusundaki tutarlılıklara devam edilmelidir ancak üretim sürelerinin iyileştirilmesinde fayda görülmektedir
5	109	Sipariş geldiğinde stokta ürün yoktur	Üretildikten sonra hemen sevk edilmez	Sipariş tamamlandıktan sonra stokta bekleme süresi düşürülmelidir aynı zamanda üretim süresi de gözden geçirilmelidir
6	33	Sipariş geldiğinde stokta ürün yoktur	Üretim süresi stokta bekleme süresine yakın veya eşittir	Sipariş tamamlandıktan sonra stokta bekleme süresi düşürülmelidir aynı zamanda üretim süresi de gözden geçirilmelidir

Bu ürünlerin, satış miktarı "çok düşük" olan % 96,6'si "yenilikçi ürün" olarak belirlenmiştir. Başlangıçta 112 farklı grupta incelenen bu ürünler için elde edilen nihai gruplandırma Tablo 4.1'de gösterilmiştir. Tüm ürünlerin satış miktarı ve teslim süreleri, yenilikçi ürünlerin olması gereken aralıkta olduğundan, bu iki değişken sabit alınıp değerlendirme yapılmıştır. Bu tabloda yenilikçi ürünler için elde edilen son gruplandırmalar ve bu grupların "saf yenilikçi" olmaları için yapılması gereken iyileştirme önerileri yer almaktadır. Satış miktarı ve teslim süreleri çok düşük olan, P/D oranlarına göre ağırlıklı olarak DTO ve MTO stratejisini kullanan, sipariş geldikten sonra üretilip hemen sevk edilen değişken talepli ürünler içinde, yenilikçi ürün tanımlamasına uygun "saf yenilikçi (pure innovative)" diye adlandırılan altı grup ve bu gruplarda yer alan toplam 23 ürün tespit edilmiştir.

Ürünler içinde satış miktarı çok yüksek olan tek bir ürüne rastlanılmıştır. Bu ürün incelendiğinde, her ay sabit bir talebi olduğu yani talep sıklığının % 100 olduğu görülmüştür. Bu ürünün satış frekansı da oldukça yüksektir. Ayrıca işletme tarafından bu ürün standart bir ürün olarak kabul görmektedir ve anlık bir sipariş geldiğinde stoktan sipariş rahatlıkla karşılanabilmektedir. Ancak bu ürüne ait diğer veriler incelendiğinde ilk başta sayılanlara tezat bir durum içinde olduğu görülmektedir. Bu ürün, mevcut durumda siparişe göre tasarım stratejisini kullanmaktadır ama genel olarak ayrıntılı incelendiğinde, MTS stratejisini kullanması dolayısıyla teslim süresini iyileştirmeye odaklanmaması ve stoka üretim yaparak siparişleri karşılaması beklenmektedir.

4.5. Ürünlerin Tedarik Zinciri Stratejileri ile Eşleştirilmesi

Belirlenen kriterler kullanılarak yapılan ürün sınıflandırma analizi sonucunda, toplam 3.377 ürün, yenilikçi ürün olarak belirlenmiştir. Yenilikçi ürünler, çevik tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilmiş olup bu ürünler için ilk iş istasyonu, DP olarak belirlenmiştir. Bu ürünlerin, MTO veya DTO stratejileri kullanılarak üretilmeleri uygun görülmüştür. Sadece tek bir ürün, fonksiyonel ürün olarak tespit edilmiştir. Bu ürün yalın tedarik zinciri ile eşleştirilmiş ve bu ürünün DP'si son iş istasyonundan sonra olup MTS stratejisi ile ilişkilendirilmiştir (Rafiei ve Rabbani, 2011, s.555).

İşletmenin analize sokulan ürün sayısı 3.498 iken, sapmalara neden olan veya bazı kriter değerleri eksik olan ürünler analizden çıkartıldığında geriye 3.426 ürün kalmıştır. Bu ürünlerin dağılımı Tablo 4.2'de gösterilmiştir

Tablo 4.2. Tedarik Zinciri Stratejileri ile Eşleştirilen Ürünler ve DP Konumları

Ürün Tipi	Ürün Adedi	Tedarik Zinciri Stratejisi	DP Konumu
Yenilikçi	3.377	Çevik TZ	MTO/DTO
Fonksiyonel	1	Yalın TZ	MTS
Diğer	48		

Bu analizin sonucunda, yenilikçi veya fonksiyonel ürün olarak tanımlanmayan ve diğer grubunda yer alan 48 ürün tespit edilmiştir. Bu ürünler, bir sonraki aşamada ürün ailelerini oluşturmuşlar ve sonrasında fonksiyonel veya yenilikçi ürün aileleri olmak üzere sınıflandırılmışlardır.

4.6. Eşleştirilmeyen Ürünlerin Ürün Ailelerine Kümelmesi

Uygulamanın bu aşamasına kadar, işletmenin profil bölümünde bulunan ve çalışmaya dahil edilen toplam 3.378 ürünün sınıflandırılması tamamlanmış olu henüz 48 ürün herhangi bir sınıfa dahil edilememiştir. Çalışmanın bu aşamasında ise, geriye kalan ürünlerin kümelmesi amaçlanmıştır. Kümeleme analizi için ilk olarak Galan vd.'nin (2007) önerdikleri yöntemi geliştirilmiş ve aşağıda detaylı anlatılmış olan kriter matrisleri hesaplanmıştır. Matrisleri oluşturan kriterlerin karar vericiler tarafından önem düzeylerinin belirlenmesi için Chang'in (1996) genişletilmiş analiz yöntemi kullanılmış ve elde edilen matrisler tek bir matrise indirgenmiştir. Ürün ailelerinin sınıflandırılmasına geçmeden önce, ALC yöntemi ile ürünler kümelmiş ve ürün aileleri elde edilmiştir. Aşağıda tüm adımlar detaylı olarak anlatılmıştır.

4.6.1. Kriter Matrislerinin Oluşturulması

Bu bölümde, Galan vd.'nin (2007) önerdikleri yöntem ayrıntılı olarak incelenmiş ve çalışmanın ve işletmenin yapısına uygun olarak geliştirilmiştir. Mevcut yöntemin modülerite, benzerlik, yeniden kullanılabilirlik ve talep matrisleri bu çalışmada aynen uygulanmıştır. Ancak uyumluluk matrislerinin oluşturulmasında, ürünlerin tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmesi amaçlandığı için teknoloji ve pazarla ilgili uyumluluklar gözden geçirilmiştir.

Teknolojik uyumluluk için, ilgili parçaların iş akış rota bilgileri kullanılmıştır. Bir parçanın üretiminde, ilk üretim noktasından nihai üretim tamamlanana kadar olan tüm adımlar, bir matriste gösterilmiş ve ürünün işlem gördüğü makinalar “1”, işlem görmedikleri ise “0” ile ifade edilmiştir. Bu matris oluşturulduktan sonra ikili olarak karşılaştırılan ürünler arasındaki benzerlikler, Jaccard benzerlik katsayısı ile hesaplanmış ve teknolojik uyumluluk benzerlik katsayısı elde edilmiştir. Pazarlama uyumluluğu için ise, ürünlerin hangi ülke/pazar için üretildiklerine bakılarak 0-1 matrisi elde edilmiş ve daha sonra ürünler arası benzerlikler,

Jaccard benzerlik katsayısı yardımıyla hesaplanmıştır. Çalışmanın devamında yer hesaplamalara ait formüller üçüncü bölümde yer almaktadır.

Bu aşamada; modülerite, benzerlik, teknolojik uyum, pazar uyumu, yeniden kullanılabilirlik ve talep matrisi kriterlerinden oluşan toplam altı farklı matris elde edilmiştir. Uzman grupla beraber bu özelliklerin, işletmenin yapısına uygun olacak şekilde ürün aileleri oluşturmadaki ağırlıkları, belirsizlikleri ve önyargıları ortadan kaldırmak için Galan vd.'nin uyguladıkları klasik AHP yerine (25)-(34) no'lu formüller kullanılarak bulanık AHP (Chang, 1996) yöntemiyle hesaplanmıştır. Ağırlıklar hesaplandıktan sonra altı matris, tek bir matrise indirgenmiş ve çalışmada etkinliği diğer hiyerarşik kümeleme yöntemlerine göre daha yüksek olması nedeniyle (Yin ve Yasuda, 2005, s.478) ortalama-bağlantı kümeleme (ALC) yöntemi kullanılmıştır. Nihai kümeleme işleminin tamamlanmasından sonra yine mevcut çalışmadan farklı olarak Abdi ve Labib'in (2004) uygulamış oldukları ürün aileleri etkinlikleri hesaplanmış ve en uygun ürün aileleri yapısı elde edilmiştir.

Ürün Talep Matrisi: Ürün talep matrisinin oluşturulması aşamasında, benzer taleplere sahip ürünleri bir araya gruplamak amaçlanmıştır. Ürünleri taleplerine göre gruplamak için 48 ürüne ait talepler tek tek sıralanmıştır. Bu talepler içinde en küçük ve en büyük olan talep değerleri sırasıyla, 449 ve 23.554 olup iki ürün arasındaki etkileşim için (6) no'lu formül kullanılmıştır. Elde edilen bu değerler, ürün talep matrisine aktarılmıştır. Ürünlere ait talep matrisi EK 1'de yer almaktadır.

Ürünlerin Müşteri Uyumluluğu Matrisi: Ürünlerin müşteri uyumluluğu iki aşamada elde edilmiştir. İşletmenin 48 ürünü incelenmiş ve bu ürünlerin 136 farklı müşteri için üretildiği tespit edilmiştir. Müşteriler, Z1'den Z136'ya kadar kodlanmış, sonra ürün müşteri matrisi hazırlanmış daha sonra bu matris yardımıyla EK 2'de gösterilen müşteri uyumu matrisi Jaccard katsayısı (3) no'lu formül ile oluşturulmuştur.

Ürünlerin Teknolojik Uyumluluğu Matrisi: Uyumluluk kapsamında ele alınan ve ürünler arasındaki teknolojik benzerliği gösteren teknolojik uyumluluk, iki aşamada hesaplanmıştır. Birinci aşamada, 48 ürünün iş akışları incelenmiş ve süreç boyunca hangi işlemlerden ve makinalardan geçtiği bir matris (48x55) ile gösterilmiştir. İkinci aşamada ise bu matris, (3) no'lu formül yardımıyla teknolojik uyum matrisine (EK 3) dönüştürülmüştür.

Modülerite Matrisi: Ürünlerin aralarında etkileşim olmaksızın bağımsız modüllerden oluşma derecesi olan modülerite için 48 ürünün ürün ağaçlarından (BOM) yararlanılmıştır. Üç aşamada elde edilen modülerite matrisi hesaplamasının birinci aşamasında ürün ağacına göre ürün-parça matrisi oluşturulmuştur. EK 4'te ürünlerin ürün ağaçlarında yer alan malzemeler

“1” ile, malzeme o üründe kullanılmamışsa da “0” ile gösterilmiştir. Tüm ürünleri oluşturan malzemeler, T1-T45 arasında kodlanmıştır. Birinci aşamada elde edilen ürün-parça matrisi ile ikinci aşamada (1) no'lu formül ile modülerite seviyesi hesaplanmış ve elde edilen değerler, Tablo 4.3 ile gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Ürün Modülerite Seviyeleri

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,00	1,00	1,00
M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
M33	M34	M35	M36	M37	M38	M39	M40	M41	M42	M43	M44	M45	M46	M47	M48
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,89	1,00	0,75	1,00	1,00	0,83	0,71

Modülerite matrisi oluşturmanın son aşamasında ürün çiftleri arasındaki benzerliklerden yararlanılmış ve (2) no'lu formül kullanılarak benzerlikler hesaplanmıştır. Ürün çiftleri arasındaki benzerlik katsayıları hesaplanması sonucu elde edilen modülerite matrisi EK 5'te gösterilmiştir.

Benzerlik Matrisi: Ürün standardizasyonunun ölçüldüğü ve parçaları paylaşan ürünlerin belirlendiği bu aşamada da, Jaccard benzerlik katsayısından yararlanılmıştır. Oluşturulan ürün-parça matrisinden yararlanılmış ve Jaccard katsayısı ile ürün çiftleri arasındaki benzerlikler ölçülmüştür. Elde edilen benzerlik matrisi EK 6'da gösterilmiştir.

Yeniden Kullanılabilirlik Matrisi: Yeni bir ürün tipi üretmek için mevcut parçaların kullanılabilmesi ile ifade edilen yeniden kullanılabilirlik, bir ürüne ait parçaların tamamı başka bir ürünü üretmek için kullanılırsa en yüksek seviyede gerçekleşmektedir. Üç aşamada elde edilen bu matrisi elde etmek için, ilk olarak ürün-parça matrisinden yararlanılmıştır. Daha sonra, ürünlerden oluşan bir matris elde edilmiştir. p ürünün ardından q ürünü üretilmesi durumunda p ve q ürünleri arasındaki yeniden kullanılabilirlik R_{pq} ile gösterilmiş ve (4) no'lu formül ile hesaplanmıştır. R_{pq} matrisi, EK 7'de gösterilmiştir. Son aşamada ise, yeniden kullanılabilirlik matrisinin katsayısı (5) no'lu formül ile elde edilmiştir. 48 ürüne ait yeniden kullanılabilirlik matrisi katsayıları hesaplanmış ve EK 8'deki yeniden kullanılabilirlik matrisi oluşturulmuştur.

4.6.2. Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Ürün ağacı oluşturmada kullanılan ve yukarıda anlatılan kriterlerin ağırlıkları, uzman grubun görüşleri dikkate alınmak suretiyle ikili karşılaştırmalar ile hesaplanmıştır. Saaty (1980) tarafından önerilen AHP yöntemi, karar vericilerin yapmış oldukları sözel

değerlendirmelerden ve tecrübelerinden kaynaklı belirsiz ve kesin olmayan durumları dikkate alması nedeniyle bulanık ortamda kullanılmıştır.

Her bir kriterin ağırlığının belirlenmesi için kişilerle bire bir değerlendirmeler yapılmış ve kriterlerin etkilerini tespit edebilmek için ikili karşılaştırma yapılmaları istenmiştir. Karşılaştırma yaparken Tiryaki ve Ahlatcıoğlu'nun (2009) çalışmalarında kullanılan ölçek tercih edilmiştir. Çalışmada uzmanların değerlendirmelerinin geometrik ortalamaları alınarak elde edilmiş bulanık ikili karşılaştırma matrisi, Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	Modülerite	Tekn.Uyum.	Müşteri Uyum.	Talep	Benzerlik	Yeniden Kul.
1	(1.00,1.00,1.00)	(0.87,1.26,1.78)	(0.78,1.00,1.28)	(0.64,0.79,1.00)	(1.00,1.26,1.55)	(0.87,1.14,1.52)
2	(0.56,0.79,1.14)	(1.00,1.00,1.00)	(0.74,1.00,1.36)	(0.76,1.00,1.31)	(0.58,0.69,0.84)	(0.87,1.14,1.52)
3	(0.78,1.00,1.28)	(0.74,1.00,1.36)	(1.00,1.00,1.00)	(0.50,0.69,0.97)	(0.69,0.79,0.89)	(0.56,0.79,1.14)
4	(1.00,1.26,1.55)	(0.76,1.00,1.31)	(1.04,1.44,1.99)	(1.00,1.00,1.00)	(1.04,1.44,1.99)	(0.97,1.26,1.61)
5	(0.64,0.79,1.00)	(1.19,1.44,1.74)	(1.12,1.26,1.44)	(0.50,0.69,0.97)	(1.00,1.00,1.00)	(0.84,1.00,1.19)
6	(0.66,0.87,1.14)	(0.66,0.87,1.14)	(0.87,1.26,1.78)	(0.62,0.79,1.04)	(0.84,1.00,1.19)	(1.00,1.00,1.00)

Bulanık ikili karşılaştırma matrisi kullanılarak kriterlere ait sentetik değerlerin belirlenmesinden önce bu matrisin tutarlılıkları incelenmiştir. Bu amaçla öncelikle değerler, Kwong ve Bai'nin (2003) kullanmış oldukları yöntem kullanılarak durulaştırılmıştır. Elde edilen matris Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Durulaştırılmış Matris

	1	2	3	4	5	6
1	1,00	0,68	0,65	0,64	0,61	0,50
2	1,49	1,00	0,75	0,70	0,52	0,57
3	1,57	1,35	1,00	0,52	0,65	0,39
4	1,59	1,46	1,98	1,00	0,60	0,64
5	1,68	1,98	1,57	1,71	1,00	0,39
6	2,03	1,82	2,67	1,58	2,67	1,00

Elde edilen bu matrisin (21) ve (22) no'lu formüller kullanılarak yapılan tutarlılık oranı 0,04 olarak hesaplanmış olup bu değer, ikili karşılaştırmaların tutarlı olduğunu göstermiştir.

Chang'in (1996) yönteminin kullanılması ile elde edilen ağırlık vektörü, $(0.86,0.71,0.63,1.00,0.79,0.73)^T$ olarak hesaplanmıştır. Kriterlerin normalize edilmiş ağırlıkları Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Kriterlerin Ağırlıkları

Modülerite	Tekn.Uyum.	Müşteri Uyum.	Talep	Benzerlik	Yeniden Kul.
0,181	0,150	0,134	0,212	0,167	0,156

Kriterlerin ağırlıkları incelendiğinde % 21 ile birinci sırada "teknolojik uyum" kriterinin yer aldığı görülmektedir. Karar vericilere göre, işlem gördükleri ortak makinalara göre

ürünleri bir araya getirip gruplamak ve ürün aile yapısını makina temelli kurmak çok önemlidir. İkinci sırada ise "modülerite" kriteri yer almaktadır. Ürünlerin birbirinden bağımsız olma derecesini ifade eden bu kriteri, "yeniden kullanılabilirlik" ve "ürün talebi" izlemektedir. Benzer veya aynı müşterilere gönderilen ürünleri biraraya getirip gruplama fikrini içeren "pazar uyumluluğu" kriteri ise % 13 ile karar vericiler tarafından ürün ailesi oluşturmada en az etkisi olan kriter olarak belirlenmiştir.

4.6.3. Kriter Matrislerinin Tek Matrise İndirgenmesi

Ürün ailesi oluşturmada etkin olan kriterlere ait matrislerin tek bir matrise indirgenmesi için her bir ürüne ait matristeki değer ile ilgili kriter ağırlığı ile çarpılmış ve çarpılan bu değerler toplanarak EK 9'daki matris elde edilmiştir. Hesaplamanın nasıl yapıldığına ilişkin örnek aşağıda anlatılmıştır. a_{12} ile 1.ve 2. ürün arasındaki katsayı ifade edilmiştir.

$a_{12} =$ Ürün talep kriterinin ağırlığı*Ürün talep matrisi değeri+Pazar uyumu kriterinin ağırlığı*Pazar uyumu matrisi değeri + Teknolojik uyum kriterinin ağırlığı*Teknolojik uyum matrisi değeri+Modülerite kriterinin ağırlığı*Modülerite matrisi değeri+Benzerlik kriterinin ağırlığı*Benzerlik matrisi değeri + Yeniden kullanılabilirlik kriterinin ağırlığı*yeniden kullanılabilirlik matrisi değeri = $0,16*0,77+0,13*0,30+0,21*0,25+0,18*1,00+0,15*0,4+0,17*0,60= 0,55$ olarak hesaplanmıştır.

4.7. Ürün Ailelerinin Sınıflandırılması

Ürün ailesi oluşturmada kullanılan matrisler tek bir matrise indirgindikten sonra, bu matriste yer alan 48 ürünün kümeleneşmesi için ortalama-bağılantı kümeleme yöntemi (ALC) tercih edilmiştir. EK 9'daki matris incelendiğinde en yüksek benzerlik seviyesinin 0,921 ile 14. ve 17. ürünler arasında olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, bu iki ürün, (14-17) ürün ailesine atanmıştır.

Yeni oluşturulacak matris için i ve j arasındaki benzerlik katsayısı olan S_{ij} değerleri hesaplanmıştır. Ortalama-bağılantı kümeleme yöntemi ile tüm ürünler bir ürün ailesine atanmıştır. EK 10'da elde edilen ürün aileleri ve bu ürün ailelerinin benzerlik seviyeleri yer almıştır.

Dendogram yardımıyla hiyerarşik kümeleme yönteminde küme sayısının belirlenmesi subjektif olduğundan (Öz vd., 2009, s.14) oluşturulacak ürün ailesi sayısını belirlemek için her bir aşama tek tek incelenmiştir. Çalışmada Abdi ve Labib'in (2004) incelemiş oldukları ürün aileleri (ÜA) etkinliklerine (Tablo 4.7) bakılmıştır (Abdi ve Labib, 2004, s.532). Etkinlik ile her bir aşamadaki benzerlik seviyesinin o aşamadaki ürün ailesi sayısına oranı anlatılmak

istenmiş olup 48 ürünün tek bir kümede birleştiği dolayısıyla tek bir ürün ailesinin olduğu durumda etkinlik %42,5 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.7. Ürün Ailesi Etkinlikleri

ÜA	Etkinlik	ÜA	Etkinlik	ÜA	Etkinlik	ÜA	Etkinlik
1	% 42,50	13	% 5,06	25	% 3,32	37	% 2,38
2	% 22,90	14	% 4,81	26	% 3,21	38	% 2,33
3	% 15,63	15	% 4,53	27	% 3,12	39	% 2,27
4	% 12,70	16	% 4,33	28	% 3,03	40	% 2,22
5	% 10,56	17	% 4,09	29	% 2,92	41	% 2,16
6	% 9,15	18	% 3,98	30	% 2,85	42	% 2,13
7	% 7,93	19	% 3,92	31	% 2,79	43	% 2,09
8	% 7,08	20	% 3,80	32	% 2,72	48	% 2,08
9	% 6,43	21	% 3,62	33	% 2,65	44	% 2,05
10	% 6,17	22	% 3,48	34	% 2,58	45	% 2,01
11	% 5,65	23	% 3,46	35	% 2,50	46	% 1,98
12	% 5,19	24	% 3,37	36	% 2,44	47	% 1,96

Çalışmanın bu aşamasında 48 ürünle elde edilmiş ürün aileleri, tek tek kendi içinde değerlendirilmiştir. Değerlendirme aşamasında ürünlerin satış miktarı, sipariş sıklığı, teslim süresi, P/D oranı, teslimat sürecinde ürünün stokta bekleme oranı ve sipariş geldiğinde ürünün stokta bitmiş halde bulunup bulunmadığı kriterleri incelenmiştir. İncelenen ürünlerden yenilikçi veya fonksiyonel ürün ailesi sınıflamasının dışında kalan ürünle aileleri, hibrit ürün ailelerine atanmıştır. Farklı sayıda ürün ailesi için yapılan değerlendirmelere ilişkin özet tablo, Tablo 4.8'de gösterilmiştir.

Bu çalışmanın yapısına uygun ürün aile yapısını belirlemek için ürün aile alternatifleri için EK 10, Tablo 4.7 ve Tablo 4.8 birlikte incelenmiştir. Benzerliğin yeterli düzeyde olması, oluşturulan ürün ailelerinin işletmenin gruplama mantığına uygun olması ve sonuçların uygulanabilir olması nedeniyle 17 ürün ailesinden oluşan grup tercih edilmiştir. 17 ürün aileli yapının benzerlik seviyesi 0,695, etkinliği ise % 4,09 olarak hesaplanmıştır. 17 ürün ailesinin elde edildiği bu aşamada, 7 ürün ailesi (19 ürün) "yenilikçi", 1 ürün ailesi (1 ürün) ise "fonksiyonel" ürün ailesine atanmıştır. İşletmede ürün ailesi sınıflarını tanımlamada aşağıda belirtilen ifadeler kullanılmıştır.

Yenilikçi ürün ailesi: Satış miktarları ve sipariş sıklıkları düşük ürünlerden oluşan, siparişe göre üretim stratejisini benimsemiş, teslim süreleri düşük olması gerekirken orta ve yüksek seviyede gerçekleşen, stokta bitmiş ürün olarak uzun süre bekleyen, sipariş geldiğinde stokta bitmiş olarak bulunan ürünlerdir. Bu tip ürünlerin saf "yenilikçi" ürün aileleri olabilmeleri

için, sipariş geldikten kısa bir süre sonra sevk edilmeleri dolayısıyla teslim sürelerinin kısa olması gerekmektedir. Bu tip ürünler için, müşteriye kısa sürede teslimat ve müşterinin istediği zamanda ürünün bulunabilirliği çok önemlidir. Ürünlerin kesinlikle bitmiş ürün olarak beklemelerinin önüne geçilmesi önerilmektedir.

Tablo 4.8. Ürün Ailelerinin Ürün Tipi Açısından Değerlendirilmesi

ÜA Sayısı	Yenilikçi	Fonksiyonel	Hibrit	ÜA Sayısı	Yenilikçi	Fonksiyonel	Hibrit
48	17	3	28	24	11	2	11
47	16	3	28	23	10	2	11
46	16	3	27	22	10	2	10
45	16	3	26	21	10	2	9
44	16	3	25	20	8	1	11
43	16	3	24	19	7	1	11
42	16	3	23	18	7	1	10
41	16	3	22	17	7	1	9
40	16	3	21	16	8	1	7
39	15	3	21	15	7	1	7
38	14	3	21	14	7	1	6
37	13	3	21	13	6	1	6
36	13	3	20	12	5	1	6
35	12	3	20	11	4	1	6
34	12	3	19	10	5	1	4
33	12	3	18	9	5	1	3
32	12	3	17	8	5	1	2
31	12	3	16	7	4	1	2
30	12	3	15	6	4	1	1
29	12	3	14	5	2	1	2
28	12	2	14	4	1	1	2
27	12	2	13	3	2	1	-
26	12	2	12	2	1	1	-
25	12	2	11				

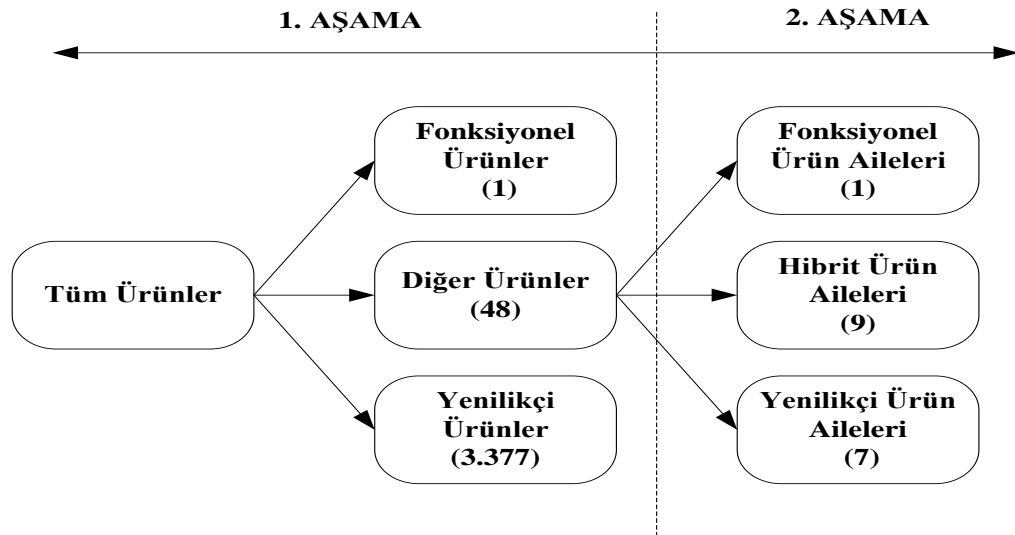
Fonksiyonel ürün ailesi: Satış miktarı yüksek, sipariş sıklığı orta ve yüksek olan, teslim sürelerinin uzun olmasından dolayı sipariş geldiğinde stokta bulunması gereken "stoka üretim" prensibini benimsemiş ürünlerden oluşan ürün ailesidir. Bu ürünlerin saf "fonksiyonel" ürün olabilmeleri için, sıklıkla yüksek miktarda siparişinin gelmesi ve işletmenin bu ürünleri stokta bitmiş olarak bekletmesi önerilmektedir.

Çalışmanın ilk aşamasında fonksiyonel veya yenilikçi ürün sınıflandırmasına dahil edilmemiş olan 48 ürün, yukarıda detaylı anlatılmış olan metodoloji ile 17 farklı ürün ailesini oluşturmuştur. 7 ürün ailesi, yenilikçi ürün ailesi olarak tanımlanmış ve toplam 19 ürün, bu ürün ailesinde yer almıştır. Fonksiyonel ürün ailesi sayısı 1 olarak hesaplanmış ve bu ürün ailesinde sadece 1 ürün yer almıştır. Fonksiyonel veya yenilikçi ürün ailelerine atananlar haricinde geriye kalan ve 28 üründen oluşan 9 ürün ailesi ise, çalışmanın konusunu oluşturan hibrit ürün aileleri olarak tanımlanmıştır. Bu ürün aileleri, kapsadıkları ürünler açısından tek

tek irdelendiğinde, her bir ürün ailesinin taleplerinin, gönderildikleri müşterilerinin, ürün ağaçlarının, iş rotalarının birbirine benzer oldukları görülmüştür.

4.8. Ürün Ailelerinin Tedarik Zinciri Stratejileri ile Eşleştirilmesi

Bu çalışmada, işletmenin tüm ürünleri için tek tip tedarik zinciri stratejisi tercih etmesi yerine, farklı ürün/ürün aileleri için farklı stratejileri kullanması önerilmiştir. Çünkü yukarıda detaylı anlatıldığı üzere, işletmenin her bir ürünün farklı özellikleri (satış miktarları, teslim süreleri, üretim süreleri, stokta bekleme süreleri vb.) bulunmaktadır. Bu kadar farklı özelliklere sahip ürünlerin, tek bir strateji ile eşleştirilmesi uygun olmamaktadır. Öncelikle tüm ürünler bu özelliklere göre bir sınıflandırmaya tabi tutulmuşlardır. Bu sınıflandırmanın sonucunda, fonksiyonel (standart) veya yenilikçi ürünler elde edilmiştir. Bu iki sınıfın dışında kalan diğer ürünler için ise, modüleriteleri, müşteri talepleri, müşteri ve teknoloji uyumlulukları, benzerlikleri ve yeniden kullanılabilirlik özellikleri dikkate alınarak ürün aileleri elde edilmiştir. Bu ürün aileleri de aynı ürünler de olduğu gibi farklı özellikleri kullanılarak sınıflandırılmışlardır. Fonksiyonel ürün/ürün aileleri, yalın tedarik zinciri stratejisi ile, yenilikçi ürün/ürün aileleri ise çevik tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilmişlerdir. Bu ürün aileleri dışında kalan tüm ürün aileleri, hibrit ürün aileleri olarak tanımlanmış ve bu ürün aileleri hibrit tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilmiştir.



Şekil 4.2. Ürünlerin Dağılımı

Şekil 4.2'de işletmenin bu çalışmaya konu olan ürünlerin fonksiyonel, yenilikçi veya hibrit ürünler olarak sınıflandırılması ve bir sonraki aşamada bu hibrit ürünlerin fonksiyonel, yenilikçi veya hibrit ürün ailesi olarak sınıflandırılması şematik olarak gösterilmiştir.

Yenilikçi ürün ailelerinin izlemesi gereken tedarik zinciri stratejisi çevik tedarik zinciri olup bu ürün aileleri için, DP bu ürünlerin üretildiği hatlardaki ilk iş istasyonudur. Bu ürün ailesine ait ürünlerin, MTO veya DTO olarak üretilmesi gerekmektedir. Fonksiyonel ürün aileleri için DP ise, son iş istasyonu veya iş istasyonundan sonra olup bu ürün ailelerinin yalın tedarik zinciri stratejisini kullanmaları ve MTS olarak üretilmeleri gerekmektedir (Rafiei ve Rabbani, 2011, s.555).

Fonksiyonel veya yenilikçi ürün aileleri dışında kalan hibrit ürün aileleri, hibrit tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirilmiştir. Bir sonraki bölümde hibrit tedarik zincirlerinde en uygun DP konumunun tespit edilmesi incelenmiştir.

ALC yöntemi ile elde edilen ürün ailelerinin yukarıda anlatıldığı şekilde detaylı incelenmesi sonucunda çalışmanın yapısına en uygun ürün aile sayısının 17 olması gerektiği ve bu ürün ailelerinin dokuz tanesinin hibrit olduğu belirlenmiştir. Tablo 4.9'da çalışmanın bundan sonraki aşamalarında incelenecek olan hibrit ürün aileleri yer almaktadır. Hibrit ürün aileleri için uygun tedarik zinciri stratejisi hibrit tedarik zinciridir (Naylor vd., 1997, s.114; Agarwal vd., 2006, s.212).

Tablo 4.9. Hibrit Ürün Aileleri

Hibrit ÜA No'su	Ürünler
1	1-30
2	3-4-5-6-7-8
3	19
4	20-21-22-23
5	24-25-26-27
6	31-32
7	33-34-35
8	37-38-39-40-41
9	44

Bu çalışmada hibrit ürün aileleri için eşleştirilen hibrit tedarik zinciri stratejisi çeşitlerinden DP stratejisi, modüler üretim anlayışının kabul gördüğü işletmede ara stok tutulabildiği ve üretimin ertelenebilme potansiyeli olduğu için uzmanlarca uygun bulunmuştur. Ürünlerin olabildiğince genel formda tutularak müşteri siparişi gelene kadar farklılaşmasının önüne geçilmesiyle stok miktarlarının dolayısıyla hem stok taşıma hem de ürünün bozulma ve eskime maliyetlerinin düşük olduğu, diğer stratejilere göre daha esnek olan, ürüne kişiselleştirilme olanağı tanıyan ve talepleri daha kolay tahmin edilebilen bu strateji için bu noktanın yerinin zincir boyunca neresi olacağının belirlenmesi çok önemlidir (Naylor vd. 1999, s.108; Olhager, 2003, s.319; Christiansen vd., 2007, s.85; Wu vd., 2008, s.47).

4.9. Seçilen Hibrit Ürün Ailesi İçin DP Konumunun Belirlenmesi

DP öncesi işlemlerin talep tahminlerine göre, bu noktadan sonraki işlemlerin ise kesin müşteri siparişlerine göre gerçekleştirildiği hibrit tedarik zinciri stratejilerinde, DP'nin yerinin belirlenmesi çok önemli olduğu yukarıda da belirtilmiştir. Bu çalışmada dokuz farklı ürün ailesi için bu noktanın tespit edilmesi gerekmektedir. Uzmanlara ve karar vericilere yol göstermesi amacıyla hem en çok talebi olan hem de en çok üründen oluşan "2" no'lu ürün ailesi tercih edilmiştir. Çalışmanın devamı, bu ürün ailesi için gerçekleştirilmiştir.

4.10. Bulanık Dematel Yöntemi

İşletmenin hibrit tedarik zinciri stratejisini benimsemesi gereken ürün aileleri içinde çalışmaya konu olan ürün ailesinin pazarda rekabet edebilirliğini sürdürebilmek, rakiplerinden bir adım öne geçmesini sağlamak ve ürünü müşterinin istediği zamanda istediği miktarda istediği yere zamanında teslim edebilmek için en uygun DP yerinin belirlenmesinin amaçlandığı 3 boyut ve 11 kriterin yer aldığı bu çalışmada ilişkilerin tanımlanması amacıyla bulanık Dematel yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle sırasıyla boyutların, boyutlar altında yer alan kriterlerin ve tüm kriterlerin birbirleri ile olan etkileşimleri analiz edilmiştir. Metodoloji aşamaları ve sonuçlar aşağıda detaylı anlatılmıştır.

Hibrit tedarik zinciri boyunca DP konumunu belirlenebilmesi için kriterler, pazarla ilişkili (K_1), ürünle ilişkili (K_2) ve süreçle ilişkili (K_3) olmak üzere toplam 3 boyut altında incelenmiştir. Tablo 2.14'te yer alan tüm kriterler uzman grupla tartışılmış ve çalışmaya konu olan ürün ailesi için, talebin tahmin edilebilirliği (K_{11}), teslimat güvenilirliği (K_{12}), teslim süresi (K_{13}), sipariş büyüklüğü (K_{14}), sipariş sıklığı (K_{15}), modüler ürün tasarımı (K_{21}), stokta tutma maliyeti (K_{22}), geciken sipariş maliyeti (K_{23}), üretim süresi (K_{31}), proses ve çalışan esnekliği (K_{32}) ve darboğaz noktasının konumu (K_{33}) kriterleri, DP konumunu etkileyen kriterler olarak seçilmiştir.

4.10.1. Bulanık Dematel Yönteminin Boyutlara Uygulanması

Boyutlar ve kriterler belirlendikten sonra, uzman gruptan öncelikle üç boyut için değerlendirme yapılmaları istenmiştir. Yapılan bulanık değerlendirmeler bulanık verileri kesin değerlere dönüştürme (Converting fuzzy data into crisp scores-CFCS) yöntemi ile durulaştırılmıştır. Bu yöntem, daha büyük üyelik fonksiyonu ile daha büyük kesin değerler verdiği için tercih edilmiştir.

Boyutlara ilişkin durulaştırma hesaplamalarına örnek olması için, birinci karar vericinin (KV_1) yapmış olduğu değerlendirme CFCS yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Diğer karar

vericiler için de aynı işlemler tekrarlanmış ve tüm karar vericilerin değerlendirilmesi tek bir matrise indirgenmiştir. CFCS yönteminin kullanılmasının sonucunda Dematel yönteminde kullanılan Z ilk direkt ilişki matrisi elde edilmektedir. CFCS yönteminin 5 adımlı algoritması için (10)-(17) no'lu formüller kullanılmıştır.

Her karar verici, Tablo 3.3'te yer alan bulanık dilsel ölçeği kullanarak üç boyut arasındaki ilişkilere ve etkileşimlere ait değerlendirmeleri gerçekleştirmiştir. Birinci karar vericinin dilsel değişkenlerle yapmış olduğu değerlendirmesi ve bu değişkenlerin bulanık üçgensel sayılara dönüştürülmüş şekli, Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

Tablo 4.10. Birinci Karar Vericinin Boyutları Değerlendirmesi

$$\begin{bmatrix} - & VH & VH \\ VL & - & H \\ N & L & - \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} (0,00,0,00,0,00) & (0,75,1,00,1,00) & (0,75,1,00,1,00) \\ (0,00,0,25,0,50) & (0,00,0,00,0,00) & (0,50,0,75,1,00) \\ (0,00,0,00,0,25) & (0,25,0,50,0,75) & (0,00,0,00,0,00) \end{bmatrix}$$

K_1 'den K_2 'ye yapılan değerlendirmenin durulaştırılması aşağıda detaylandırılmıştır. Birinci karar verici, K_1 ile K_2 arasındaki ilişkiyi incelemiş ve K_1 'in K_2 üzerinde çok yüksek etkisi olduğunu belirtmiştir. Yapılan değerlendirmede her bir j kolonu ($\max_j r_{ij}$) için en büyük değer "1" ve her bir j kolonu ($\min_j l_{ij}$) için en küçük değer ise "0"dır. Bu durumda Δ_{\min}^{\max} değeri "1" olarak hesaplanmıştır. Örnekte $(l_{ij}^k, m_{ij}^k, r_{ij}^k)$ değerleri sırasıyla (0,75,1,00,1,00)'tir. CFCS yönteminin algoritması birinci karar vericinin K_1 ve K_2 arasındaki değerlendirilmesinin durulaştırılması için aşağıda anlatılmıştır.

1. Normalizasyon:

$$xl_{12}^1 = (0,75-0)/1=0,75 \quad , \quad xm_{12}^1 = (1,00-0)/1=1,00 \quad , \quad xr_{12}^1 = (1,00-0)/1=1,00$$

2. $j=1,2,\dots,J$ için sol (ls) ve sağ (rs) normalize değerlerin hesaplanması:

$$xls_{12}^1 = \frac{xm_{12}^1}{1+xm_{12}^1-xl_{12}^1} = \frac{1,00}{1+1,00-0,75} = 0,80$$

$$xrs_{12}^1 = \frac{xr_{12}^1}{1+xr_{12}^1-xm_{12}^1} = \frac{1,00}{1+1,00-1,00} = 1,00$$

3. $j=1,2,\dots,J$ için toplam normalize kesin sayıların hesaplanması:

$$x_{12}^1 = \frac{[xls_{12}^1(1-xls_{12}^1)+xrs_{12}^1xrs_{12}^1]}{[1-xls_{12}^1+xrs_{12}^1]} = \frac{[0,80(1-0,80)+(1,00*1,00)]}{[1-0,80+1,00]} = 0,967$$

4. $j=1,2,\dots,J$ için kesin değerlerin hesaplanması:

$$z_{12}^1 = \min l_{12}^1 + x_{12}^1 \Delta_{\min}^{\max} = 0 + 0,967 * 1 = 0,967$$

5. Kesin değerlerin birleştirilmesi

K_1 'in K_2 üzerindeki etkisinin belirlenmesi için yapılan değerlendirmeler CFCS yöntemiyle durulaştırılmış ve her bir karar verici için z_{12}^k değeri hesaplanmıştır. Bu değerlerin aritmetik ortalamaları alınarak Z matrisinin ilgili hücrelerine yazılmıştır. Böylece Z ortalama matrisi (Tablo 4.11) elde edilmiştir.

Tablo 4.11. Boyutlara Ait Z Matrisi

$$Z = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,831 & 0,700 \\ 0,699 & 0,000 & 0,800 \\ 0,465 & 0,764 & 0,000 \end{bmatrix}$$

İlk direkt ilişki matrisi olarak da adlandırılan Z matrisi (19) ve (20) no'lu formüller kullanılarak normalize edilmiş ve normalize direkt ilişki matrisi (X matrisi) elde edilmiştir (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Boyutlara Ait X Matrisi

$$X = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,543 & 0,457 \\ 0,456 & 0,000 & 0,523 \\ 0,304 & 0,499 & 0,000 \end{bmatrix}$$

Direkt ve endirekt ilişkileri gösteren toplam ilişki matrisi T 'nin hesaplanması için ise $T=X(I-X)^{-1}$ formülü kullanılmıştır. T matrisi, Tablo 4.13'te gösterilmiştir.

Tablo 4.13. Boyutlara Ait T Matrisi

$$T = \begin{bmatrix} 3,564 & 4,761 & 4,575 \\ 3,800 & 4,317 & 4,516 \\ 3,285 & 4,102 & 3,645 \end{bmatrix}$$

Pazar (K_1), ürün (K_2) ve proses (K_3) boyutlarına ait T matrisinin satır ve sütun toplamları, Tablo 4.14 ile gösterilmiştir.

Tablo 4.14. Boyutlara Ait Satır ve Sütun Toplamları

	K_1	K_2	K_3	D_i	R_j	D_i+R_j	D_i-R_j
K_1	3,564	4,761*	4,575*	12,900	10,649	23,549	2,252
K_2	3,800	4,317*	4,516*	12,632	13,180	25,812	-0,548
K_3	3,285	4,102*	3,645	11,032	12,736	23,768	-1,704

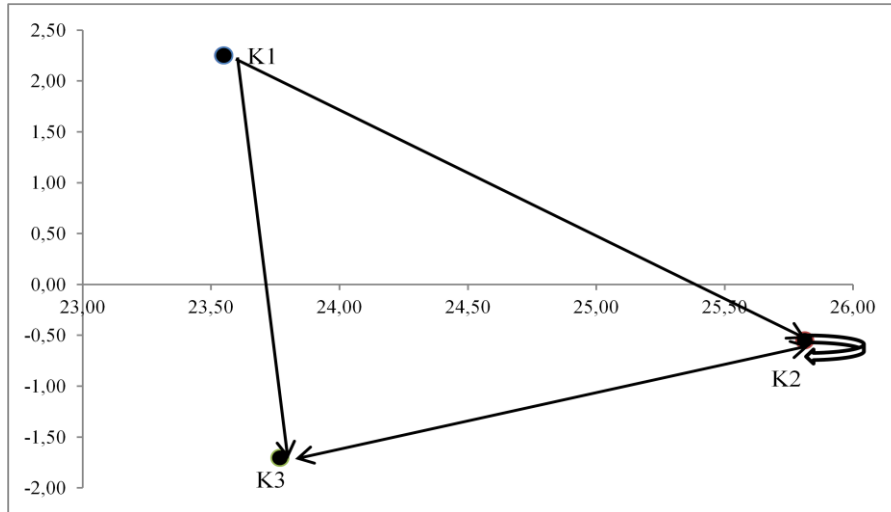
Genel olarak çok sayıda kriterin yer aldığı sistemlerde modelin karmaşıklığını yönetilebilir bir seviyede tutmak ve bu kriterler arasında yapısal ilişkiyi açıklamak amacıyla T matrisinde yer alan bazı göz ardı edilebilir etkileri filtrelemek adına p eşik değeri kullanılmıştır. Her ne kadar bu modelde kullanılan boyut sayısı yönetilebilecek seviyede olsa da, çalışmanın metodolojisine uygun bir eşik değeri belirlenmiştir. Bu çalışmada eşik değeri için, T matrisinde yer alan tüm değerlerin ortalaması alınmış (Sumrit ve Anuntavoranich, 2013, s.92)

ve bu değer 4,063 olarak hesaplanmıştır. Eşik değerinden büyük olan ve aralarında etkileşim olan boyutlara ait değerler, Tablo 4.14'te t_{ij}^* ile gösterilmiştir.

i. boyutun tüm sistemdeki önem derecesini gösteren D_i+R_j değerlerine bakıldığında, 25,812 değerine sahip ürün boyutunun çok önemli olduğu görülmektedir. Ürün boyutunu sırasıyla proses ve pazar boyutları izlemektedir. Pazar, üç boyut içinde en az öneme sahip boyut olarak belirlenmiştir. Boyutların önem sıralaması $K_2>K_3>K_1$ şeklindedir.

D_i-R_j değerlerine göre boyutlar, (i) neden grubu ve (ii) etki grubu olarak ikiye bölünmüştür. (i) D_i-R_j değeri pozitif veya net neden olan faktörler, neden grubu faktörleridir ve direkt olarak diğer kriterleri etkilemektedir. En yüksek D_i-R_j değere sahip faktörün, diğer faktörler üzerinde direkt etkisi bulunmaktadır. Bu çalışmada K_1 (pazar boyutu), D_i-R_j değerinin pozitif (2,252) olması nedeniyle neden grubunda yer almaktadır. Ayrıca bu boyutun en yüksek D_i-R_j değerine sahip olması da, diğer kriterler üzerinde direkt etkisini göstermektedir.

(ii) D_i-R_j değeri negatif veya net alıcı olan faktörler ise etki grubunda yer almakta ve büyük ölçüde diğer kriterler tarafından etkilenmektedir. Bu çalışmada, K_2 ve K_3 , -0,548 ve -1,704 değerleri ile etki grubunda yer almaktadır. K_2 boyutu, kendisinden de dahil olmak üzere bütün boyutlar tarafından etkilenmekte olup bu ilişkilerin olduğu etki-neden diyagramı, Şekil 4.3 ile gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Boyutlar Arası Etki-Neden Diyagramı

4.10.2. Bulanık Dematel Yönteminin Her Bir Boyut İçin Uygulanması

Çalışmanın bu aşamasında, her bir boyutun altında bulunan kriterlerin aralarında ilişkiler ve etkileşimler incelenmiştir. Bulanık değerlendirmeler (10)-(17) no'lu formüller kullanılarak durulaştırılmıştır. Öncelikle K_1 boyutu altında yer alan K_{11} (Talebin tahmin edilebilirliği), K_{12}

(Teslimat güvenilirliği), K_{13} (Teslim süresi), K_{14} (Siparişin büyüklüğü) ve K_{15} (Sipariş sıklığı) kriterlerin birbirleri ile olan etkileşimleri incelenmiştir. Beş kritere ilişkin Z , X ve T matrisleri aşağıda sırasıyla gösterilmiştir (Tablo 4.15).

K_1 boyutuna ilişkin kriterlere ait T matrisinin satır ve sütun toplamları Tablo 4.16'da, bu kriterlerin etki-neden diyagramı ise Şekil 4.4'te gösterilmiştir. K_1 boyutu altında yer alan K_{11} , K_{12} , K_{13} , K_{14} ve K_{15} kriterlerinden D_i+R_j değeri en yüksek değer olan K_{13} (teslim süresi) kriteri, değerlendiriciler tarafından DP konumunun belirlenmesinde en fazla öneme sahip kriter olarak tespit edilmiştir. Bu kriteri sırasıyla sipariş sıklığı, sipariş büyüklüğü, talebin tahmin edilebilirliği ve teslimat güvenilirliği izlemektedir.

Tablo 4.15. Pazar Boyutu Kriterlerine Ait Z , X ve T Matrisleri

$$Z = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,435 & 0,633 & 0,567 & 0,701 \\ 0,301 & 0,000 & 0,800 & 0,502 & 0,568 \\ 0,567 & 0,768 & 0,000 & 0,766 & 0,735 \\ 0,467 & 0,368 & 0,733 & 0,000 & 0,598 \\ 0,698 & 0,368 & 0,800 & 0,501 & 0,000 \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,153 & 0,223 & 0,200 & 0,247 \\ 0,106 & 0,000 & 0,282 & 0,177 & 0,200 \\ 0,200 & 0,271 & 0,000 & 0,270 & 0,259 \\ 0,165 & 0,130 & 0,259 & 0,000 & 0,211 \\ 0,246 & 0,130 & 0,282 & 0,177 & 0,000 \end{bmatrix}$$

$$T = \begin{bmatrix} 0,715 & 0,870 & 1,211 & 1,023 & 1,128 \\ 0,778 & 0,706 & 1,201 & 0,967 & 1,049 \\ 0,995 & 1,072 & 1,200 & 1,210 & 1,286 \\ 0,820 & 0,817 & 1,180 & 0,813 & 1,054 \\ 0,949 & 0,882 & 1,283 & 1,039 & 0,963 \end{bmatrix}$$

Tablo 4.16. Pazar Boyutuna Kriterlerine Ait Satır ve Sütun Toplamları ($p=1,008$)

	K_{11}	K_{12}	K_{13}	K_{14}	K_{15}	D_i	R_j	D_i+R_j	D_i-R_j
K_{11}	0,715	0,870	1,211*	1,023*	1,128*	4,948	4,257	9,204	0,691
K_{12}	0,778	0,706	1,201*	0,967	1,049*	4,700	4,347	9,047	0,353
K_{13}	0,995	1,072*	1,200*	1,210*	1,286*	5,763	6,076	11,839	-0,312
K_{14}	0,820	0,817	1,180*	0,813	1,054*	4,685	5,053	9,737	-0,368
K_{15}	0,949	0,882	1,283*	1,039*	0,962	5,115	5,479	10,594	-0,363

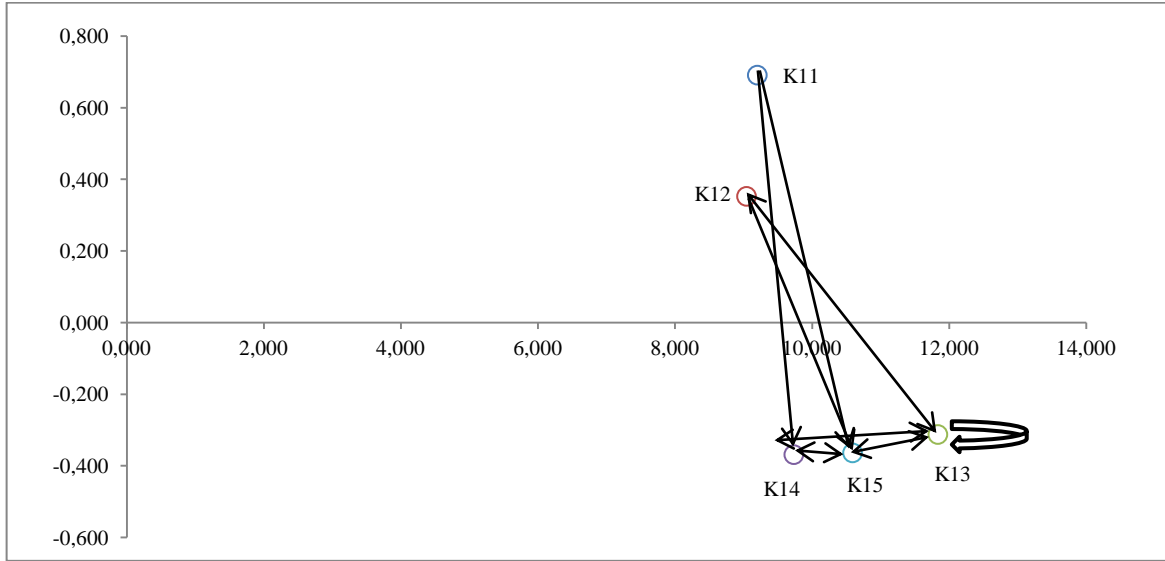
D_i-R_j değerlerine bakıldığında, bu değeri pozitif olan K_{11} (talebin tahmin edilebilirliği) ve K_{12} (teslimat güvenilirliği) kriterlerinin neden grubunda yer aldığı görülmektedir. K_{13} , K_{14} (sipariş büyüklüğü) ve K_{15} (sipariş sıklığı) kriterleri ise D_i-R_j değerinin negatif olması nedeniyle etki grubunda yer almaktadır. Şekil 4.4'e bakıldığında, en yüksek D_i-R_j değerine sahip K_{11} kriterinin, en kritik kriter olduğu görülmektedir.

K_2 boyutu altında yer alan K_{21} , K_{22} ve K_{23} kriterleri arasındaki ilişkileri tespit etmek için Z , X ve T matrisleri Tablo 4.17'de gösterilmiştir.

Tablo 4.17. Ürün Boyutu Kriterlerine Ait Z , X ve T Matrisleri

$$Z = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,469 & 0,568 \\ 0,596 & 0,000 & 0,864 \\ 0,498 & 0,699 & 0,000 \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,321 & 0,389 \\ 0,408 & 0,000 & 0,592 \\ 0,341 & 0,479 & 0,000 \end{bmatrix}$$

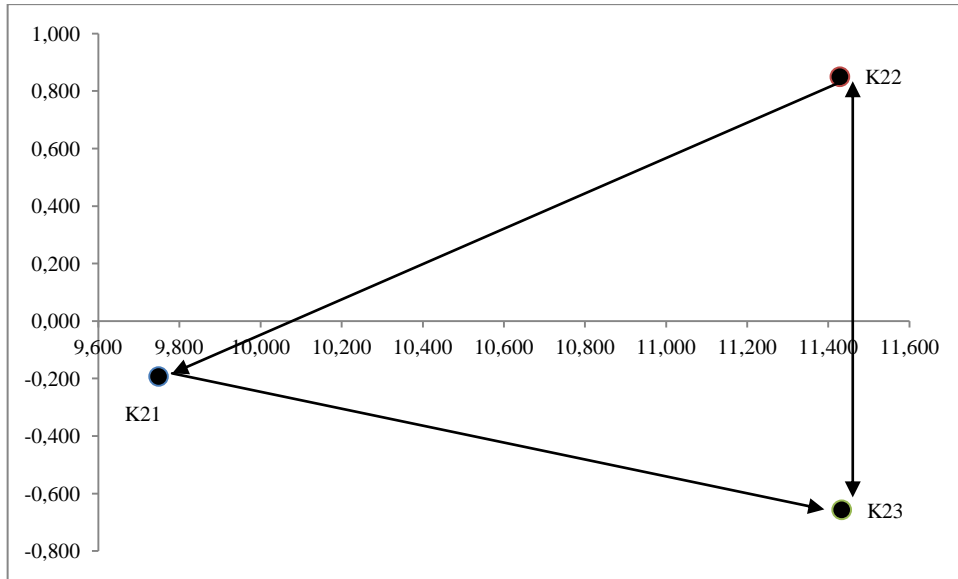
$$T = \begin{bmatrix} 1,297 & 1,626 & 1,856 \\ 1,955 & 1,779 & 2,405 \\ 1,719 & 1,885 & 1,784 \end{bmatrix}$$

**Şekil 4.4. Pazar Boyutuna Ait Kriterler Arası Etki-Neden Diyagramı**

K_2 boyutuna ilişkin kriterlere ait T matrisinin satır ve sütun toplamları Tablo 4.18 ile, bu kriterlere ait etki-neden diyagramı ise Şekil 4.5 ile gösterilmiştir. Şekil 4.5 ve Tablo 4.18 birlikte incelendiğinde en önemli kriterin K_{23} (geciken sipariş maliyeti) olduğu görülmektedir. Bu kriter, en yüksek D_i+R_j değerine sahip olup hem K_{21} (modüler ürün tasarımı) ve K_{22} 'den etkilenmekte hem de K_{22} 'yi etkilemektedir. Yine Şekil 4.5'e bakarak x-ekseninin üzerinde yer alan K_{22} (stokta tutma maliyeti) kriterinin neden grubunda yer aldığı, x-ekseninin altında yer alan K_{21} ve K_{23} kriterlerinin de etki grubunda olduğu rahatlıkla söylenebilmektedir. En yüksek D_i-R_j değerine sahip stokta tutma maliyeti (K_{22}) kriterinin diğer kriterleri en çok etkileyen kriter olduğu, en düşük D_i-R_j değerine sahip geciken sipariş maliyeti (K_{23}) kriterinin de başka kriterlerden en çok etkilenen kriter olduğu bulgular arasındadır.

Tablo 4.18. Ürün Boyutuna Kriterlerine Ait Satır ve Sütun Toplamları ($p=1,812$)

	K_{21}	K_{22}	K_{23}	D_i	R_j	D_i+R_j	D_i-R_j
K_{21}	1,297	1,626	1,856*	4,778	4,971	9,748	-0,193
K_{22}	1,955*	1,779	2,405*	6,139	5,290	11,429	0,849
K_{23}	1,719	1,885*	1,784	5,388	6,045	11,433	-0,657



Şekil 4.5. Ürün Boyutuna Ait Kriterler Arası Etki-Neden Diyagramı

Son olarak proses boyutuna ilişkin kriterlerin birbirleri ile olan etkileşimleri ele alınmıştır. Bu amaçla öncelikle Z , X ve T matrisleri hazırlanmıştır (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. Proses Boyutu Kriterlerine Ait Z , X ve T Matrisleri

$$Z = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,768 & 0,766 \\ 0,735 & 0,000 & 0,633 \\ 0,601 & 0,568 & 0,000 \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,501 & 0,499 \\ 0,479 & 0,000 & 0,412 \\ 0,392 & 0,370 & 0,000 \end{bmatrix}$$

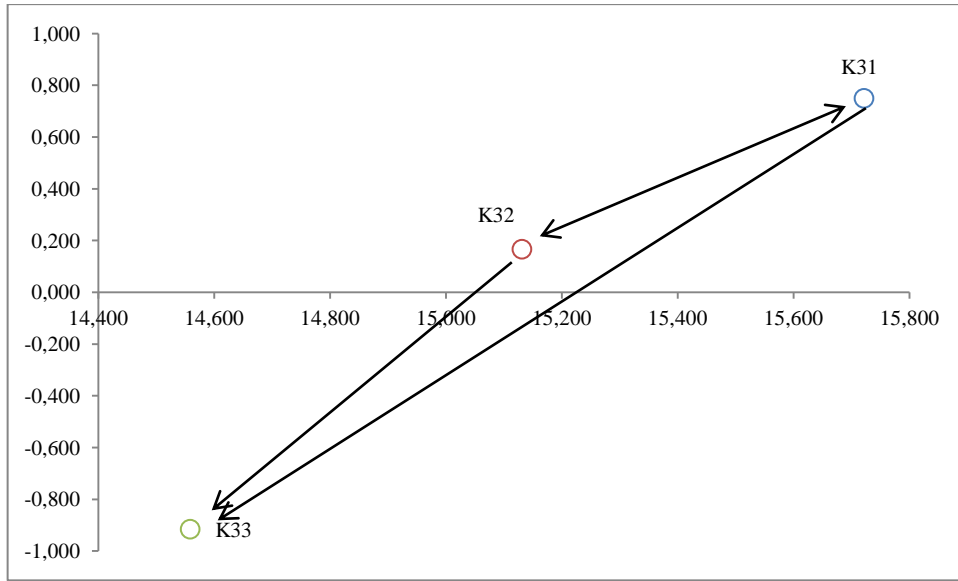
$$T = \begin{bmatrix} 2,496 & 2,828 & 2,912 \\ 2,642 & 2,318 & 2,688 \\ 2,348 & 2,337 & 2,137 \end{bmatrix}$$

Bu boyuta ilişkin T matrisinin satır ve sütun toplamları ise Tablo 4.20'de yer almaktadır.

Tablo 4.20. Proses Boyutu Kriterlerine Ait Satır ve Sütun Toplamları ($p=2,523$)

	K_{31}	K_{32}	K_{33}	D_i	R_j	D_i+R_j	D_i-R_j
K_{31}	2,496	2,828*	2,912*	8,236	7,486	15,722	0,749
K_{32}	2,642*	2,318	2,688*	7,649	7,483	15,131	0,166
K_{33}	2,348	2,337	2,137	6,821	7,737	14,559	-0,916

Proses boyutuna ait Tablo 4.20 incelendiğinde en yüksek D_i+R_j değerine sahip dolayısıyla en önemli kriter olan K_{31} (üretim süresi) kriteri öne çıkmaktadır. K_{31} , hem K_{32} (proses ve çalışan esnekliği) ve K_{33} (darboğaz noktasının konumunu) kriterlerini etkilemekte hem de K_{32} kriterinden etkilenmektedir. D_i-R_j değerleri açısından incelendiğinde, K_{31} ve K_{32} kriterlerinin neden grubunda, K_{33} kriterinin ise etki grubunda yer aldığı saptanmıştır. K_{31} kriteri, diğer kriterleri en çok etkileyen, K_{33} kriteri ise diğer kriterlerden en çok etkilenen kriterdir. Şekil 4.6'da bu kriterlere ilişkin etki-neden diyagramı yer almaktadır.



Şekil 4.6. Proses Boyutuna Ait Kriterler Arası Etki-Neden Diyagramı

Çalışmanın bu aşamasında Bulanık Dematel yöntemi ile sadece DP'nin konumunu belirleyen üç boyut ve her bir boyutun altında yer alan kriterlerin kendi içlerinde analizleri yapılmamış, işletmenin hibrit ürün ailesi grubunda yer alan ve bu çalışmaya konu olan ürün ailesinin pazardaki rekabetçi gücünü koruyup daha iyi rekabet edebilir hale getirilebilmesi için tüm boyutlar altında kriterlerin birbirleri arasında neden ve etki ilişkileri de incelenmiştir.

Sonuçlar, işletmenin neden grubunda yer alan pazar boyutunu geliştirmeye odaklanması gerektiğini göstermiştir. İşletme, etki grubunda yer alan ürün ve proses boyutlarının performanslarını arttırmak için, pazar boyutu ve bu boyut altında yer alan beş kritere dikkat etmeli ve bu kriterleri iyileştirmeye odaklanmalıdır. Ürün ve proses boyutları üzerinde daha fazla etkiye sahip olan pazar boyutu esas etkileyen boyut, proses boyutu ise esas etkilenen boyut olarak tespit edilmiştir.

Pazar boyutu içinde en önemli kriter, teslim süresi olarak belirlenmiştir. Pazarda rekabetin korunabilmesi ve işletmenin daha iyi performans gösterebilmesi için uzman grup, bu kriterin çok önemli olduğunu vurgulamıştır. Neden grubunda yer alan ve D_i-R_j değeri pozitif olan K_{11} (talebin tahmin edilebilirliği) ve K_{12} (teslimat güvenilirliği) diğer kriterleri etkilerken, etki grubunda yer alan K_{13} (teslim süresi), K_{14} (siparişin büyüklüğü) ve K_{15} (sipariş sıklığı) ise diğer kriterlerden etkilenmektedirler. Neden grubunda yer alan kriterler diğer kriterlerden etkilendiklerinden daha çok, diğer kriterleri etkilemektedir.

Ürün boyutu altında yer alan kriterlerden en önemlisi, K_{23} (geciken sipariş maliyeti) olarak belirlenmiştir. Siparişlerin gecikmesinden kaynaklı yaşanan maliyetlerin iyileştirilmesi ile uygun DP yerinin belirlenebileceği dolayısıyla da rekabet edilebilirliğin sürdürülebileceği

düşünülmektedir. Geciken sipariş maliyeti kriteri, hem K_{21} (modüler ürün tasarımı) ve K_{22} 'den (stokta tutma maliyeti) etkilenmekte hem de K_{22} 'yi etkilemektedir. K_{22} kriteri neden grubunda, K_{21} ve K_{23} kriterleri ise etki grubunda yer almaktadır. Stokta tutma maliyeti kriteri diğer kriterleri en çok etkileyen kriter, geciken sipariş maliyeti kriteri ise en çok başka kriterlerden etkilenen kriterdir.

Son olarak proses boyutu altındaki kriterlerin birbirleri ile etkileşimleri incelendiğinde en önemli kriter olarak K_{31} (üretim süresi) tespit edilmiştir. Bu kriter, hem K_{32} (proses ve çalışan esnekliği) ve K_{33} (darboğaz noktasının konumunu) etkilemekte, hem de K_{32} kriterinden etkilenmektedir. K_{32} ve diğer kriterleri en çok etkileyen K_{31} neden grubunda, diğer kriterlerden en çok etkilenen K_{33} kriteri ise etki gurubunda yer almaktadır.

4.10.3. Bulanık Dematel Yönteminin Tüm Kriterlere Uygulanması

Çalışmanın bu aşamasında tüm kriterlerin aralarındaki etkileşimler ve ilişkiler incelenmiştir. Öncelikle yine karar vericilerin yapmış oldukları bulanık değerlendirmeler (10)-(17) no'lu formüller kullanılarak durulaştırılmış ve Z ilk başlangıç matrisi elde edilmiştir (Tablo 4.21).

Tablo 4.21. Tüm Kriterlere Ait Z Matrisi

$$Z = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,433 & 0,633 & 0,566 & 0,701 & 0,201 & 0,633 & 0,500 & 0,335 & 0,301 & 0,468 \\ 0,301 & 0,000 & 0,800 & 0,501 & 0,567 & 0,301 & 0,400 & 0,500 & 0,468 & 0,435 & 0,368 \\ 0,567 & 0,767 & 0,000 & 0,765 & 0,734 & 0,435 & 0,833 & 0,800 & 0,701 & 0,768 & 0,768 \\ 0,467 & 0,367 & 0,733 & 0,000 & 0,599 & 0,335 & 0,700 & 0,567 & 0,768 & 0,435 & 0,335 \\ 0,698 & 0,367 & 0,800 & 0,499 & 0,000 & 0,301 & 0,767 & 0,500 & 0,635 & 0,501 & 0,335 \\ 0,167 & 0,400 & 0,500 & 0,401 & 0,366 & 0,000 & 0,467 & 0,567 & 0,701 & 0,541 & 0,568 \\ 0,301 & 0,500 & 0,867 & 0,634 & 0,667 & 0,601 & 0,000 & 0,867 & 0,631 & 0,535 & 0,601 \\ 0,434 & 0,567 & 0,867 & 0,733 & 0,632 & 0,501 & 0,700 & 0,000 & 0,735 & 0,568 & 0,768 \\ 0,401 & 0,300 & 0,567 & 0,634 & 0,567 & 0,668 & 0,567 & 0,667 & 0,000 & 0,768 & 0,768 \\ 0,401 & 0,300 & 0,600 & 0,467 & 0,567 & 0,535 & 0,500 & 0,600 & 0,735 & 0,000 & 0,635 \\ 0,501 & 0,333 & 0,600 & 0,434 & 0,467 & 0,601 & 0,500 & 0,633 & 0,601 & 0,568 & 0,000 \end{bmatrix}$$

İlk direkt ilişki matrisi olarak da adlandırılan Z matrisi normalize edilerek X matrisi hesaplanmıştır (Tablo 4.22).

Tablo 4.22. Tüm Kriterlere Ait X Matrisi

$$X = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,061 & 0,089 & 0,079 & 0,098 & 0,028 & 0,089 & 0,070 & 0,047 & 0,042 & 0,066 \\ 0,042 & 0,000 & 0,112 & 0,070 & 0,079 & 0,042 & 0,056 & 0,070 & 0,066 & 0,061 & 0,052 \\ 0,079 & 0,107 & 0,000 & 0,107 & 0,103 & 0,061 & 0,117 & 0,112 & 0,098 & 0,108 & 0,108 \\ 0,065 & 0,051 & 0,103 & 0,000 & 0,084 & 0,047 & 0,098 & 0,079 & 0,108 & 0,061 & 0,047 \\ 0,098 & 0,051 & 0,112 & 0,070 & 0,000 & 0,042 & 0,107 & 0,070 & 0,089 & 0,070 & 0,047 \\ 0,023 & 0,056 & 0,070 & 0,056 & 0,051 & 0,000 & 0,065 & 0,079 & 0,098 & 0,076 & 0,080 \\ 0,042 & 0,070 & 0,121 & 0,089 & 0,093 & 0,084 & 0,000 & 0,121 & 0,088 & 0,075 & 0,084 \\ 0,061 & 0,079 & 0,121 & 0,103 & 0,088 & 0,070 & 0,098 & 0,000 & 0,103 & 0,080 & 0,108 \\ 0,056 & 0,042 & 0,079 & 0,089 & 0,079 & 0,094 & 0,079 & 0,093 & 0,000 & 0,108 & 0,108 \\ 0,056 & 0,042 & 0,084 & 0,065 & 0,079 & 0,075 & 0,070 & 0,084 & 0,103 & 0,000 & 0,089 \\ 0,070 & 0,047 & 0,084 & 0,061 & 0,065 & 0,084 & 0,070 & 0,089 & 0,084 & 0,080 & 0,000 \end{bmatrix}$$

Son olarak da toplam ilişki matrisi T hesaplanmıştır (Tablo 4.23).

Tablo 4.23. Tüm Kriterlere Ait T Matrisi

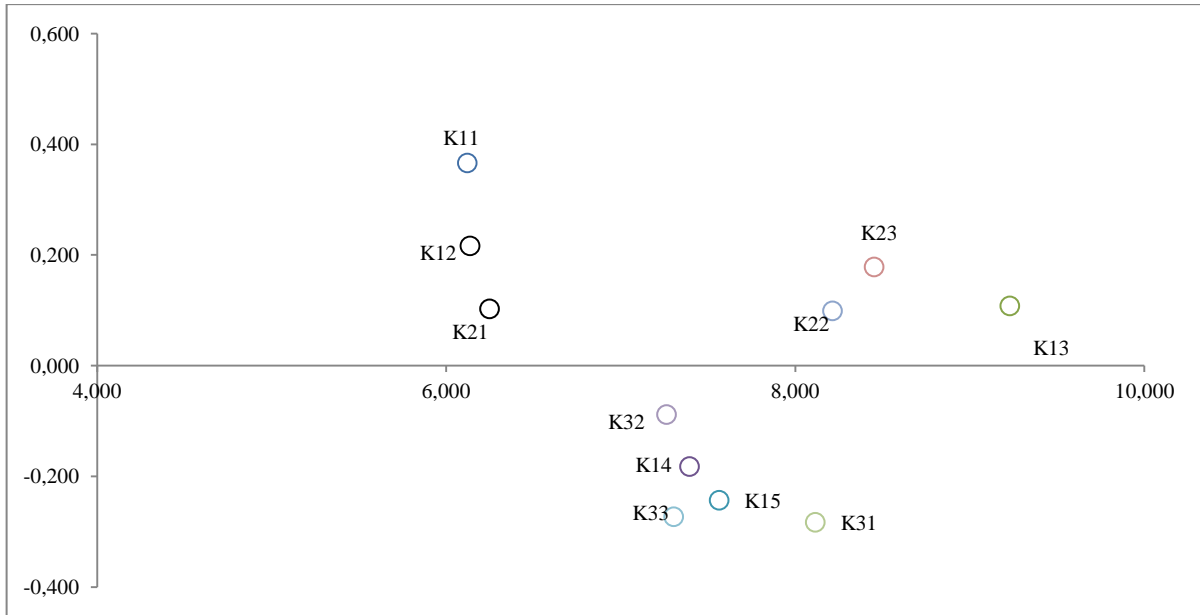
$$T = \begin{bmatrix} 0,185 & 0,247 & 0,374 & 0,316 & 0,340 & 0,223 & 0,342 & 0,329 & 0,312 & 0,275 & 0,301 \\ 0,221 & 0,186 & 0,386 & 0,303 & 0,318 & 0,232 & 0,308 & 0,324 & 0,324 & 0,288 & 0,286 \\ 0,337 & 0,368 & 0,419 & 0,444 & 0,451 & 0,339 & 0,477 & 0,480 & 0,474 & 0,434 & 0,444 \\ 0,265 & 0,260 & 0,417 & 0,270 & 0,355 & 0,263 & 0,379 & 0,368 & 0,395 & 0,319 & 0,315 \\ 0,297 & 0,263 & 0,429 & 0,340 & 0,282 & 0,262 & 0,391 & 0,364 & 0,382 & 0,330 & 0,319 \\ 0,202 & 0,237 & 0,349 & 0,289 & 0,291 & 0,194 & 0,313 & 0,332 & 0,353 & 0,302 & 0,312 \\ 0,276 & 0,308 & 0,481 & 0,392 & 0,404 & 0,330 & 0,332 & 0,448 & 0,426 & 0,371 & 0,388 \\ 0,301 & 0,325 & 0,495 & 0,415 & 0,412 & 0,327 & 0,434 & 0,351 & 0,450 & 0,386 & 0,419 \\ 0,274 & 0,267 & 0,423 & 0,372 & 0,372 & 0,324 & 0,385 & 0,404 & 0,324 & 0,381 & 0,390 \\ 0,256 & 0,249 & 0,397 & 0,328 & 0,348 & 0,288 & 0,351 & 0,369 & 0,390 & 0,260 & 0,350 \\ 0,263 & 0,249 & 0,391 & 0,319 & 0,330 & 0,291 & 0,345 & 0,367 & 0,368 & 0,328 & 0,263 \end{bmatrix}$$

Çalışmada yer alan kriterlere ait T matrisinin satır ve sütun toplamları, Tablo 4.24 ile gösterilmiştir. Kriterlere ait T matrisinin gösterildiği Tablo 4.23 ve Tablo 4.24'ün birlikte kullanılmasıyla etki-neden diyagramı elde edilmiş ve bu diyagram, Şekil 4.7 ile gösterilmiştir.

Tablo 4.24. Tüm Kriterlere Ait Satır ve Sütun Toplamları ($p=0.339$)

	K_{11}	K_{12}	K_{13}	K_{14}	K_{15}	K_{21}	K_{22}	K_{23}	K_{31}	K_{32}	K_{33}
D_i	3,243	3,176	4,669	3,606	3,660	3,175	4,156	4,315	3,916	3,587	3,515
R_j	2,877	2,960	4,561	3,788	3,904	3,073	4,057	4,137	4,199	3,675	3,788
D_i+R_j	6,120	6,136	9,229	7,394	7,564	6,248	8,213	8,452	8,115	7,262	7,303
D_i-R_j	0,366	0,216	0,108	-0,182	-0,243	0,103	0,099	0,178	-0,283	-0,088	-0,273

İncelenen ürün ailesi için zincir boyunca uygun bir DP'nin belirlenmesi amacıyla 11 kriter için bulanık Dematel yöntemi uygulanmış ve bu kriterlerin birbirleriyle olan etkileşimleri tespit edilmiştir. Şekil 4.7'ye bakıldığında kriterlerin D_i-R_j değerlerine bakılarak, "neden" ve "etki" gruplarına ayrıldığı görülmektedir. Neden grubunda D_i-R_j değeri pozitif olan K_{11} , K_{12} , K_{13} , K_{21} , K_{22} ve K_{23} kriterleri, etki grubunda ise D_i-R_j değeri negatif olan K_{14} , K_{15} , K_{31} , K_{32} ve K_{33} kriterleri yer almaktadır. Şekil 4.7 ve Tablo 4.24 birlikte incelenerek kriterler değerlendirilmiş ve bu kriterlerin sistem üzerindeki etkilerinin analizi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.7. Tüm Kriterlere Ait Etki-Neden Diyagramı

Neden Grubu Kriterleri Analizi:

Neden grubunda yer alan kriterlerin tüm sistem üzerinde net etkileri olduğundan bu kriterlerin performansları amacı büyük oranda etkilemektedir. Bu nedenle, bu kriterlere daha çok dikkat edilmesi gerekmektedir. Neden grubu içinde yer alan kriterlerden D_i-R_j değeri en büyük kriter, 0,366 değeri ile K_{11} (Talebin tahmin edilebilirliği) kriteridir. Bu kriter, tüm sistemdeki diğer kriterlerden etkilendiğinden daha çok, diğer kriterleri etkilemektedir ve esas gönderici kriterdir. Bu kriterin iyileştirilmesi yani talebin tahmin edilebilirliğindeki sapmaların minimize edilmesi, tüm sistemin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. K_{11} kriterinin etkileme derecesi, 3,243 olup tüm kriterler içinde 9. sırada yer almaktadır. Etkilenme derecesi ise 2,877'dir ve önem bakımından tüm kriterler içinden en sonda bulunmaktadır. Talebin tahmin edilebilirliği kriterinin iyileştirilmesi, kesişim noktasının zincirde sağa hareket ettirilmesine olanak sağlayacaktır. Bu kriter, K_{13} 'ü (teslim süresi), K_{15} 'i (sipariş sıklığı) ve son olarak K_{22} 'yi (stokta tutma maliyeti) etkilemekte ancak hiçbir kriterden etkilenmemektedir. Talep ne kadar iyi tahmin edilirse, teslim süresi o kadar olumlu etkilenecektir. Doğru talep tahminlemesinin yapılamaması, hammadde temininden işgücü tespitine kadar birçok faktörü olumsuz olarak etkileyeceğinden, zamanında sevkiyat yapmak zorlaşacak ve teslimat sürelerinde istenen performans sergilenemeyecektir. Talep tahminlerindeki sapmaların yine aynı şekilde bitmiş ürünün stok maliyetleriyle de ilişkisi bulunduğu tespitler arasındadır. İşletme eğer talep tahminlerine göre üretim yapıp müşteri siparişi gelinceye kadar ürünlerini stokta bekletiyorsa, boş yere ürünlerini stoka üretmektedir. Bu durumda da stokta tutma maliyetlerinin yüksek olması kaçınılmazdır. Son olarak talebin tahmin edilebilirliği ile sipariş

sıklığı arasında eşik değerine çok yakın bir değerde ilişki olduğu gözlenmiştir. Talebin doğru yapılmasının ilgili ürünün sipariş sıklığının belirlenmesinde etkisi olmaktadır. Talep ne kadar az sapma ile tahmin edilebilirse, sık sık gelen siparişe başa çıkmak daha kolay olacaktır.

İkinci en büyük D_i-R_j değeri 0,216 ile K_{12} (teslimatın güvenilirliği) kriteridir. Bu kriterin etkileme ve etkilenme dereceleri incelendiğinde, diğer kriterler üzerinde tıpkı K_{11} kriterinde olduğu gibi net bir etkisi olduğu görülmektedir. Bu kriterin $D_{i+}R_j$ değerinin K_{11} 'e göre büyük olması aslında bu kritere göre daha önemli olduğunu göstermekte olup yine de tek başına sistemi iyileştirmede yeterli olamamaktadır. Ancak kriterin sistem üzerindeki net etkisinin K_{11} 'den büyük olması bu kriteri K_{11} 'e göre önemli hale getirmektedir. K_{12} kriteri, karşılıklı olarak sadece K_{13} kriteri ile ilişki içindedir. Bu ilişkiden teslimatın güvenilir olmasının teslim süresiyle ilişkili olduğu ve aynı zamanda teslim süresinin müşterinin istediği gibi olmasının da teslimatın güvenilirliği üzerinde etkisinin olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Neden grubunda D_i-R_j değeri üçüncü en yüksek olan kriter, K_{23} (geciken sipariş maliyeti) kriteridir. Bu kriterin etkilenme ve etkileme derecelerine bakıldığında, hem diğer kriterlerin üzerinde etkisinin hem de diğer kriterlerin bu kriter üzerinde etkilerinin yüksek olduğu görülmektedir. Etkileme derecesi bakımından diğer kriterler içinde ikinci sırada yer alırken, etkilenme derecesi bakımından üçüncü sıradadır. Geciken sipariş maliyeti kriteri K_{13} , K_{14} , K_{15} , K_{22} , K_{23} ve K_{31} kriterlerini etkilemekte, K_{13} , K_{14} , K_{15} , K_{22} , K_{23} , K_{31} , K_{32} ve K_{33} kriterlerinden etkilenmektedir. Bu kadar çok kriterle ilişkili olması, bu kriteri önemli kılmaktadır. Bu kriterin sisteme dağıttığı etki yüksek olduğundan, işletmenin bu kriteri iyileştirecek adımlar atması gerekmektedir. Bu maliyetlerin düşürülmesi ile DP, zincir boyunca sağa kaydırılabilecektir. Geciken sipariş maliyeti kriteri, her ne kadar altı kriteri etkilese de, en çok teslim süresi üzerinde etkiye sahiptir. Siparişin gecikmemesi dolayısıyla işletmenin yok yere geciken sipariş maliyetini taşımaması ancak ürünün istenen zamanda müşteriye ulaştırılması ile mümkün olacaktır. K_{23} , en çok teslim süresi kriterinden etkilenmektedir. Bu iki kriterin arasındaki etkileşim çift yönlü olup, bir kriterin iyileştirilmesi ile karşılıklı olarak bir iyileştirme gerçekleştirilecektir.

Diğer bir neden grubu kriteri, D_i-R_j 'si 0,108 olan K_{13} (teslim süresi) kriteridir. Bu kriter, hem etkileme hem de etkilenme dereceleri açısından tüm kriterler içinde ilk sırada yer almaktadır. $D_{i+}R_j$ değerinin de yüksek olması kaçınılmaz olarak bu kriteri tüm sistem üzerinde en önemli kriter yapmaktadır. D_i-R_j değerinin sıfırdan büyük olması, diğer kriterlerden etkilendiğinden daha fazla kriteri etkilediğini göstermektedir. Bu kriterin geliştirilmesi kuşkusuz tüm sistem performansını etkileyecektir. K_{13} kriteri bütün kriterleri etkilemekte ve "sipariş sıklığı" hariç bütün kriterlerden etkilenmektedir. Bu kriterin hem en çok etkilediği

hem de en çok etkilendiği kriter geciken sipariş maliyeti kriteridir. İşletme kesinlikle teslimat sürelerini iyileştirmeli ve sistem üzerinde ürünleri düşük maliyetle müşteriye kısa sürede ulaştırabilmesi için, DP'nin konumunu sağa hareket ettirecek biçimde iyileştirmeler yapmalıdır.

K_{21} (Modüler ürün tasarımı), neden grubunda yer alıp D_i-R_j değeri bakımından dördüncü sırada yer alan bir diğer kriterdir. Bu kriter, D_i+R_j değerine göre de sıralamada sondan üçüncü sırada yer almaktadır. İlgili kriterin önem derecesini gösteren bu değer düşük olması, tüm sistemin performansında bu kriterin çok etkisi olmadığını ifade etmektedir. Diğer kriterleri etkileme derecesi çok düşük olan K_{21} kriteri, teslim süresini ve üretim süresini etkiliyor gözükmektedir. Bu ilişki, ürünün modüler üretilip yarı mamul olarak bekletildiğini, müşteri siparişi geldiğinde monte edilerek çok çabuk müşteriye gönderildiğini, üretim süresini ve dolayısıyla teslim süresini hem direkt hem de endirekt etkilediğini açıklamaktadır. Sadece teslim süresi kriterinden etkilenmesi de, işletmenin teslim süresinin istenilen seviyelerde tutulabilmesi için modüler tasarıma yönlenecek olması ile yakından ilişki içinde olarak yorumlanabilmektedir.

Neden grubunda yer alan son kriter ise K_{22} (Stokta tutma maliyeti) kriteridir. Bu kriter etkilenme derecesi olarak tüm kriterler içinde dördüncü sırada yer alırken, etkileme derecesi açısından ise üçüncü sıradadır. K_{22} diğer kriterleri etkilediği kadar, diğer kriterlerden de etkilenmektedir. Tüm kriterler içinde önem derecesi üçüncüdür. Dolayısıyla işletmenin bu kriteri göz ardı etmemesi gerekmektedir. Unutulmamalıdır ki, ürünün üzerine eklenen her türlü maliyet, zincir boyunca DP' nin yerini etkilemektedir. Stokta tutma maliyeti hem en çok teslim süresi kriterinden etkilenmekte ve yine en çok bu kriteri etkilemektedir. Bu durum, ürünün gereksiz yere stokta tutulması nedeniyle teslimatta gecikmelere sebep olması veya teslim sürelerinin uzamasıyla ürünlerin boş yere stok maliyeti taşınması şeklinde açıklanabilmektedir.

Etki Grubu Kriterleri Analizi:

Bu grupta yer alan K_{14} (siparişin büyüklüğü), K_{15} (sipariş sıklığı), K_{31} (üretim süresi), K_{32} (proses ve çalışan esnekliği) ve K_{33} (darboğaz noktasının konumu) kriterleri, diğer kriterler tarafından kolaylıkla etkilenmektedir. Bu kriterler kritik öneme sahip olmamakla birlikte incelenmelerinde fayda bulunmaktadır. Etkilendikleri kriterlerde yapılan düzenlemeler ve iyileştirmelerle etki grubu kriterleri rahatlıkla iyileştirilebilmekte ve sistemin performansı artabilmektedir. Etki grubu kriterleri açısından en kritik kriter, teslim süresi kriteridir. Teslim süresinin iyileştirilmesi bu gruptaki kriterleri hızlı bir biçimde iyileştirecektir.

Etki grubu kriterleri içinde K_{31} (üretim süresi) ana alıcı kriter olup, bu grup içinde en yüksek $D_{i+}R_j$ değeri ile önemli bir kriterdir. Bu kriterin etkilenme derecesi 4,199 iken etkileme derecesi 3,916'dır. Etkilediği kriterden daha çok kriterden etkilenen bu kriterin hem en çok etkilendiği hem de en çok etkilediği kriter, teslim süresidir. Teslim süresinin kısa veya uzun olmasının üretim süresi ile direkt ilişkisi bulunmaktadır. Yine aynı şekilde üretim süresinin kısa veya uzun olması da teslim süresi ile ilişkilidir. Yüksek önem derecesine sahip olmasıyla birlikte bu kriterin D_i-R_j değeri, tüm kriterler içinde en düşük olduğundan bu kriterin net bir biçimde diğer kriterlerden etkilendiği kolaylıkla söylenebilmektedir.

K_{33} (darboğaz noktasının konumu) kriteri ise ikinci en düşük D_i-R_j değerine sahip olup $D_{i+}R_j$ değeri açısından da 7.sırada yer almaktadır. Etkilenme derecesi 3,788 iken etkileme derecesi 3,515 olan bu kriter, alıcı bir kriter olup en çok teslim süresini etkilemekte ve en çok da teslim süresinden etkilenmektedir. Modelin performansı üzerinde kritik bir öneme sahip olmayan bu kriterin iyileştirilmesi teslim süresi, stokta tutma maliyeti, geciken sipariş maliyeti, üretim süresi ve proses ve çalışan esnekliği kriterlerinin iyileştirilmesine en çok da teslim süresi kriterinin iyileştirilmesine bağlıdır. Zincir boyunca bir darboğaz noktasının olması, sistemi o noktada beklemeye veya stoklu çalışmaya zorlayacaktır. Bu durumda işletmenin bu noktayı görmezden gelmesi ürünün istenilen zamanda müşteriye ulaştırılması konusunda zorluk çıkaracaktır.

K_{32} (proses ve çalışan esnekliği) kriteri, bir alıcı kriter olup en çok teslim süresi kriterinden etkilenmekte ve yine en çok bu kriteri etkilemektedir. Etkilenme derecesi, etkileme derecesine çok yakın olan bu kriterin direkt olarak üretim süresi ve de teslim süresi üzerinde etkisi kaçınılmazdır. Sistem üzerinde düşük etkisi olan bu kriter, stokta tutma maliyeti, geciken sipariş maliyeti ve üretim süresi kriterlerinden etkilenmektedir. Maliyetlerin artması, işletmeyi yeni çözümler bulmaya yönlendirecek ve işletmenin daha esnek bir yapıya kavuşmasının sağlanması ile sistem iyileştirilebilecektir. Boyutlar incelendiğinde en az öneme sahip olan ve etki grubunda yer alan "proses" boyutunun üç kriterinin de yine az önemli olup "etki" grubunda bulunması beklenen bir sonuç olmuştur.

Etki grubu kriterleri içinde yer alan K_{14} (siparişin büyüklüğü) kriteri, etkileme ve etkilenme derecesi birbirine çok yakın olan ve önem derecesi bakımından tüm kriterler içinde altıncı sırada yer alan bir kriterdir. Bu kriter üzerinde de teslim süresi kriterinin önemi hem etkileme hem de etkilenme derecesi açısından çok yüksektir. Sipariş sıklığı kriterinden de etkilenen siparişin büyüklüğü kriteri ayrıca, stokta tutma ve geciken sipariş maliyetinden ve son olarak da üretim süresi kriterinden etkilenmektedir. Siparişin sık olması işletmeyi siparişin devamlılığına hazır tutmaktadır. Alt yapısını, hammadde teminini, işgücünü ve diğer sistem

girdilerini sık sık gelen siparişe göre hazırlayan işletme, siparişin beklenenden büyük veya küçük olması durumu ile rahatlıkla başa çıkabilecektir.

K_{15} (sipariş sıklığı) kriteri, tüm kriterler içinde önem sırası olarak beşinci sırada yer alan ancak kriterleri etkilediğinden daha fazla kriterden etkilenen ve etkilendiği kriterlerin iyileştirilmesi ile geliştirilebilecek net alıcı bir kriterdir. Uzman grupla birlikte, işletmenin DP yerinin belirlenmesinde çok kritik olmadığı belirlenen sipariş sıklığı kriteri, en çok stokta tutma maliyetini etkilemektedir. Siparişin sık sık gelmesi üretildikten sonra stokta bekletilmeden hemen sevk edilebileceğinin bir göstergesidir. Tüm etki grubunda yer alan kriterler gibi, sipariş sıklığı kriteri de en çok teslim süresi kriterinden etkilenmektedir. Ayrıca talebin tahmin edilebilirliği, siparişin büyüklüğü, stokta tutma maliyeti, geciken sipariş maliyeti, üretim süresi ve son olarak proses ve çalışan esnekliği de bu kriterin etkilendiği diğer kriterlerdir.

Bulanık Dematel yöntemi, belirsizliğin olduğu bir ortamda karar vericilere amacı belirlemede etkin rol oynayan kriterlerin önemlerini tespit etme ve kriterler arası ilişkileri etki-neden açısından inceleme olanağı sunmuştur. Bu çalışmada bulanık Dematel ile DP pozisyonunun belirlenmesinde etkisi olan kriterler arasındaki nedensel ilişkiler belirlenmiş, büyük öneme sahip kriterler hakkında fikir sahibi olunmuş, kriterler etki ve neden gruplarına ayrılarak incelenmiş ve kriterlerin ağ ilişkileri haritası elde edilmiştir.

4.11. DP Yerini Etkileyen Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Seçilen ürün ailesi için uygun DP'nin tespitinde kullanılacak kriterlerin önem dereceleri ve kriterler arasındaki ilişki ve etkileşimler bulanık ortamda Dematel yöntemi ile tespit edildikten sonra amaç, alternatifler arasından en uygun DP yerinin seçilmesidir. Bu nedenle ilk olarak kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış, bu hesaplanmanın ardından alternatifler içinden çözüme en uygun olanı seçilmiştir. Bulanık Dematel yöntemi ile boyutlar ve boyutlar altında yer alan kriterlerin birbirleri ve kendileri ile olan etkileşimlerini gösteren ağ ilişkileri haritası Şekil 4.8 ile gösterilmiştir.

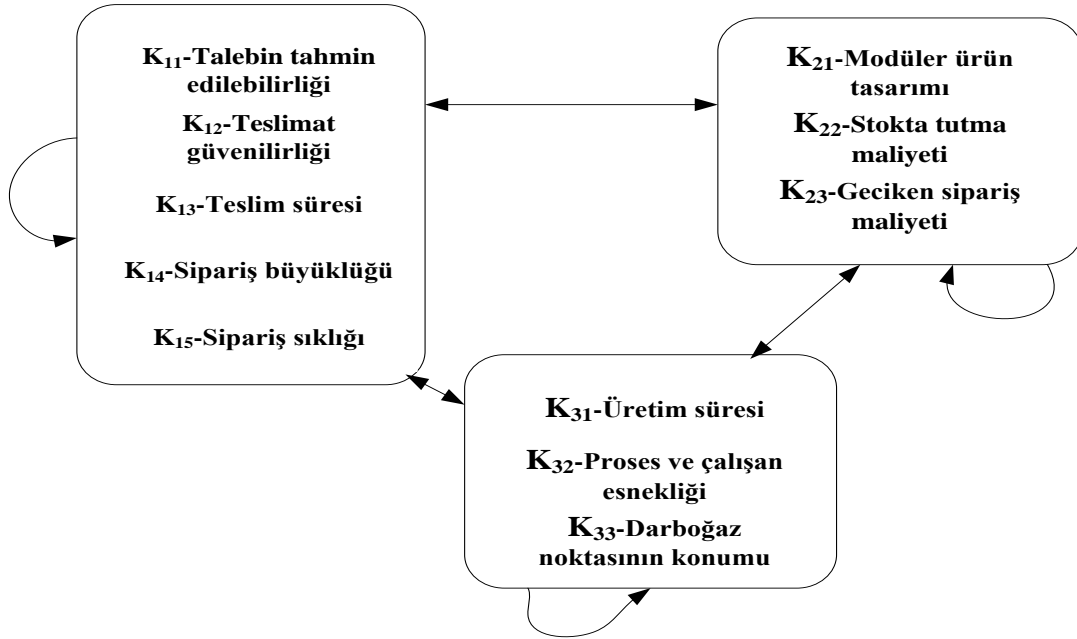
Ağ ilişkileri haritasındaki ilişkilerden yararlanılarak ANP modeli kurulmuştur. Aslında ağırlıkların hesaplanmasında birçok çalışmada ANP tek başına kullanılmaktadır. Ancak yapılan analizlerde kriterler arası içsel bağımlılıkların istenen düzeyde dikkate alınmadığı dolayısıyla sonuçların istendiği gibi çıkmadığı tespit edilmiştir (Tseng, 2009, s.182). ANP yönteminde kriterler arası bağımlılıkların, geri bildirimlerin belirlenmesinin ve bu ilişkilerin karar vericiler tarafından değerlendirilmesinin zor olması nedeniyle, kriterlerin ağırlıkların

belirlenmesinde, bulanık Dematel yöntemi ile birlikte kullanılan ANP yöntemi tercih edilmiştir.

Ağırlıklandırılmamış süpermatrisin hesaplanmasında normalizasyon işlemini de gerçekleştiren DANP yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplanırken aşağıdaki adımlar uygulanmıştır:

Adım 1: T_C matrisinin hesaplanması: Kriterler arası ilişkileri gösteren toplam etki matrisi (T_C), çalışmanın başlangıcında Dematel yönteminden elde edilen T matrisidir (Tablo 4.23). T_C matrisinin her bir kümesindeki her bir satırın toplamının o satırdaki değere bölünmesi ile normalize işlemi yapılmış ve sonucunda (41) ve (42) no'lu formüller kullanılarak T_C^∞ matrisi elde edilmiştir (Tablo 4.25).

Bu matrisi elde edebilmek için T_C matrisinde yer alan her bir boyut altındaki satır toplamları hesaplanmıştır. Bu matrisin a_{11} değeri için, K_1 boyutu altında yer alan beş kriterin birinci satır toplamı alınmış olup bu örnek için T_C matrisindeki $a_{11}+a_{12}+a_{13}+a_{14}+a_{15}$ toplanmış ve $0,185+0,247+0,374+0,316+0,340=1,461$ değerine ulaşılmıştır. T_C matrisinde her boyut içindeki kriter, o boyut içindeki satır toplamına bölünerek T_C^∞ matrisi hesaplanmıştır. T_C matrisindeki T_{C11} değeri 0,185 ve boyuttaki satır toplamı 1,461 olup bu iki değer birbirine bölünmesi ile 0,126 değeri yani T_{C11}^∞ değerine ulaşılmıştır.



Şekil 4.8. Ağ İlişkileri Haritası

Tablo 4.25. Normalize Edilmiş T_C Matrisi (T_C^∞)

$$T_C^\infty = \begin{bmatrix} 0,126 & 0,169 & 0,256 & 0,216 & 0,233 & 0,249 & 0,383 & 0,368 & 0,352 & 0,309 & 0,339 \\ 0,156 & 0,132 & 0,273 & 0,214 & 0,225 & 0,269 & 0,356 & 0,375 & 0,361 & 0,321 & 0,319 \\ 0,167 & 0,182 & 0,207 & 0,220 & 0,223 & 0,262 & 0,368 & 0,370 & 0,351 & 0,321 & 0,328 \\ 0,169 & 0,166 & 0,266 & 0,172 & 0,227 & 0,261 & 0,375 & 0,364 & 0,384 & 0,310 & 0,306 \\ 0,184 & 0,163 & 0,266 & 0,211 & 0,175 & 0,257 & 0,385 & 0,358 & 0,371 & 0,320 & 0,309 \\ 0,148 & 0,173 & 0,255 & 0,211 & 0,213 & 0,231 & 0,373 & 0,395 & 0,365 & 0,312 & 0,323 \\ 0,148 & 0,166 & 0,259 & 0,211 & 0,217 & 0,297 & 0,299 & 0,404 & 0,359 & 0,313 & 0,328 \\ 0,155 & 0,167 & 0,254 & 0,213 & 0,211 & 0,294 & 0,390 & 0,316 & 0,358 & 0,308 & 0,334 \\ 0,160 & 0,157 & 0,247 & 0,218 & 0,218 & 0,291 & 0,346 & 0,363 & 0,296 & 0,348 & 0,356 \\ 0,162 & 0,158 & 0,252 & 0,208 & 0,220 & 0,285 & 0,348 & 0,366 & 0,390 & 0,260 & 0,350 \\ 0,169 & 0,161 & 0,252 & 0,205 & 0,213 & 0,290 & 0,344 & 0,366 & 0,384 & 0,342 & 0,274 \end{bmatrix}$$

Hesaplanan T_C^∞ matrisinin transpozesi alınarak ağırlıklandırılmamış süpermatris yani W matrisi elde edilmiştir ve bu matris (43) no'lu ifade ile gösterilmiştir (Tablo 4.26).

Tablo 4.26. Normalize Edilmiş W Etki Matrisi

$$W = \begin{bmatrix} 0,126 & 0,156 & 0,167 & 0,169 & 0,184 & 0,148 & 0,148 & 0,155 & 0,160 & 0,162 & 0,169 \\ 0,169 & 0,132 & 0,182 & 0,166 & 0,163 & 0,173 & 0,166 & 0,167 & 0,157 & 0,158 & 0,161 \\ 0,256 & 0,273 & 0,207 & 0,266 & 0,266 & 0,255 & 0,259 & 0,254 & 0,247 & 0,252 & 0,252 \\ 0,216 & 0,214 & 0,220 & 0,172 & 0,211 & 0,211 & 0,211 & 0,213 & 0,218 & 0,208 & 0,205 \\ 0,233 & 0,225 & 0,223 & 0,227 & 0,175 & 0,213 & 0,217 & 0,211 & 0,218 & 0,220 & 0,213 \\ 0,249 & 0,269 & 0,262 & 0,261 & 0,257 & 0,231 & 0,297 & 0,294 & 0,291 & 0,285 & 0,290 \\ 0,383 & 0,356 & 0,368 & 0,375 & 0,385 & 0,373 & 0,299 & 0,390 & 0,346 & 0,348 & 0,344 \\ 0,368 & 0,375 & 0,370 & 0,364 & 0,358 & 0,395 & 0,404 & 0,316 & 0,363 & 0,366 & 0,366 \\ 0,352 & 0,361 & 0,351 & 0,384 & 0,371 & 0,365 & 0,359 & 0,358 & 0,296 & 0,390 & 0,384 \\ 0,309 & 0,321 & 0,321 & 0,310 & 0,320 & 0,312 & 0,313 & 0,308 & 0,348 & 0,260 & 0,342 \\ 0,339 & 0,319 & 0,328 & 0,306 & 0,309 & 0,323 & 0,328 & 0,334 & 0,356 & 0,350 & 0,274 \end{bmatrix}$$

Adım 2: Ağırlıklandırılmış süpermatrisin elde edilmesi: Boyutlar için Dematel yöntemi ile elde edilen T matrisi (Tablo 4.13), bu yöntemde T_D matrisi olarak ifade edilmiştir. Bu matrisin (45) no'lu formül kullanılarak normalize edilmesiyle yeni T_D^∞ matrisi hesaplanmıştır (Tablo 4.27).

Tablo 4.27. Normalize Edilmiş T_D Matrisi (T_D^∞)

$$T_D^\infty = \begin{bmatrix} 0,276 & 0,369 & 0,355 \\ 0,301 & 0,342 & 0,357 \\ 0,298 & 0,372 & 0,330 \end{bmatrix}$$

(46) no'lu formül kullanılarak ağırlıklandırılmış süpermatris elde edilmiştir (Tablo 4.28).

Tablo 4.28. DANP Yönteminde Ağırlıklandırılmış Süpermatris

$$W^\infty = \begin{bmatrix} 0,035 & 0,043 & 0,046 & 0,047 & 0,051 & 0,044 & 0,045 & 0,047 & 0,048 & 0,048 & 0,050 \\ 0,047 & 0,036 & 0,050 & 0,046 & 0,045 & 0,052 & 0,050 & 0,050 & 0,047 & 0,047 & 0,048 \\ 0,071 & 0,075 & 0,057 & 0,073 & 0,074 & 0,077 & 0,078 & 0,076 & 0,074 & 0,075 & 0,075 \\ 0,060 & 0,059 & 0,061 & 0,048 & 0,058 & 0,064 & 0,063 & 0,064 & 0,065 & 0,062 & 0,061 \\ 0,064 & 0,062 & 0,062 & 0,063 & 0,048 & 0,064 & 0,065 & 0,064 & 0,065 & 0,066 & 0,063 \\ 0,092 & 0,099 & 0,097 & 0,096 & 0,095 & 0,079 & 0,101 & 0,100 & 0,108 & 0,106 & 0,108 \\ 0,141 & 0,132 & 0,136 & 0,138 & 0,142 & 0,127 & 0,102 & 0,133 & 0,129 & 0,130 & 0,128 \\ 0,136 & 0,138 & 0,137 & 0,134 & 0,132 & 0,135 & 0,138 & 0,108 & 0,135 & 0,136 & 0,136 \\ 0,125 & 0,128 & 0,124 & 0,136 & 0,132 & 0,130 & 0,128 & 0,128 & 0,098 & 0,129 & 0,127 \\ 0,110 & 0,114 & 0,114 & 0,110 & 0,114 & 0,112 & 0,112 & 0,110 & 0,115 & 0,086 & 0,113 \\ 0,120 & 0,113 & 0,116 & 0,109 & 0,110 & 0,115 & 0,117 & 0,119 & 0,118 & 0,116 & 0,091 \end{bmatrix}$$

Adım 3: Limit süpermatrisin elde edilmesi: Kriterlerin birbirleri üzerinde uzun dönemli göreceli etkilerini belirlemek amacıyla limit süpermatris elde edilmiştir (Tablo 4.29).

Tablo 4.29. DANP Yönteminde Limit Süpermatris

$$\lim_{h \rightarrow \infty} (W^\infty)^h = \begin{bmatrix} 0,046 & 0,046 & 0,046 & 0,046 & 0,046 & 0,046 & 0,046 & 0,046 & 0,046 & 0,046 & 0,046 \\ 0,048 & 0,048 & 0,048 & 0,048 & 0,048 & 0,048 & 0,048 & 0,048 & 0,048 & 0,048 & 0,048 \\ 0,074 & 0,074 & 0,074 & 0,074 & 0,074 & 0,074 & 0,074 & 0,074 & 0,074 & 0,074 & 0,074 \\ 0,061 & 0,061 & 0,061 & 0,061 & 0,061 & 0,061 & 0,061 & 0,061 & 0,061 & 0,061 & 0,061 \\ 0,063 & 0,063 & 0,063 & 0,063 & 0,063 & 0,063 & 0,063 & 0,063 & 0,063 & 0,063 & 0,063 \\ 0,100 & 0,100 & 0,100 & 0,100 & 0,100 & 0,100 & 0,100 & 0,100 & 0,100 & 0,100 & 0,100 \\ 0,128 & 0,128 & 0,128 & 0,128 & 0,128 & 0,128 & 0,128 & 0,128 & 0,128 & 0,128 & 0,128 \\ 0,132 & 0,132 & 0,132 & 0,132 & 0,132 & 0,132 & 0,132 & 0,132 & 0,132 & 0,132 & 0,132 \\ 0,125 & 0,125 & 0,125 & 0,125 & 0,125 & 0,125 & 0,125 & 0,125 & 0,125 & 0,125 & 0,125 \\ 0,109 & 0,109 & 0,109 & 0,109 & 0,109 & 0,109 & 0,109 & 0,109 & 0,109 & 0,109 & 0,109 \\ 0,113 & 0,113 & 0,113 & 0,113 & 0,113 & 0,113 & 0,113 & 0,113 & 0,113 & 0,113 & 0,113 \end{bmatrix}$$

Bulanık ortamda DANP ile elde edilen kriterlerin ağırlıkları Tablo 4.30'da gösterilmiştir.

Tablo 4.30. DANP Yöntemi ile Elde Edilen Kriter Ağırlıkları

Kriter (<i>i</i>)	Kriter Tanımı	Ağırlık (W_i)
K_{11}	Talebin tahmin edilebilirliği	0,046
K_{12}	Teslimat güvenilirliği	0,048
K_{13}	Teslim süresi	0,074
K_{14}	Siparişin büyüklüğü	0,061
K_{15}	Sipariş sıklığı	0,063
K_{21}	Modüler ürün tasarımı	0,100
K_{22}	Stokta tutma maliyeti	0,128
K_{23}	Geciken sipariş maliyeti	0,132
K_{31}	Üretim süresi	0,125
K_{32}	Proses ve çalışan esnekliği	0,109
K_{33}	Darboğaz noktasının konumu	0,113

Bu kriterler içinde ağırlığı % 13,2 ile birinci sırada K_{23} (geciken sipariş maliyeti) kriteri yer almaktadır. Bu kriterin Dematel sonuçlarına bakıldığında, K_{23} 'ün hem diğer kriterlerin üzerinde etkisinin hem de diğer kriterlerden etkilenmesinin yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Ayrıca çok kriterle ilişkili olması da, bu kriteri önemli yapmaktadır. Siparişlerin zamanında karşılanamaması veya talep geldiğinde stokta yeteri kadar ürün

olmaması bu maliyete sebep olduğundan, işletme için önemli olan bu kriterin iyileştirilmesi uygun DP'nin belirlenmesinde çok önemli rol oynamaktadır.

İkinci sırada Dematel yöntemine göre bir neden grubu kriteri olan % 12,8 önem derecesi ile K_{22} (stokta tutma maliyeti) yer almaktadır. Yine Dematel sonuçlarına bakıldığında tüm kriterler içinde üçüncü önem derecesine sahip bu kriter, işletmedeki karar vericiler için önem bakımından ikinci sırada değerlendirilmiştir. Kriterlerin önem sıralamasında ilk iki sırada maliyetle ilişkili kriterler yer almaktadır ve uygun DP'nin belirlenmesinde bu kriterlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bir ürünün üretildikten sonra stokta bekletilmesi ile bu maliyet kaleminin yüksek olması durumunda işletme, stoka üretim yapmaktan vazgeçmeli, üretime kesin müşteri siparişi geldiğinde başlamalıdır. Uygun DP tercihi, işletmenin izleyeceği strateji seçimi ile çok yakından ilişkilidir.

DANP ile elde edilen kriter ağırlıkları açısından üçüncü sırada ise K_{31} (üretim süresi) kriteri yer almaktadır. Dematel sonuçlarına bakıldığında da, bir etki grubu kriteri olan K_{31} 'in en yüksek D_i+R_j değeri ile önemli bir kriter olduğu görülmektedir. DANP sonuçlarına göre de üçüncü öneme sahip olan üretim süresi, net bir biçimde diğer kriterlerden etkilenmekte ve uygun DP'nin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Tüm üretim ve hazırlık sürelerini de kapsayan üretim süresi, seçilecek tedarik zinciri stratejisi açısından önemlidir. Burada ele alınan ürünün hibrit tedarik zinciri stratejisi ile eşleşmesi sonucunda zincir boyunca DP'nin hangi iş istasyonu olacağı belirlenmesinde bu kriter üçüncü önem derecesinde yer almaktadır.

Bu kriterler içinde karar vericilerin en az öneme sahip olarak değerlendirdikleri üç kriter ise, K_{14} (siparişin büyüklüğü), K_{12} (teslimat güvenilirliği) ve K_{11} (talebin tahmin edilebilirliği) kriterleridir. Tüm bu kriterlerin ağırlıkları ele alınan sektör, işletme veya ürüne göre değişim gösterebilmekle birlikte bu çalışmada değerlendirmeyi yapan karar vericiler, ele alınan ürün ailesi için uygun DP'nin belirlenmesinde bu üç kriterin diğerleri kadar önemli etkilerinin olmadığını düşünmüşlerdir. K_{11} ve K_{12} kriterlerinin bulanık Dematel yöntem ile elde edilen $D_i + R_j$ değerlerine bakıldığında, en az önemli kriterler olduğu görülmüştür. Yani DANP'nin sonuçları beklentileri karşılamıştır. K_{14} ise, diğer kriterlerle beraber ikili değerlendirildiklerinde üçüncü en az önemli kriter olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada, bulanık Dematel yöntemi ile elde edilen ve kriterler arası içsel bağımlılıkları göstermek amacıyla normalize edilen T matrisinin, ANP'nin ağırlıklandırılmamış süpermatrisinde yer alması ile kriter ağırlıklarının belirlendiği iki aşamalı Dematel-ANP yönteminin sonuçlarına da yer verilmiştir. Tablo 4.31'de bulanık ortamda hem iki aşamalı

Dematel-ANP yönteminin hem de DANP yönteminin kullanılması ile elde edilmiş olan kriter ağırlıkları gösterilmiştir.

Tablo 4.31. Kriter Ağırlıklarının Karşılaştırılması

Kriter (<i>i</i>)	Kriter Tanımı	İki aşamalı Dematel-ANP	DANP
K_{11}	Talebin tahmin edilebilirliği	0,079	0,046
K_{12}	Teslimat güvenilirliği	0,077	0,048
K_{13}	Teslim süresi	0,114	0,074
K_{14}	Siparişin büyüklüğü	0,088	0,061
K_{15}	Sipariş sıklığı	0,089	0,063
K_{21}	Modüler ürün tasarımı	0,077	0,100
K_{22}	Stokta tutma maliyeti	0,101	0,128
K_{23}	Geciken sipariş maliyeti	0,105	0,132
K_{31}	Üretim süresi	0,096	0,125
K_{32}	Proses ve çalışan esnekliği	0,087	0,109
K_{33}	Darboğaz noktasının konumu	0,086	0,113

Bulanık ortamda iki aşamalı Dematel-ANP yönteminin ilk aşamasında, kriterler arası içsel bağımlılıklar ve geri bildirimler, bulanık Dematel yöntemi ile tespit edilmiştir. İkinci aşamada ise bu değerler kullanılarak bulanık ANP'de ağırlıklandırılmamış süpermatris elde edilmiş ve sonucunda da kriter ağırlıklarına ulaşılmıştır. Bu yöntemde, bulanık Dematel ile elde edilen ağ ilişkileri haritasından yararlanılmış ve ağırlıklandırılmamış süpermatris oluşturulmuştur. Kriterler arası içsel bağımlılıkları sadece ANP ile ölçmenin çok güvenilir sonuçlar vermediği bilinmektedir. Bulanık Dematel ile elde edilen T matrisi normalize edilerek ANP'nin ağırlıklandırılmamış süpermatrisinin ilgili hücrelerine girilmiştir. Bu yöntemle elde edilen kriter ağırlıkları incelendiğinde en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak "teslim süresi" belirlenmiştir. Pazar boyutunda yer alan K_{13} kriteri, Dematel yönteminin bulgularına göre bir neden grubu kriteridir. Ayrıca D_i+R_j değeri açısından hem kendi boyutu içinde hem de tüm kriterler içinde en yüksek değere sahip olması itibariyle önemli bir kriterdir. Aslında bu kriterin en önemli kriter olması beklenen bir sonuçtur. Bu kritere odaklanması, amacı olumlu yönde etkileyecektir. İkinci sırada yine bir neden grubun kriteri olan K_{23} (geciken sipariş maliyeti) kriteri yer almaktadır. En son sırada ağırlığı % 7,7 olan bir neden grubu kriteri, K_{21} (modüler ürün tasarımı) yer almaktadır. Kriterlerin ağırlıklarına bakıldığında aslında hepsinin ağırlıklarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Boyutlar bazında kriterlerin önemleri incelendiğinde ise en önemli boyutun pazarla ilgili (K_1) olduğu, en az önemli olanın ise prosesle ilgili (K_3) boyut olduğu görülmüştür.

Klasik ANP'nin karar vericiye çok fazla soru sorması dolayısıyla karar vericinin çok sayıda soruya doğru ve güvenilir cevap verme zorluğu nedeniyle bu çalışmada kriterler arası içsel bağımlılıkları ve geri bildirimleri tespit etmek için DANP yöntemi tercih edilmiştir. Bulanık

ortamda DANP yönteminde, iki aşamalı Dematel-ANP yönteminde olduğu gibi ilk aşamada, kriterler arası içsel bağımlılıklar ve geri bildirimler, bulanık Dematel yöntemi ile tespit edilmiştir. İkinci aşamada ise, hem boyutlara hem de kriterlere ilişkin T matrisleri kullanılarak yukarıda detaylı anlatılan adımlar eşliğinde kriter ağırlıkları hesaplanmıştır.

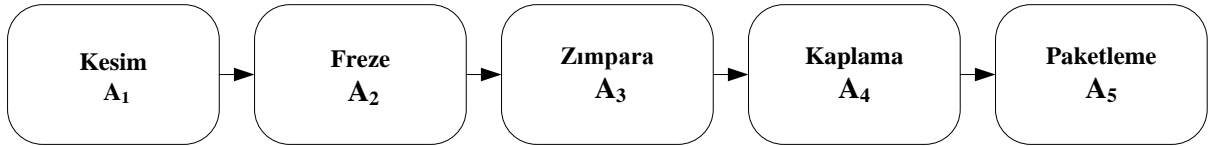
Çalışmalar, ağırlıklandırılmamış süpermatrisin normalize edilmesinde; DANP yönteminin, her bir kümenin eşit ağırlığa sahip olduğunu kabul eden iki aşamalı Dematel-ANP yöntemine göre daha kabul edilebilir sonuçlar verdiğini göstermiştir. DANP yaklaşımı, kümeler boyunca farklı etki derecelerine sahip problemleri çözümlenmede daha uygun bulunmuştur (Yang vd., 2013, s.487). Liu vd. (2012) de, DANP yönteminin ANP'ye göre daha kullanışlı olduğunu belirtmişlerdir.

Değerlendirmeyi yapan uzmanlarla her iki yöntemin sonuçları değerlendirilmiş ve kümelerin birbiri üzerindeki etkilerini dikkate alan DANP yönteminin daha gerçekçi sonuçlar verdiği konusunda ortak karara varılmıştır. Çalışmada DANP ile elde edilen kriter ağırlıkları, seçilen ürünün DP alternatiflerinin değerlendirilmesi ve en iyi alternatifin belirlenmesinde kullanılmıştır.

4.12. DP Yerinin Seçimi İçin Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Bu aşamada, DANP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak alternatifler içinden DP için en uygun olan pozisyonun belirlenmesi amaçlanmıştır. İşletmede DP alternatifleri olarak, incelenen ürün ailesinin üretildiği hattaki iş istasyonları belirlenmiştir. Ürün ailesi sırayla A_1, A_2, A_3, A_4 ve A_5 iş istasyonlarından geçmekte ve üretimin ardından sevk edilmek amacıyla depolara gönderilmektedir. Şekil 4.10'da işletmenin amacını gerçekleştirilmede kullandığı boyut, kriterler ve alternatiflerin birbiri ile ilişkilerini gösteren model yer almaktadır.

Ürünler ilk olarak kesim işlemine tabi tutulmakta, daha sonra frezelenmektedir. Frezelenme işleminden sonra ürünler zımparalanmaktadır. Paketlemeden önceki istasyonda ise kaplanmaktadır. Frezeleme işleminde ürünün parlak olması herhangi bir makine farklılaştırılmasına sebep olmamaktadır. Zımpara işlemi ürün grubundan bağımsız olmadığı için, tek bir makine ile tüm ürünler zımparalanmakta ancak sadece parlak ürünler için ilave bir zımparalama işlemi gerekmektedir. Kaplama işleminde ise her bir ürün grubu için bir makine tanımlanmakla birlikte ürün grupları içinde yer alan parlak ürünler içinde ayrı ayar gerekmektedir. Son proses olan kesim için ise her bir ürüne tek bir makine atanmıştır. Şekil 4.9' da profil ürünlerin proses akışlarının genel bir görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4.9. Üretim Akış Şeması

İşletmede karar vericiler, alternatifleri Tablo 3.7'deki ölçeği kullanarak değerlendirmişlerdir. Alternatif seçiminde bu çalışma için en uygun yöntem, bulanık TOPSIS olarak belirlenmiştir. (47) no'lu formül kullanılmış olup grubun ortak değerlendirmesinin yer aldığı matris Tablo 4.32'de gösterilmiştir.

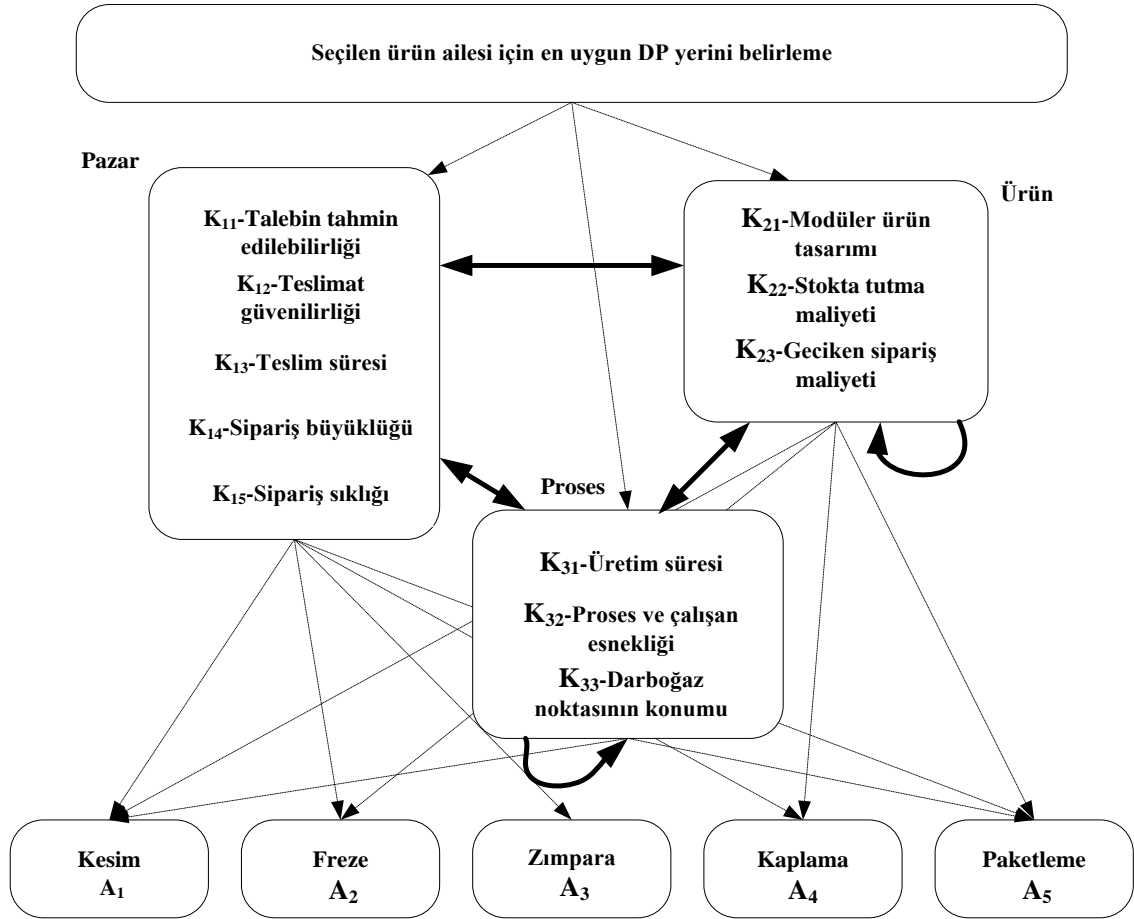
Tablo 4.32. Bulanık Karar Matrisi

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
K_{11}	(3.0, 4.4, 5.7)	(4.7, 6.1, 7.3)	(3.6, 4.9, 6.1)	(6.3, 7.6, 8.3)	(4.4, 5.7, 6.6)
K_{12}	(3.9, 5.4, 6.6)	(4.0, 5.9, 7.1)	(4.7, 6.7, 8.0)	(5.6, 7.4, 8.4)	(7.3, 8.9, 9.6)
K_{13}	(3.7, 4.9, 6.0)	(5.7, 7.3, 8.4)	(6.7, 8.4, 9.4)	(8.4, 9.7, 10.0)	(8.4, 9.7, 10.0)
K_{14}	(2.1, 3.3, 4.7)	(3.3, 4.9, 6.3)	(3.7, 5.4, 6.9)	(5.1, 6.7, 7.9)	(5.7, 7.3, 8.3)
K_{15}	(3.6, 5.1, 6.4)	(3.0, 4.6, 6.0)	(4.3, 6.0, 7.4)	(6.0, 7.6, 8.4)	(6.0, 7.6, 8.4)
K_{21}	(4.0, 5.9, 7.1)	(3.4, 5.3, 6.6)	(3.7, 5.6, 6.9)	(5.4, 7.1, 8.0)	(5.6, 7.0, 7.7)
K_{22}	(5.7, 7.1, 8.1)	(6.0, 7.6, 8.6)	(5.1, 6.9, 8.0)	(5.6, 7.0, 7.9)	(5.9, 7.0, 7.7)
K_{23}	(4.9, 5.9, 6.7)	(4.3, 5.6, 6.6)	(4.0, 5.3, 6.6)	(5.0, 6.3, 7.3)	(4.7, 6.0, 6.9)
K_{31}	(6.0, 7.6, 8.6)	(6.0, 7.7, 8.7)	(6.0, 7.7, 8.7)	(7.9, 9.3, 9.9)	(7.9, 9.3, 9.9)
K_{32}	(4.6, 6.3, 7.4)	(4.3, 6.1, 7.4)	(4.0, 5.9, 7.3)	(6.0, 7.6, 8.4)	(4.4, 5.9, 6.9)
K_{33}	(5.4, 7.0, 8.1)	(4.9, 6.7, 8.0)	(4.3, 6.1, 7.4)	(7.3, 8.9, 9.4)	(5.9, 7.7, 8.7)

Bulanık karar matrisi, (52) no'lu formül ile normalize edilmiştir. DANP yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları (54) no'lu formülde kullanılmış ve ağırlıklandırılmış normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 4.33).

Tablo 4.33. Ağırlıklandırılmış Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
K_{11}	(0.017, 0.025, 0.032)	(0.026, 0.034, 0.041)	(0.020, 0.027, 0.034)	(0.035, 0.042, 0.046)	(0.025, 0.032, 0.037)
K_{12}	(0.019, 0.027, 0.033)	(0.020, 0.029, 0.036)	(0.024, 0.034, 0.040)	(0.028, 0.037, 0.042)	(0.036, 0.044, 0.048)
K_{13}	(0.027, 0.036, 0.044)	(0.042, 0.054, 0.062)	(0.050, 0.062, 0.070)	(0.062, 0.072, 0.074)	(0.062, 0.072, 0.074)
K_{14}	(0.016, 0.024, 0.035)	(0.024, 0.036, 0.047)	(0.028, 0.040, 0.051)	(0.038, 0.050, 0.058)	(0.042, 0.054, 0.061)
K_{15}	(0.027, 0.038, 0.048)	(0.022, 0.034, 0.045)	(0.032, 0.045, 0.056)	(0.045, 0.057, 0.063)	(0.045, 0.057, 0.063)
K_{21}	(0.050, 0.073, 0.089)	(0.043, 0.066, 0.082)	(0.046, 0.069, 0.085)	(0.068, 0.089, 0.100)	(0.069, 0.087, 0.096)
K_{22}	(0.086, 0.107, 0.122)	(0.090, 0.113, 0.128)	(0.077, 0.103, 0.120)	(0.084, 0.105, 0.118)	(0.088, 0.105, 0.116)
K_{23}	(0.088, 0.106, 0.122)	(0.078, 0.101, 0.119)	(0.073, 0.096, 0.119)	(0.091, 0.114, 0.132)	(0.086, 0.109, 0.124)
K_{31}	(0.076, 0.096, 0.109)	(0.076, 0.098, 0.110)	(0.076, 0.098, 0.110)	(0.099, 0.118, 0.125)	(0.099, 0.118, 0.125)
K_{32}	(0.059, 0.082, 0.096)	(0.056, 0.080, 0.096)	(0.052, 0.076, 0.095)	(0.078, 0.098, 0.109)	(0.057, 0.076, 0.089)
K_{33}	(0.065, 0.084, 0.098)	(0.058, 0.081, 0.096)	(0.051, 0.074, 0.089)	(0.087, 0.106, 0.113)	(0.070, 0.092, 0.104)



Şekil 4.10. Alternatif Seçimi İçin Kurulan Model

Her bir alternatifin bulanık pozitif ideal sayı ve bulanık negatif ideal sayıdan uzaklıkları (57), (58) ve (59) no'lu formüller ile hesaplanmış ve bu hesaplamaların sonuçları Tablo 4.34'te gösterilmiştir.

Tablo 4.34. Alternatiflerin Çözüm Olan Uzaklıkları

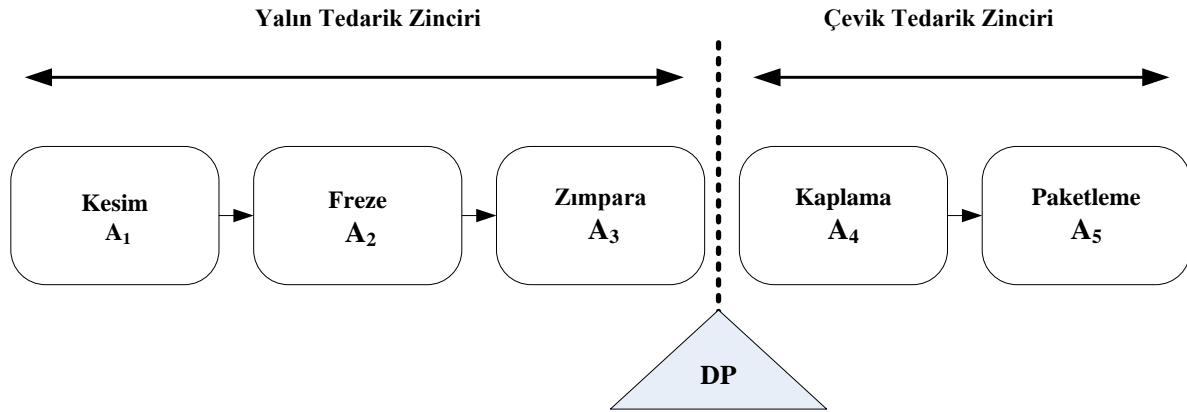
	A_1		A_2		A_3		A_4		A_5	
	d_i^*	d_i^-	d_i^*	d_i^-	d_i^*	d_i^-	d_i^*	d_i^-	d_i^*	d_i^-
K_{11}	0,9755	0,0253	0,9661	0,0344	0,9728	0,0278	0,9587	0,0416	0,9688	0,0316
K_{12}	0,9736	0,0270	0,9717	0,0291	0,9676	0,0331	0,9643	0,0362	0,9572	0,0431
K_{13}	0,9641	0,0365	0,9473	0,0534	0,9395	0,0611	0,9307	0,0695	0,9307	0,0695
K_{14}	0,9750	0,0262	0,9644	0,0368	0,9605	0,0407	0,9513	0,0494	0,9474	0,0532
K_{15}	0,9623	0,0387	0,9662	0,0350	0,9559	0,0452	0,9452	0,0553	0,9452	0,0553
K_{21}	0,9296	0,0723	0,9367	0,0654	0,9332	0,0689	0,9148	0,0864	0,9159	0,0849
K_{22}	0,8952	0,1060	0,8895	0,1118	0,9003	0,1015	0,8981	0,1030	0,8973	0,1034
K_{23}	0,8947	0,1063	0,9008	0,1008	0,9043	0,0978	0,8879	0,1136	0,8939	0,1074
K_{31}	0,9067	0,0944	0,9055	0,0957	0,9055	0,0957	0,8861	0,1144	0,8861	0,1144
K_{32}	0,9210	0,0806	0,9229	0,0791	0,9260	0,0762	0,9049	0,0961	0,9259	0,0753
K_{33}	0,9179	0,0833	0,9219	0,0797	0,9288	0,0730	0,8979	0,1028	0,9110	0,0902
Toplam	10,3156	0,6967	10,2930	0,7211	10,2944	0,7208	10,1398	0,8683	10,1795	0,8284

Uzaklıklar hesaplandıktan sonra yakınlık katsayısı (60) no'lu formül ile hesaplanmış ve alternatifler Tablo 4.35'te sıralanmıştır.

Tablo 4.35. Alternatiflerin Sıralanması

	d_i^*	d_i^-	CC_i	Sıralama
A_1	10,3156	0,6967	0,0633	5
A_2	10,2930	0,7211	0,0655	3
A_3	10,2944	0,7208	0,0654	4
A_4	10,1398	0,8683	0,0789	1
A_5	10,1795	0,8284	0,0753	2

Yapılan değerlendirmeler neticesinde alternatif seçiminde Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmış ve sonuç olarak 4 no'lu iş istasyonunun yani kaplama istasyonunun incelenen ürün ailesi için DP olduğu belirlenmiştir. Çıkan sonuç uzmanlarla paylaşılmış ve ürün ailesinin bu istasyona gelene kadar talep tahminleri ile üretilmesi ve yalın tedarik zinciri stratejisini kullanması, bu noktadan sağa doğru ise müşteri siparişi ile ürünün farklılaşması ve çevik strateji kullanması gerektiği konusunda ortak bir karara varılmıştır. Şekil 4.11'de üç aşamalı bulanık ortamda Dematel-DANP-TOPSIS yöntemi sonuçlarına göre incelenen ürün ailesi için belirlenen DP yer almaktadır.



Şekil 4.11. Bulanık Ortamda DANP-TOPSIS Yöntemine Göre DP Konumu

Bu sonuçlara göre ürün ailesi, ürünün talep tahminlerine göre dengelenmiş bir biçimde, zımpara sonuna kadar yalın strateji ile üretilmekte ve bu noktada yarı mamul olarak (bu ürün için zımparalanmış ancak kaplanmamış biçimde) bekletilmektedir. Talebin sabit ve öngörülebilir olduğu bu kısım, talep tahminleri ile yürütülmektedir. DP noktasına nüfuz eden müşteri siparişi olduğunda, yani müşteri siparişi bu noktaya geldiğinde ürün ailesi farklılaşmakta, siparişe göre kaplanarak paketlenmektedir. Bu noktadan sonra, ürün müşteri tarafından çekilmektedir. DP'den sonraki işlemler için, müşterinin istediği ürünü, istediği zamanda gerçekleştirecek biçimde çevik strateji kullanılmaktadır. Bu ürün ailesi için, MTO

stratejisi uygun olmaktadır. Kaplama iş istasyonu, yalın ve çevik stratejileri birbirinden ayıran istasyon olup, bu istasyonla yalın strateji sona ermekte, çevik strateji ise başlamaktadır.

DP alternatiflerinin değerlendirilmesi ve en uygun alternatifin seçilmesi için bulanık ortamda DANP-ANP, DANP-TODIM ve DANP-VIKOR yöntemleri ayrı ayrı uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu yöntemlere göre alternatiflerin sıralanması Tablo 4.36'da gösterilmiştir.

Tablo 4.36. Alternatif Sıralamalarının Karşılaştırılması

Alternatif	ANP	TOPSIS	TODIM	VIKOR
A_1	1	5	5	3
A_2	2	3	4	4
A_3	3	4	3	5
A_4	4	1	1	1
A_5	5	2	2	2

Bulanık ortamda TODIM ve VIKOR yöntemlerine göre en uygun DP alternatifi, bulanık TOPSIS yöntemi ile aynı sonuçları vermiştir. Bu yöntemlere göre alternatiflerin sıralamasında ilk iki alternatifin yeri aynı olarak tespit edilmiştir. Bu yöntemlerin ortak görüşüne göre, DP konumu için en uygun alternatif A_4 'tür (kaplama iş istasyonu). İki aşamalı DANP-ANP yönteminde, Şekil 4.10'da açıkça görülen kriterler arası bağılıklar ve yine kriterlere olan geri bildirimler, Dematel yöntemi ile elde edilen ve normalize olmuş T matrisi ile ANP'nin ağırlıklandırılmamış süpermatrisinde yer almıştır. Bu yöntemin sonuçları irdelendiğinde çalışmaya konu olan hibrit ürün ailesi için en uygun sipariş eşleştirme noktası, birinci iş istasyonu olan kesim iş istasyonudur. Çevik tedarik zinciri özelliklerinden olan birinci iş istasyonunun DP olarak seçilmesi, hibrit tedarik zincirler için uygun olmamaktadır. Hibrit tedarik zinciri stratejilerinde DP'ye kadar yalın tedarik zinciri stratejisinin kullanılması, bu noktadan ileriye ise çevik tedarik zincirinin kullanılması istenilmektedir. Bu yöntemin sonuçlarına göre, hibrit ürün ailesi çevik tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilmiştir. ANP yöntemi ile elde edilen sonuç, istenilen ve hedeflenen sonuç değildir. Her bir kriter için, her bir alternatifin diğer bir alternatife göre öneminin belirlenmesi işlemi, bir noktadan sonra değerlendirmeyi yapan kişinin bıkkınlığına dolayısıyla doğru cevaplar verememesine neden olabilmektedir. Sorulara verilen cevaplar, güvenilirliği kaybettirmektedir. Kümelerin birbiri üzerinde etkisinin eşit alındığı bu yöntem sonuçların sorgulanmasına ve dolayısıyla güvenilirliğinin daha yüksek olduğu diğer yöntemlerle analizlerin tekrar yapılmasına yönlendirmiştir.

Bulanık TODIM yönteminde alternatiflerin nihai baskınlık dereceleri $(A_1, A_2, A_3, A_4, A_5) = (0.00, 0.228, 0.275, 1.00, 0.981)$ ve bulanık VIKOR yönteminde alternatiflerin Q değerleri

(0.834, 0.848, 0.986, 0.00, 0.378) olarak hesaplanmıştır. Her ne kadar Tablo 4.36'da da görüldüğü üzere bulanık ortamda DANP-ANP yöntemi hariç diğer yöntemler aynı alternatife odaklanmışlarsa da çalışmanın devamında işletmedeki belli kısıtlar altında DP'nin hangi alternatif olacağını tespiti için tercih edilen 0-1 HP yönteminde bulanık TOPSIS ile elde edilen alternatiflerin çözüme olan yakınlık katsayıları kullanılmıştır.

4.13. 0-1 Hedef Programlama Yöntemi ile Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Uzmanların görüş ve değerlendirmeleri yardımıyla bulanık ortamda DANP-TOPSIS yöntemi kullanılarak alternatiflerin öncelik sıralaması yapılmış olmasına rağmen, işletmenin belli kısıtlar altında optimal alternatif seçimini gerçekleştirmesi istenmektedir. Bu çalışmada, bir önceki aşamada elde edilen alternatif ağırlıkları en uygun alternatifi belirlemek amaçlı 0-1 HP modelinde bir kısıt olarak kullanılmıştır. Bulanık ortamda DANP-TOPSIS yöntemine göre alternatif ağırlıkları (0.0633, 0.0655, 0.0654, 0.0789, 0.0753)^T olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere bakıldığında en yüksek ağırlığa sahip alternatifin 4. iş istasyonu (kaplama istasyonu) olduğu görülmektedir. Hibrit tedarik zinciri boyunca uygun DP konumunun belirlenebilmesi için gerekli olan alternatiflerin her birinin kısıtları ve gereksinimleri Tablo 4.37'de yer almaktadır.

Tablo 4.37. Alternatiflerin Kaynak Gereksinimleri

	$x_1(A_1)$	$x_2(A_2)$	$x_3(A_3)$	$x_4(A_4)$	$x_5(A_5)$	b_i
Ayar süreleri (dk)	15	90	60	70	0	90
Performans oranı	0,80	0,90	0,90	0,93	0,93	0,93
Fire oranı	0,02	0,06	0	0,16	0	0,24
Üretim hızı (m/h)	2.615	1.507	1.507	1.881,5	1.881,5	877,55

Tablo 4.37'ye göre, karar vericilerle yapılan değerlendirmeler neticesinde çalışmaya konu olan ürün ailesinin ayar süresi toplam en çok 90 dk. olmalı, ürün ailesinin performans oranı % 93'ün üstünde gerçekleşmeli, fire oranı en çok % 24 olarak hesaplanmalı ve son olarak bu ürün ailesinin saatteki hızı en az 877,55 metre olmalıdır. Bulanık ortamda DANP-TOPSIS yöntemi ile elde edilen alternatif ağırlıkları, Tablo 4.38'te gösterilmiş olan 0-1 HP modelinde yer almıştır. Modelin sonuçları aşağıda gösterilmiştir.

$$x_1=1, \quad x_2=0, \quad x_3=0, \quad x_4=1, \quad x_5=1, \quad d_1^-=5, \quad d_1^+=0, \quad d_2^-=0, \quad d_2^+=1,73, \quad d_3^-=0,06, \\ d_3^+=0, \quad d_4^-=0, \quad d_4^+=5.500,45, \quad d_5^-=0, \quad d_6^-=1, \quad d_7^-=1, \quad d_8^- = d_9^- = 0.$$

Tablo 4.38. Kurulan 0-1 HP Modeli

Model	Amaçlar
$Min Z =$	
$p_1(d_1^+)$	Alternatif seçiminde kısıt 1'i yerine getirme
$p_2(d_2^-)$	Alternatif seçiminde kısıt 2'yi yerine getirme
$p_3(d_3^+)$	Alternatif seçiminde kısıt 3'ü yerine getirme
$p_4(d_4^-)$	Alternatif seçiminde kısıt 4'ü yerine getirme
$p_5(0,0633d_5^- + 0,0655d_6^- + 0,0654d_7^- + 0,0789d_8^- + 0,0753d_9^-)$	Bulanık ortamda DANP-TOPSIS ile elde edile alternatif ağırlıkları içinden en büyük ağırlıklı olan alternatifi seçme
Kısıtlar:	
$15x_1+90x_2+60x_3+70x_4 + d_1^- - d_1^+ = 90$	Maksimum ayar süresini aşmama
$0,80x_1+0,90x_2+0,90x_3+0,93x_4 + 0,93x_5 + d_2^- - d_2^+ = 0,93$	Minimum performans oranının altında kalmama
$0,02x_1+0,06x_2+0,00x_3+0,16x_4 + 0,00x_5 + d_3^- - d_3^+ = 0,24$	Maksimum fire oranlarını aşmama
$2.615x_1+1.507x_2+1.507x_3+1.881,5x_4 + 1.881,5x_5 + d_4^- - d_4^+ = 877,55$	Minimum üretim süresinin altında kalmama
$x_1 + d_5^- = 1$	1. alternatifi seçme
$x_2 + d_6^- = 1$	2. alternatifi seçme
$x_3 + d_7^- = 1$	3. alternatifi seçme
$x_4 + d_8^- = 1$	4. alternatifi seçme
$x_5 + d_9^- = 1$	5. alternatifi seçme
$x_i=0$ veya 1 ($i=1,2,3,4,5$)	
$d_j^-, d_j^+ \geq 0$ ($j=1,..,9$)	

Sapma değişkenleri incelendiğinde, birinci hedef 5 dk., üçüncü hedef % 6'lık negatif sapma ile, ikinci hedef % 173, dördüncü hedef ise 5500,45'lük pozitif sapma ile yerine getirilmektedir. 0-1 HP modelinin sonuçlarına göre incelenen ürün ailesi için müşteri siparişinin nüfuz ettiği nokta olarak 1., 4. ve 5. iş istasyonları uygun bulunmuştur.

Seçilen iş istasyonlarına bakıldığında 4. iş istasyonu, hem bulanık ortamda iki aşamalı DANP-TOPSIS yönteminde hem de 0-1 HP modeli çözümlenmesinde DP olarak tespit edilmiştir. İşletmedeki uzmanlarla görüşüldüğünde ilgili ürün ailesinin, bu istasyonla tam anlamıyla ürünün farklılaşabileceğinin altı çizilmiştir. Her ne kadar üç farklı alternatif belirlenmiş olsa da, ağırlıklı olarak 1. iş istasyonunun daha çok çevik strateji için, son iş istasyonunun ise yalın strateji için uygun DP olduğu görülmüş ve ortak görüşlerin yoğunlaştığı

ve ürün ailesinin bu noktaya kadar yalın, bu noktadan sonra ise çevik stratejinin hakim olduğu hibrit tedarik zinciri için en uygun noktanın kaplama iş istasyonu olduğu kararına varılmıştır.

SONUÇ

Günümüzde işletmeler ürün çeşitliliklerin artması, müşterilerin istediği zamanda istediği ürüne ulaşma istekleri, kişiselleştirilmiş ürünlere olan ilginin fazlalaşması, yeni ürünlerin çok çabuk pazara girip yine aynı hızla pazardan çıkması vb. birçok faktörle baş etmek zorundadırlar. İşletmelerin ayakta kalabilmeleri, ancak bu hızlı değişimi etkin yönetebilmeleri ile mümkün olabilmektedir. Değişen pazar koşulları, gelişen üretim teknolojileri, artan müşteri beklentileri günümüz işletmelerini tedarik zinciri stratejilerinin rekabet avantajlarını önemsemeleri gerçeği ile karşı karşıya bırakmıştır. Bu nedenle işletmeler, rekabet güçlerini ve pazar paylarını arttırmak için tüm ürünlerine uygun tek tip tedarik zinciri stratejisi kullanmak yerine, farklı özelliklere sahip, farklı pazarlar için üretilen farklı ürünleri için farklı stratejiler tercih etmek durumunda kalabilmektedirler. İşletmelerin geniş çeşitliliğe sahip ürünleri ve hizmetleri için mevcut tedarik zinciri stratejilerini, ürünlerine veya pazardaki taleplere göre uygun bir biçimde yeniden tasarlamaları gerekmektedir.

Ürünlere uygun tedarik zinciri stratejisi eşleştirmesini gerçekleştirebilmek için bu çalışmada Antalya'da faaliyet gösteren mobilya bileşenleri üreten bir işletme ile birlikte çalışılmıştır. İşletmenin 3.426 adet ürününe ait satış miktarları, teslim süreleri, mevcut üretim stratejileri, ürünlerin stokta bekleme süreleri, talep şekilleri ve siparişin stoktan karşılanabilme durumlarına ilişkin veriler derlenmiştir. Toplam 3.378 ürün, özelliklerine göre fonksiyonel veya yenilikçi olarak sınıflandırılmıştır. Fonksiyonel veya yenilikçi ürün sınıflamasına dahil olmayan ürünler ise modülerite, müşteri talepleri, müşteri uyumlulukları, teknoloji uyumlulukları, benzerlik ve yeniden kullanılabilirlik kriterleri yardımıyla 17 farklı ürün ailesinde kümelenemiştir. Kümeleme sonucunda bu ürün ailelerinden 7'si yenilikçi ürün ailesine sınıflandırılmış ve toplam 19 ürün, bu ürün ailesinde yer almıştır. Fonksiyonel ürün ailesi sayısı ise bir olarak hesaplanmış ve bu ürün ailesinde sadece bir ürün yer almıştır. Herhangi bir ürün ailesinde yer almayan 28 üründen oluşan 9 ürün ailesi ise, bu çalışmada hibrit ürün ailesi olarak tanımlanmıştır. Elde edilen fonksiyonel ürün ve ürün aileleri, yalın tedarik zinciri stratejisi ile, yenilikçi ürün ve ürün aileleri çevik tedarik zinciri stratejisi ile, hibrit ürün aileleri de hibrit tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilmiştir. Bu eşleştirmelerin neticesinde yenilikçi ürün ve aileleri için, bu ürünlerin üretildiği hatlardaki ilk iş istasyonu, fonksiyonel ürün aileleri için ise son iş istasyonu veya iş istasyonundan sonraki nokta müşteri siparişi kesişim noktası olarak belirlenmiştir.

Hibrit tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilen hibrit ürünlerin müşteri siparişi kesişim noktasından önceki süreçleri talep tahminlerine göre, farklılaşmanın başladığı bu noktadan

sonraki süreçleri ise kesin müşteri siparişlerine göre gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, hibrit tedarik zinciri stratejilerinde, müşteri siparişi kesişim noktasının zincir boyunca nereye konumlandırılacağına belirlenmesi çok önemlidir. Bu çalışmada dokuz farklı ürün ailesi için bu noktanın tespit edilmesi yerine, karar vericilere yol göstermesi amacıyla hem en çok talebi olan hem de en çok üründen oluşan bir ürün ailesi tercih edilmiştir. Çalışmanın devamı, bu ürün ailesi için en uygun müşteri siparişi kesişim noktasının seçimi üzerine modellenmiştir.

Çalışmada, işletmenin hibrit tedarik zinciri stratejisini kullanması gereken ürün aileleri içinde çalışmaya konu olan ürün ailesinin pazarda varlığını sürdürebilmesini hatta rakiplerinden bir adım öne geçebilmesini ve müşterinin istediği miktarda ürünü istediği yere istediği zamanda teslim edebilmesini sağlamak için zincir boyunca en uygun DP yerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Üç boyut ve on bir kriterin yer aldığı bu çalışmada boyutların, boyutların altındaki kriterlerin ve tüm kriterlerin birbirleri arasındaki nedensel ilişkileri belirlemek, kriterlerin önem derecelerini tespit etmek, kriterleri neden ve etkileri açısından irdelemek ve kriter ağ ilişkileri haritasını elde etmek için bulanık Dematel yöntemi kullanılmıştır. Modelin bir sonraki adımında, alternatif seçiminde kullanılacak kriterlerin ağırlıkları hesaplanması için bulanık ortamda DANP (Dematelli ANP) yöntemi tercih edilmiştir. İki aşamalı gerçekleştirilen bu yöntemin ilk aşamasında, kriterler arası içsel bağımlılıklar ve geri bildirimler, bulanık Dematel yöntemi ile tespit edilmiş, ikinci aşamasında ise, hem boyutlara hem de kriterlere ilişkin Dematel yöntemi ile elde edilen T matrisleri kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından alternatif seçimi için Bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmış ve sonuç olarak kaplama istasyonunun incelenen ürün ailesi için müşteri siparişi kesişim noktası olması gerektiği tespit edilmiştir. Siparişe göre üretim veya montaj stratejisi kullanması uygun olan bu ürün ailesinin, bu istasyona gelene kadar talep tahminleri ile üretilmesi ve yalın tedarik zinciri stratejisinin kullanılması, müşteri siparişi ile ürünün farklılaşmaya başladığı bu noktadan sağa doğru ise çevik stratejinin kullanılması önerilmiştir. Bu iş istasyonu, yalın ve çevik stratejileri birbirinden ayıran istasyon olup, bu istasyonla yalın strateji sona ermekte, çevik strateji başlamaktadır. DP alternatiflerinin değerlendirilmesi ve en uygun alternatifin seçilmesi için bulanık ortamda ayrıca DANP-TODIM, DANP-VIKOR ve DANP-ANP yöntemleri de uygulanmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın devamında, işletmenin belli kısıtlar altında optimal alternatif seçiminin ne olacağı incelenmesi için bulanık TOPSIS elde edilen alternatif ağırlıkları, en uygun alternatifi belirlemek amaçlı 0-1 HP yöntemi modelinde bir kısıt olarak kullanılmıştır. Bu yöntemin sonuçlarına göre, incelenen ürün ailesi için müşteri siparişinin nüfuz ettiği kesişim noktası

için, kesim, kaplama ve paketleme iş istasyonlarından oluşan alternatif çözüm kümesi uygun bulunmuştur. Seçilen iş istasyonlarına bakıldığında kaplama iş istasyonu, hem bulanık ortamda iki aşamalı DANP-TOPSIS yönteminde hem de bu yöntem ile elde edilen alternatif ağırlıklarının 0-1 HP yönteminde kullanılması sonucunda, müşteri siparişinin kesişim noktası olarak tespit edilmiştir. Her ne kadar 0-1 HP yönteminde üç alternatiften oluşan bir çözüm kümesi belirlenmiş olsa da, ağırlıklı olarak kesim iş istasyonunun çevik strateji için, paketleme istasyonunun ise yalın strateji için uygun olduğu görüşülmüş ve ortak görüşlerin yoğunlaştığı ve ürün ailesinin bu noktaya kadar yalın, bu noktadan sonra ise çevik stratejinin hakim olduğu hibrit tedarik zinciri için en uygun noktanın kaplama iş istasyonu olduğu kararlaştırılmıştır.

Tek bir tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilmesi uygun olmayan farklı özelliklere (satış miktarları, teslim süreleri, üretim süreleri, stokta bekleme süreleri vb.) ve çok sayıda ürün çeşitliliğine sahip tüm ürünleri için farklı tedarik zinciri stratejileri kullanılması önerilen bu işletmenin temel ürün tipinin yenilikçi yapıda olduğu ve temel tedarik zinciri stratejisinin çevik strateji olduğu çok net görülmektedir. İşletmenin çevik tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilmesi önerilen bu ürünlerini müşterinin istediği zamanda, istediği miktarda hazır bulundurması ve istenilen zamanda teslim etmesi beklenmektedir.

Müşterilerin çevik işletmelerden beklentisi, işletmenin gelecek olası taleplere hazır olmasıdır. Çünkü çeviklik bir anda gerçekleşmemekte, bir plan yapılması gerekmektedir. Tüm yenilikçi ürünlerinin çevik tedarik zinciri stratejisi ile eşleştirilmesi gereken işletmeye tedarikçi ve müşterileri ile olan bilgi akışını sağlaması, tedarikçilerle işbirlikçi ilişkileri geliştirmesi, ürünü olabildiğince erteleyecek tasarım stratejilerini tercih etmesi, kilit öneme sahip ancak pahalı olmayan malzemelere ait stok tutması, güvenilir bir üçüncü parti sağlayıcısı veya lojistik sisteme sahip olması, beklenmedik durumlar için planlar yapması ve kriz yönetim takımları oluşturması önerilerinde bulunulmuştur.

Siparişe göre üretmesi gereken ürünlerini çevik anlayışla müşteriye ulaştırabilmesi için işletmenin verimliliğini arttırması, ürün geliştirme maliyetlerini iyileştirmesi, ürünlerinin teslim sürelerini düşürmesi ve tedarikçilerini ürün tasarım ve geliştirme süreçlerine dahil etmesi de gerekmektedir. Ayrıca tedarikçilerinin işletme içinde olmalarını ve siparişlerini sisteme kendilerinin girmelerini sağlamalı, üretimde yer almalarına ve toplantılara katılmalarına olanak tanınmalıdır. İşletmenin çevik olabilmesi için kısa dönemli, mevsimsel veya yeni olan ürünlerini rakiplerinden önce pazara sunması ve zincirde yer alan tüm ortakların eş anlı hareket etmesini sağlaması gerekmektedir. Tedarikçilerle işbirliğinin yanında, önemli müşterileri ile de stratejik işbirlikleri kurmak çok önemlidir. İşletmenin sadece yeni ürünlerine ait talep tahminini yapması, mevcut ürünleri için talep tahminlerinin

ise büyük müşteriler tarafından yapılması önerilmektedir. Uygulaması gereken temel tedarik zinciri stratejisi çevik olan işletmenin olabildiğince pazara hızlı girmesi için IT yatırımları yapması, bilgisayarlı sipariş/üretim sistemleri ile üretim sürelerini dolayısıyla ürün teslim sürelerini iyileştirmesi, hammadde-yarı mamul stoklayarak ve esnek üretim sistemleri kullanarak çevrim sürelerini iyileştirmesi, tahminleme hatalarını izleme sistemi kurması, ürünleri oluşturan hammadde ve malzemelerde bir standardizasyona gitmesi, müşterinin neye dikkat ettiği ve ne için para ödemek istediğini incelemesi de öneriler arasında yer almaktadır.

Yapılan incelemeler neticesinde işletmenin yalın tedarik zinciri stratejisini kullanması gereken ürün sayısının oldukça az olduğu görülmektedir. Ancak bu noktada unutulmaması gereken husus, işletmenin tedarik zinciri stratejileri arasında zaman içinde geçiş yapabileceği gerçeğidir. Yalın tedarik zincirinin temel düşüncesini oluşturan kayıpları ortadan kaldırma anlayışından yola çıkılarak işletmenin zincir boyunca katma değer yaratmayan tüm faaliyetlerini ve süreçlerini gözden geçirmesi gerekmektedir. İşletme yalın strateji kullanacağı ürünleri için bir takt süresi hesaplamalı, makine hazırlık sürelerini hesaplayarak mevcut sürelerini iyileştirmeli, tek parça malzeme akışını sağlamak için fabrika yerleşim planını gözden geçirmeli, üretim planlarını aylıktan haftalığa hatta günlük programlara indirgemelidir. Üretim kontrollerini Kanban ile yapmaya devam etmeli, gerekirse üretim sürelerini iyileştirecek tek parça akışı sağlayabilmek için tedarikçilerini de bilgilendirmelidir. Kısa aralıklarla ve düzenli bir biçimde döngüsel sefer ile tedarikçilerinden hammadde teminini gerçekleştirmelidir. Bu strateji ile işletme, depolarında ciddi alan tasarrufu sağlayacak, stoklama süreleri iyileşecek, tesis bakım maliyetleri azalacak ve dış depo ihtiyaçları kalmayacaktır. Böylece herhangi bir otomasyon sistemi kullanılmadan işletmenin verimliliği artacaktır.

İşletmede tezin çalışma dönemi süresince dokuz farklı hibrit ürün ailesi belirlenmiş ve bir ürün ailesi için müşteri siparişi kesişim noktası tespit edilmiştir. Diğer ürün aileleri için de ayrı ayrı bu noktanın belirlenmesi durumunda stok seviyeleri, hat dengeleme, yatırım ihtiyaçları, sipariş miktarları vb. birçok kısıtın dikkate alınması gerekebilecektir. İyileştirme önerilerinin tüm ürün aileleri için birlikte değerlendirilmesi ve geliştirilmesi gerekmekte olup bu çalışmada tek bir ürün ailesi için modelin çalıştırılması, bu tür bütünlük önerilerin geliştirilmesini kısıtlamıştır. Tezin çalışıldığı dönemde fonksiyonel, yenilikçi veya hibrit olan ürünler, zaman içinde değişim gösterebilecektir. Ancak bu çalışmada, ürünlerin ve eşleştirildikleri stratejilerin uzun dönemli değişimleri izlenememiş olup sadece belli bir döneme ilişkin değerlendirmeler ve öneriler sunulmuştur. Önerilen modelin işletmeye olan katkılarının değerlendirilebilmesi için öncelikle bu sistemin uygulanması ve mevcut sistemle

karşılaştırılması gerekmektedir. Bu tez kapsamında işletmenin önerilen modeli uygulayacak bir düzenlemeye hazır olmaması, bu karşılaştırma imkanını kısıtlamıştır.

Bu çalışma, ilerleyen dönemler için DP konumu belirlenen ürün ailesi için üretim planlamasının, stok ve satın alma politikalarının, tedarikçi ve müşteri ilişkilerinin ayrı ayrı veya bütün olarak değerlendirilmesiyle geliştirilebilir. Sadece tek bir ürün ailesi için yapılan bu çalışma, diğer ürün ailelerinin de dahil edilmesiyle genişletilebilir. İlave olarak, analiz edilen ürün ailelerinin DP konumunun dönemler içindeki değişimleri ve bu değişimlerin ürünlerin ömür döngüleri ile paralellik gösterip göstermediği de ileride yapılacak çalışmalar arasında yer alabilir.

Bu çalışma, bir işletmenin ürünlerinin farklı tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirildiği ve hibrit tedarik zinciri stratejileri için müşteri sipariş eşleştirme noktasının belirlendiği bulanık ortamda Dematel-DANP-TOPSIS yönteminin birlikte kullanıldığı ve işletmenin belli kısıtları modele dahil edildiğinde bu noktanın yerinin değişip değişmeyeceğinin 0-1 Hedef Programlama ile irdelendiği ilk çalışmalardan biridir. Bu çalışma ile yeni bir tedarik zinciri stratejisi geliştirilirken veya mevcut stratejiler iyileştirilirken karar vericilere izlemeleri önerilen bir yol haritası sunulmuştur. Çalışmanın ışığında, karar vericiler ve akademisyenler, tedarik zinciri stratejilerini geliştirirken ürünlerin, üretim süreçlerinin, pazarın özelliklerini ve beklentilerini dikkate alarak ürünleri özellikleri bazında sınıflandırma, sınıflandırılan ürünleri farklı tedarik zinciri stratejileri ile eşleştirme ve her bir strateji için en uygun müşteri siparişi kesişim noktası konumunu tespit etme konusunda fikir sahibi olabileceklerdir.

KAYNAKÇA

- Abdi F., Shavarini S.K. ve Hoseini S.M.S., "Glean lean: How to Use Lean Approach in Service Industries?", *Journal of Services Research*, Vol. 6, Special Issue, (2006), 191-206.
- Abdi M.R., "Product Family Formation and Selection for Reconfigurability Using Analytical Network Process", *International Journal of Production Research*, Vol. 50, No. 17, (2012), 4908-4921.
- Abdi M.R. ve Labib A.W., "Grouping and Selecting Products: The Design Key of Reconfigurable Manufacturing Systems (RMSs)", *International Journal of Production Research*, Vol. 42, No. 3, (2004), 521-546.
- Agarwal A., Shankar R. ve Tiwari M.K., "Modeling the Metrics of Lean, Agile and Leagile Supply Chain: An ANP-Based Approach", *European Journal of Operational Research*, Vol. 173, No. 1, (2006), 211-225.
- Aitken J., Christopher M. ve Towill D., "Understanding, Implementing and Exploiting Agility and Leanness", *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol. 5, No. 1, (2002), 59-74.
- Aitken J., Childerhouse P. ve Towill D., "The Impact of Product Life Cycle on Supply Chain Strategy", *International Journal of Production Economics*, Vol. 85, No. 2, (2003), 127-140.
- Aitken J., Childerhouse P., Christopher M. ve Towill D., "Designing and Managing Multiple Pipelines", *Journal of Business Logistics*, Vol. 26, No. 2, (2005), 73-95.
- Alias S., Adna N., Soid S.K. ve Kardri M., "Resource Allocation in Road Infrastructure Using ANP Priorities with ZOGP Formulation - A Case Study", *International Conference on Mathematical Sciences and Statistics*, Vol. 157, (2013), 524-528.
- Al-Masoud H., "Decision Support System for Lean, Agile and Leagile Manufacturing", Master Thesis, King Saud University, College of Engineering, Department of Industrial Engineering, Riyadh, 2007.
- Ambe I.M., "Agile Supply Chain: Strategy for Competitive Advantage", *Journal of Global Strategic Management*, Vol. 7, (2010), 5-17.

- Ambe I.M. ve Badenhorst-Weiss J.A., "Strategic Supply Chain Framework for the Automotive Industry", *African Journal of Business Management*, Vol. 4, No. 10, (2010), 2110-2120.
- Amir F., "Significance of Lean, Agile and Leagile Decoupling Point in Supply Chain Management", *Journal of Economics and Behavioral Studies*, Vol. 3, No. 5, (2011), 287-295.
- Anand G., Kodali R. ve Kumar B. S., "Development of Analytic Network Process for The Selection of Material Handling Systems in The Design of Flexible Manufacturing Systems (FMS)", *Journal of Advances in Management Research*, Vol. 8, No. 1, (2011), 123-147.
- Anık Z., "Nesne Yönelimli Yazılım Dillerinin Analitik Hiyerarşi ve Analitik Network Prosesi İle Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007
- Atamtürk A., "Hücreyel İmalat Sisteminde Hücre ve Yerleşim Düzeni Tasarımı", Yüksek lisans Tezi, İstanbul üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- Aulakh S.S. ve Gill J.S., "Lean Manufacturing-A Practitioner's Perspective", *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1184-1188, Singapore, 2008.
- Ayağ Z. ve Özdemir R.G., "An Analytic Network Process-Based Approach to Concept Evaluation in A New Product Development Environment", *Journal of Engineering Design*, Vol. 18, No. 3, (2007), 209-226.
- Backhouse C.J. ve Burns N.D. "Agile Value Chains for Manufacturing - Implications for Performance Measures", *International Journal of Agile Management Systems*, Vol. 1, No. 2, (1999), 76-82.
- Barraza M.F.S., Smith T. ve Dahlgaard-Park S.M., "Lean-Kaizen Public Service: An Empirical Approach in Spanish Local Governments", *The TQM Journal*, Vol. 21, No. 2, (2009), 143-167.
- Barutçu S., "Customized Products: The Integrating Relationship Marketing, Agile Manufacturing and Supply Chain Management for Mass Customization", *Ege Akademik Bakış*, Vol. 7, No. 2, (2007), 573-593.

- Bedez-Üte T. ve Güner M., "İplik İşletmelerinde "Yalın" Yaklaşım", *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Vol. 4, No.1, (2010), 11-24.
- Büyüközkan G. ve Berkol Ç., "Designing A Sustainable Supply Chain Using An Integrated Analytic Network Process and Goal Programming Approach in Quality Function Deployment", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 11, (2011), 13731-13748.
- Büyüközkan G. ve Çiftçi G., "A Novel Hybrid MCDM Approach Based on Fuzzy Dematel, Fuzzy ANP and Fuzzy TOPSIS to Evaluate Green Suppliers", *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, No. 3, (2012), 3000-3011.
- Büyüközkan G., Dereli T. ve Baykaşoğlu A., "A Survey on the Methods and Tools of Concurrent New Product Development and Agile Manufacturing", *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 15, No. 6, (2004), 731-751.
- Büyüközkan G. ve Öztürkcan D., "An Integrated Analytic Approach for Six Sigma Project Selection", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 8, (2010), 5835-5847.
- Byrnes J., "You Only Have One Supply Chain?", *Harward Business School Working Knowledge*, (2005), 1-4.
- Can K.C., "Postponement, Mass Customization, Modularization and Customer Order Decoupling Point: Building the Model of Relationships", *Master Thesis, Linkoping University Institute of Technology, Department of Management and Business*, 2008.
- Chang D.Y., "Applications of The Extent Analysis Method on Fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, Vol. 95, No. 3, (1996), 649-655.
- Chang Y.H., Wey W.M. ve Tseng H.Y., "Using ANP Priorities with Goal Programming for Revitalization Strategies in Historic Transport: A Case Study of The Alishan Forest Railway", *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, No. 4, (2009), 8682-8690.
- Chang B., Chang C.W. ve Wu C.H., "Fuzzy Dematel Method for Developing Supplier Selection Criteria", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 3, (2011), 1850-1858.
- Chang Y.F., Watada J. ve Ishii H., "A Fuzzy MCDM Approach to Building A Model of High Performance Project Team - A Case Study", *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, Vol. 8, No. 10, (2012), 7393-7404.

- Charnes A. ve Cooper W.W., *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*, John Wiley&Sons, New York, 1961.
- Charnes A., Cooper W.W. ve Ferguson R., "Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming", *Management Science*, Vol. 1, No. 2, (1955), 138-151.
- Chen C.A., "Using Dematel Method for Medical Tourist Development in Taiwan", *American Journal of Tourism Research*, Vol. 1, No.1, (2012a), 26-32.
- Chen C.A., "Discussion in Increasing College Teachers' Willingness to Adopt Web-Based Learning in Teaching", *Business and Management Research*, Vol. 1, No. 3, (2012b), 1-8.
- Chen C.-T., "Extensions of The TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 114, No. 1, (2000), 1-9.
- Chen J.K. ve Chen I.S., "Using A Novel Conjunctive MCDM Approach Based on Dematel, Fuzzy ANP, and Topsis as An Innovation Support System for Taiwanese Higher Education", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No.3, (2010a), 1981-1990.
- Chen J.K. ve Chen I.S., "A Pro-Performance Appraisal System for The University", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 3, (2010b), 2108-2116.
- Chen I.S. ve Chen J.K., "How to Manage Knowledge Well? Evidence from The Life Insurance Industry", *African Journal of Business Management*, Vol. 4, No. 17, (2010c), 3605-3617.
- Chen S.J. ve Hwang C.L., *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin, 1992.
- Chen T. ve Sun K.S., "Exploring The Strategy to Improve Senior Citizens' Participations on Recreational Sports", *Knowledge-Based Systems*, Vol. 26, (2012), 86-92.
- Chen C.H. ve Tzeng G.H., "Creating The Aspired Intelligent Assessment Systems for Teaching Materials", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 10, (2011), 12168-12179.
- Chen Y.C., Lien H.P. ve Tzeng G.H., "Measures and Evaluation Watershed Plans Using A Novel Hybrid MCDM Model", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 2, (2010), 926-938.

- Chen F.H., Hsu T.S. ve Tzeng G.H., "A Balanced Scorecard Approach to Establish A Performance Evaluation And Relationship Model for Hot Spring Hotels Based on A Hybrid MCDM Model Combining Dematel and ANP", *International Journal of Hospitality Management*, Vol. 30, No. 4, (2011), 908-932.
- Chen C.A., Lee M.H. ve Yang Y.H., "Branding Taiwan for Tourism Using 'Decision Making Trial and Evaluation Laboratory' and 'Analytic Network Process' Methods", *The Service Industries Journal*, Vol. 32, No. 8, (2012), 1355-1373.
- Cheng E.W.L. ve Li H., "Job Performance Evaluation for Construction Companies: An Analytic Network Process Approach", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 132, No. 8, (2006), 827-835.
- Cheng K., Harrison D.K. ve Pan P.Y., "Implementation of Agile Manufacturing- An AI and Internet Based Approach", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 76, (1998), 96-101.
- Cheng K., Pan P.Y. ve Harrison D.K., "The Internet as A Tool With Application to Agile Manufacturing: A Web-Based Engineering Approach and Its Implementation Issues", *International Journal of Production Research*, Vol. 38, No. 12, (2000), 2743-2759.
- Childerhouse P. ve Towill D., "Engineering Supply Chains to Match Customer Requirements", *Logistics Information Management*, Vol. 13, No. 6, (2000), 337-345.
- Childerhouse P., Aitken J. ve Towill D.R., "Analysis and Design of Focused Demand Chains", *Journal of Operations Management*, Vol. 20, No. 6, (2002), 675-689.
- Chiu W.Y., Tzeng G.H. ve Li H.L., "A New Hybrid MCDM Model Combining DANP with VIKOR to Improve E-Store Business", *Knowledge-Based Systems*, Vol. 37, (2013), 48-61.
- Christiansen P.E., Kotzab H. ve Mikkola J.H., "Coordination and Sharing Information in Leagile Supply Chains", *International Journal of Procurement Management*, Vol. 1, Nos. 1-2, (2007), 79-96.
- Christopher M., "The Agile Supply Chain Competing in Volatile Markets", *Industrial Marketing Management*, Vol. 29, (2000), 37- 44.
- Christopher M., *Logistics & Supply Chain Management*, (originally printed in 1992 4th edition), Pearson, Great Britain, 2011.

- Christopher M. ve Towill D.R., "Supply Chain Migration from Lean and Functional to Agile and Customised", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 5, No. 4, (2000), 206-213.
- Christopher M. ve Towill D., "An Integrated Model for the Design of Agile Supply Chains", *International Journal of Physical Distribution&Logistics Management*, Vol. 31, No. 4, (2001), 235- 246.
- Christopher M. ve Towill D.R., "Developing Market Specific Supply Chain Strategies", *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 13, No. 1, (2002), 1-14.
- Christopher M., Peck H. ve Towill D., "A Taxonomy for Selecting Global Supply Chain Strategies", *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 17, No. 2, (2006), 277-287.
- Cigolini R., Cozzi M. ve Perona M., "A New Framework for Supply Chain Management Conceptual Model and Empirical Test", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 24, No. 1, (2004), 7-41.
- Collin J. ve Lorenzin D., "Plan for Supply Chain Agility at Nokia: Lessons from the Mobile Infrastructure Industry", *International Journal of Physical Distribution&Logistics Management*, Vol. 36, No. 6, (2006), 418-430.
- Comm C.L. ve Mathaisel D.F.X., "An Exploratory Analysis in Applying Lean Manufacturing to A Labor-Intensive Industry in China", *Asia Pasific Journal of Marketing And Logistics*, Vol.17, No. 4, (2005), 63-80.
- Cook R.L., Gibson B. ve MacCurdy D., "A Lean Approach to Cross Docking", *Supply Chain Management Review*, March, (2005), 54-59.
- Cooke F.L., "Implementing TPM in Plant Maintenance: Some Organisational Barriers", *International Journal of Quality&Reliability Management*, Vol. 17, No. 9, (2000), 1003-1016.
- Czabke J., Hansen E.N. ve Doolen T.L., "A Multisite Field Study of Lean Thinking in U.S. and German Secondary Wood Products Manufacturers", *Forest Products Journal*, Vol. 58, No. 9, (2008), 77-85.

- Da Silveria G., Borenstein D. ve Fogliatto F.S., "Mass Customization: Literature Review and Research Directions", *International Journal of Production Economics*, Vol. 72, No.1, (2001), 1-13.
- Dağdeviren M., "Performans Değerlendirme Sürecinin Bulanık AHP ile Bütünleşik Modellenmesi", *Yıldız Teknik Üniversitesi-Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Vol. 25, No. 3, (2007), 268-282.
- Dağdeviren M. ve Eren T., "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Amaç Programlama Yöntemlerinin Kullanılması", *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Vol. 16, No. 2, (2001), 41-52.
- Dağdeviren M. ve Yüksel İ., "A Fuzzy Analytic Network Process (ANP) Model for Measurement of The Sectoral Competition Level (SCL)", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 2, (2010), 1005-1014.
- Dağdeviren M., Eraslan E., Kurt M. ve Dizdar E. N., "Tedarikçi Seçim Problemine Analitik Ağ Süreci ile Alternatif Yaklaşım", *Teknoloji*, Vol. 8, No. 2, (2005), 115-122.
- Dakov I. ve Novkov S., "Assessment of the Lean Production Effect on The Sustainable Industrial Enterprise Development", *Business: Theory and Practice*, Vol. 8, No. 4, (2007), 183-188.
- Demirel T., Muşdal H., Demirel N.Ç. ve Yücenur G.N., "Multi-Criteria Evaluation of Land Cover Policies Using Fuzzy AHP and Fuzzy ANP: The Case of Turkey", *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, Vol. 15, No. 4, (2009), 746-764.
- Detty R.B. ve Yingling J.C., "Quantifying Benefits of Conversion to Lean Manufacturing With Discrete Event Simulation: A Case Study", *International Journal of Production Research*, Vol. 38, No.2, (2000), 429-445.
- Doğan İ, Doğan N. ve Akcan A., "Rasyonel ve Ekonomik Hayvan Beslemede Hedef Programlamadan Yararlanma", *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, Vol. 24, No. 3, (2000), 233-238.
- Dolcemascolo D., *Improving the Extended Value Stream Lean for the Entire Supply Chain*, Productivity Press, New York, 2006.

- Doolen T.L., Van Aken E.M., Farris J.A., Worley J.M. ve Huwe J., "Kaizen Events and Organizational Performance: A Field Study", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 57, No. 8, (2008), 637-658.
- Duguay R.D., Landry S. ve Pasin F., "From Mass Production to Flexible/Agile Production", *International Journal of Operations&Production Management*", Vol. 17, No. 12, (1997), 1183-1195.
- Dytczak M. ve Ginda G., "Identification of Building Repair Policy Choice Criteria Role", *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 15, No. 2, (2009), 213-228.
- Eguia I., Lozano S., Racero J. ve Guerrero F., "A Methodological Approach for Designing And Sequencing Product Families in Reconfigurable Dissassembly Systems", *Journal of Industrial Engineering and Management*, Vol. 4, No. 3, (2011), 418-435.
- Elkins D.A., Huang N. ve Alden J.M., "Agile Manufacturing Systems in the Automotive Industry", *International Journal of Production Economics*, Vol. 91, No. 3, (2004), 201-214.
- ElMaraghy H.A. ve Mahmoudi N., "Concurrent Design of Product Modules Structure and Global Supply Chain Configuration", *Supply Chain, Theory and Applications*, (Kordic Vedran, eds), I-Tech Education and Publishing, Vienna, Austria, 2008.
- Erpolat S., "Üretim Planlamasında Hedef Programlama ve Bulanık Hedef Programlama Yöntemlerinin Karşılaştırılması", *Öneri*, Vol. 9, No. 34, (2010), 233-246.
- Ertuğrul İ. ve Karakaşoğlu N., "Comparison of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods for Facility Location Selection", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 39, Nos. 7-8, (2008), 783-795.
- Feitzinger E. ve Lee H.L., "Mass Customization at Hewlett-Packard: The Power of Postponement", *Harvard Business Review*, Vol. 75, No. 1, (1997), 116-121.
- Fisher M.L., "What is the Right Supply Chain for Your Product?", *Harvard Business Review*, (1997), March-April, 105-116.
- Galan R., Racero J., Eguia I. ve Garcia J.M., " A Systematic Approach for Product Families Formation in Reconfigurable Manufacturing Systems", *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 23, No.5, (2007), 489-502.

- Garbie I.H., "Converting Traditional Production Systems To Focused Cells as A Requirement of Global Manufacturing", *Journal of Service Science and Management*, Vol. 4, (2011), 268-279.
- Gibson M.D.R., "Applying Lean Principles to Design Effective Supply Chains", *Army Logistician Professional Bulletin of United States Army Logistics*, (2007), 44- 48.
- Giesberts P.M.J. ve van Der Tang L., "Dynamics of the Customer Order Decoupling Point: Impact on Information Systems for Production Control", *Production Planning and Control*, Vol. 3, No. 3, (1992), 300-313.
- Göksu A. ve Güngör İ., "Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Vol. 13, No.1, (2008), 1-26.
- Görener A., "Kesici Takım Tedarikçisi Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı", *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Vol. 4, No. 1, (2009), 99-110.
- Greene C.M., Ellis B. ve Waller M., "Can Lean & Agile Exist Simultaneously? Comparative Analysis through Literature Case Studies", *Industrial Engineering Research Conference*, (2008), 217-222.
- Gregory T., "ConMed Takes Lean Approach", *Business Journal*, Vol. 23, No. 21, (2009).
- Gunasekaran A., "Agile Manufacturing: Enablers and An Implementation Framework", *International Journal of Production Research*, Vol. 36, No. 5, (1998), 1223-1247.
- Gunasekaran A., "Agile Manufacturing: A Framework for Research and Development", *International Journal of Production Economics*, Vol. 62, Nos. 1-2, (1999), 87-105.
- Gunasekaran A. ve Yusuf Y.Y., "Agile Manufacturing: A Taxonomy of Strategic and Technological Imperatives", *International Journal of Production Research*, Vol. 40, No. 6, (2002), 1357-1385.
- Hallgren M. ve Olhager J., "Lean and Agile Manufacturing: External and Internal Drivers and Performance Outcomes", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 29, No. 10, (2009), 976-999.
- Hayes R.H. ve Wheelwright S.G., "The Dynamics of Process-Product Life Cycles", *Harvard Business Review*, Vol. 57, No. 2, (1979a), 127-136.

- Hayes R.H. ve Wheelwright S.G., "Link Manufacturing Process and Product Life Cycles", *Harvard Business Review*, Vol. 57, No. 1, (1979b), 133-140.
- Helo P., "Managing Agility and Productivity in The Electronics Industry", *Industrial Management and Data Systems*, Vol. 104, No. 7, (2004), 567-577.
- Hemmati S. ve Rabbani M., "Make-to-Order/Make-to-Stock Partitioning Decision Using The Analytic Network Process", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 48, Nos. 5-8, (2010), 801-813.
- Herat A.T., Noorossana R., Parsa S. ve Serkani E.S., "Using Dematel-Analytic Network Process (ANP) Hybrid Algorithm Approach for Selecting Improvement Projects of Iranian Excellence Model in Healthcare Sector", *African Journal of Business Management*, Vol. 6, No. 2, (2012), 627-645.
- Hill T., *Manufacturing strategy: Text and Cases*, McGraw-Hill/Irwin, Boston, 1999.
- Hilletofth P., "How to Develop A Differentiated Supply Chain Strategy", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 109, No. 1, (2009), 16-33.
- Ho W.R.J., Tsai C.L., Tzeng G.H. ve Fang S.K., "Combined Dematel Technique with A Novel MCDM Model for Exploring Portfolio Selection Based on CAPM", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 1, (2011), 16-25.
- Hormozi A.M., "Agile Manufacturing: The Next Logical Step", *Benchmarking*, Vol. 8, No. 2, (2001), 132-143.
- Hsu Y.L., Li W.C. ve Chen K.W., "Structuring Critical Success Factors of Airline Safety Management System Using A Hybrid Model", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 46, No. 2, (2010), 222-235.
- Hsu C.W., Chen S.H. ve Chiou C.Y., "A Model for Carbon Management of Supplier Selection in Green Supply Chain Management", *2011 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, (2011), 1247-1050.
- Hsu C.H., Wang F.K. ve Tzeng G.H., "The Best Vendor Selection for Conducting The Recycled Material Based on A Hybrid MCDM Model Combining DANP with VIKOR", *Resources Conservation and Recycling*, Vol. 66, (2012), 95-111.

- Huang H.-H, "Integrated Production Model in Agile Manufacturing Systems", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 20, No. 7, (2002), 515-525.
- Huang S.H., Uppal M. ve Shi J., "A Product Driven Approach to Manufacturing Supply Chain Selection", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 7, No. 4, (2002), 189-199.
- Huang C.-C. ve Liu S.-H., "A novel approach to lean control for Taiwan-funded enterprises in mainland China", *International Journal of Production Research*, Vol. 43, No. 12, (2005), 2553-2575.
- Huang C.Y., Shyu J.Z. ve Tzeng G.H., "Reconfiguring The Innovation Policy Portfolios for Taiwan's SIP Mall Industry", *Technovation*, Vol. 27, No.12, (2007), 744-765.
- Huang C.Y., Wan C.W. ve Tzeng G.H., "Expatriate Manager Selection for An Overseas Manufacturing Site by Using FMCDM Methods", *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, (2011), 2401-2406.
- Hung Y.H., Chou S.C.T. ve Tzeng G.H., "Knowledge Management Strategic Planning", *IRI 2007: Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Information Reuse and Integration*, (2007), 233-238.
- Hung Y.H., Chou S.C.T. ve Tzeng G.H., "Knowledge Management Adoption and Assessment for SMEs by a Novel MCDM Approach", *Decision Support Systems*, Vol. 51, No. 2, (2011), 270-291.
- Hung Y.H., Huang T.L., Hsieh J.C., Tsuei H.J., Cheng C.C. ve Tzeng G.H., "Online Reputation Management for Improving Marketing by Using A Hybrid MCDM Model", *Knowledge-Based Systems*, Vol. 35, (2012), 87-93.
- Hwang C.L. ve Yoon K., *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*, Springer, Berlin Heidelberg, 1981.
- İlter O.C., "Analitik Ağ Süreci ile Ticari Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.
- Ismail H.S. ve Sharifi H., "A Balanced Approach to Building Agile Supply Chains", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 36, No. 6, (2006), 431-444.

- Jackson M. ve Johansson C., "An Agility Analysis from a Production System Perspective", *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 14, No. 6, (2003), 482-488.
- Jassbi J., Mohamadnejad F. ve Nasrollahzadeh H., "A Fuzzy Dematel Framework for Modeling Cause and Effect Relationships of Strategy Map", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 5, (2011), 5967-5973.
- Jeng D.J.F. ve Bailey T., "Assessing Customer Retention Strategies in Mobile Telecommunications Hybrid MCDM Approach", *Management Decision*, Vol. 50, No. 9, (2012), 1570-1595.
- Jharkharia S. ve Shankar R., "Selection of Logistics Service Provider: An Analytic Network Process (ANP) Approach", *Omega the International Journal of Management Science*, Vol. 35, No. 3, (2007), 274-289.
- Jiang J.-C. ve Chen K.-H., "Development of a Collaborative Manufacturing, Planning, and Scheduling System: Integrating Lean and Agile Manufacturing for the Supply Chain", *International Journal of Management*, Vol. 24, No. 2, (2007), 331-345.
- Jiao J.R., Simpson T.W. ve Siddique Z., "Product Family Design and Platform-Based Product Development: A State-of-Art Review", *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol.18, No. 1, (2007), 5-29.
- Jin-Hai L., Anderson A.R. ve Harrison R.T., "The Evaluation of Agile Manufacturing", *Business Process Management*, Vol. 9, No. 2, (2003), 170-189.
- Jolai F., Yazdian S.A., Shahanaghi K. ve Khojasteh M. A., "Integrating Fuzzy TOPSIS and Multi-Period Goal Programming for Purchasing Multiple Products from Multiple Suppliers", *Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 17, No. 1, (2011), 42-53.
- Karlsson C. ve Ahlström P., "Assessing Changes towards Lean Production", *International Journal of Operations & Production management*", Vol. 16, No.2, (1996), 24-41.
- Karsak E.E., Sozer S. ve Alptekin S.E., "Product Planning in Quality Function Deployment Using A Combined Analytic Network Process and Goal Programming Approach", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 44, No.1, (2002), 171-190.

- Kasirian M.N. ve Yusuff R.M., "An Integration of a Hybrid Modified TOPSIS with A PGP Model for The Supplier Selection with Interdependent Criteria", *International Journal of Production Research*, Vol. 51, No. 4, (2013), 1037-1054.
- Katayama H. ve Bennett D., "Lean Production in A Changing Competitive World: A Japanese Perspective", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16, No. 2, (1996), 8-23.
- Khalili-Damghani K., Sadi-Nezhad S. ve Tavana M., "Solving Multi-Period Project Selection Problems with Fuzzy Goal Programming Based on TOPSIS and A Fuzzy Preference Relation", *Information Sciences*, Vol. 252, (2013), 42-61.
- Kidd P.T., *Agile Manufacturing Forging New Frontiers*, Addison-Wesley, 1994.
- Kisperska-Moron D. ve de Haan J., "Improving Supply Chain Performance to Satisfy Final Customers: "Leagile" Experiences of A Polish Distributor", *International Journal of Production Economics*, Vol. 133, No. 1, (2011), 127-134.
- Krishnamurthy R. ve Yauch C.A., "Leagile Manufacturing: A Proposed Corporate Infrastructure", *International Journal of Operations & Production Management*", Vol. 27, No.6, (2007), 588-604.
- Kuan M.J., Hsiang C.C. ve Tzeng G.H., "Probing The Innovative Quality System Structure Model for NPD Process Based on Combining DANP with MCDM Model", *International Journal of Innovative Computing*, Vol. 8, No. 8, (2012), 5745-5762.
- Kulaç A., "Eskişehir Tepebaşı Belediyesi İçin Katı Atık Yönetimi Sistemi Seçiminde Analitik Serim Süreci (ANP) Yaklaşımı", *Anadolu Üniversitesi, FBE, Y.lisans tezi*. (2006)
- Kwong C.K. ve Bai H., "Determining The Importance Weights for The Customer Requirements in QFD Using A Fuzzy AHP with An Extent Analysis Approach", *IIE Transactions*, Vol. 35, No. 7, (2003), 619-626.
- Lamming R., Johnsen T., Zheng J. ve Harland C., "An Initial Classification of Supply Networks", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20, No. 6, (2000), 675-691.
- Lee H.L., "Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties", *California Management Review*, Vol. 44, No. 3, (2002), 105-119.

- Lee H.L. ve Billington C., "Designing Products and Processes for Postponement", in Management of Design engineering and management perspective (Dasu S. ve Eastmen C. Eds.), (1994), 105-122.
- Lee J.W. ve Kim S.H., "Using Analytic Network Process and Goal Programming for Interdependent Information System Project Selection", Computers&Operations Research, Vol. 27, No. 4, (2000), 367-382.
- Lee W.S., Huang A.Y., Chen C.C. ve Cheng C.M., "Financial Investment Strategy by Dematel and Analytic Network Process", Graduate School of Management, Yuan Ze University, 2009.
- Lee W.S., Huang A.Y., Chang Y.Y. ve Cheng C.M., "Analysis of Decision Making Factors for Equity Investment by Dematel and Analytic Network Process", Expert Systems with Applications, Vol. 38, No. 7, (2011), 8375-8383.
- Li C.-F., "Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets", Management Science and Engineering, Vol. 3, No. 2, (2009), 61-64.
- Li D. ve O'Brien C., "A Quantitative Analysis of Relationships between Product Types and Supply Chain Strategies", International Journal of Production Economics, Vol. 73, No. 1, (2001), 29-39.
- Liao C.-N. ve Kao H.P., "An Integrated Fuzzy TOPSIS and MCGP Approach to Supplier Selection in Supply Chain Management", Expert Systems with Applications, Vol. 38, No., (2011), 10803-10811.
- Lin S.M., "Marketing Mix (7P) and Performance Assessment of Western Fast Food Industry in Taiwan: An Application by Associating Dematel and ANP", African Journal of Business Management, Vol. 5, No. 26, (2011), 10634-10644.
- Lin C.J. ve Wu W.W., "A Casual Analytical Method for Group Decision-Making under Fuzzy Environment", Expert Systems with Applications, Vol. 34, No. 1, (2008), 205-213.
- Lin C.L. ve Tzeng G.H., "A Value-Created System of Science (Technology) Park by Using Dematel", Expert Systems with Applications, Vol. 36, No. 6, (2009), 9683-9697.
- Lin C.L., Hsieh M.S. ve Tzeng G.H., "Evaluating Vehicle Telematics System by Using A Novel MCDM Techniques with Dependence and Feedback", Expert Systems with Applications, Vol. 37, No. 10, (2010), 6723-6736.

- Liou J.J.H., "Developing An Integrated Model for The Selection of Strategic Alliance Partners in The Airline Industry", *Knowledge-based Systems*, Vol. 28, (2012), 59-67.
- Liou J.J.H. ve Chuang Y.T., "Developing A Hybrid Multi-Criteria Model for Selection of Outsourcing Providers", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 5, (2010), 3755-3761.
- Liou J.J.H., Yen L. ve Tzeng G.H., "Building An Effective Safety Management System for Airlines", *Journal of Air Transport Management*, Vol. 14, No. 1, (2008), 20-26.
- Liou J.J.H., Wang H.S., Hsu C.C. ve Yin S.L., "A Hybrid Model for Selection of An Outsourcing Provider", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 35, No. 10, (2011), 5121-5133.
- Liu C.H., Tzeng G.H. ve Lee M.H., "Improving Tourism Policy Implementation - The Use of Hybrid MCDM Models", *Tourism Management*, Vol. 33, No. 2, (2012), 413-426.
- Lo S.M. ve Power D., "An Empirical Investigation of the Relationship between Product Nature and Supply Chain Strategy", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 15, No. 2, (2010), 139-153.
- Ma M. ve Li X., "The Design and Countermeasures of Agile Supply Chain Management Mode Research", *Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, (2009), International conference on, 26-27 Dec., Vol. 3, 141-143.
- Machado V.H. ve Pereira A., "Modelling Lean Performance", 4. IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, Bangkok, 1308-1312, 2008.
- Manrodt K.B., Thompson R.H. ve Vitasek K., "Lean Practices in the Supply Chain", Jones Lang Lasalle ,2008, Report, <http://podcastfiles.am.joneslanglasalle.com/u/docs/285.pdf>.
- Maskell B., "The Age of Agile Manufacturing", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 6, No. 1, (2001), 5-11.
- Mason-Jones R. ve Towill D.R., "Using the Information Decoupling Point to Improve Supply Chain Performance", *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 10, No. 2, (1999), 13-26.
- Mason-Jones R., Naylor B. ve Towill D.R., "Engineering the Leagile Supply Chain", *International Journal of Agile Management Systems*, Vol. 2, No. 1, (2000a), 54-61.

- Mason-Jones R., Naylor B. ve Towill D.R., "Lean, Agile or Leagile? Matching Your Supply Chain to Marketplace", *International Journal of Production Research*, Vol. 38, No. 17, (2000b), 4061-4070.
- McCullen P. ve Towill D., "Achieving Lean Supply through Agile Manufacturing", *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 12, No. 7, (2001), 524-533.
- Meade L.M. ve Presley A., "R&D Project Selection Using The Analytic Network Process", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 49, No. 1, (2002), 59-66.
- Meade L.M. ve Sarkis J., "Strategic Analysis of Logistics and Supply Chain Management Systems Using The Analytical Network Process", *Logistics and Transportation*, Vol. 34, No. 3, (1998), 201-215.
- Meade L.M. ve Sarkis J., "Analyzing Organizational Project Alternatives for Agile Manufacturing Processes: An Analytical Network Approach", *International Journal of Production Research*, Vol. 37, No. 2, (1999), 241-261.
- Mikhailov L. ve Singh M.G., "Fuzzy Analytic Network Process and Its Application to The Development of Decision Support Systems", *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews*, Vol. 33, No. 1, (2003), 33-41.
- Mikkola J.H. ve Skjott-Larsen T., "Supply-Chain Integration: Implications for Mass Customization, Modularization and Postponement Strategies", *Production Planning & Control*, Vol. 15, No. 4, (2004), 352-361.
- Mistry J.J., "Supply Chain Management: A Case Study of an Integrated Lean and Agile Models", *Qualitative Research in Accounting & Management*, Vol. 2, No. 2, (2005), 193-215.
- Mohammed I.R., Shankar R. ve Banwet D.K., "Creating Flex-Lean-Agile Value Chain by Outsourcing", *Business Process Management Journal*, Vol. 14, No. 3, (2008), 338-389.
- Naim M.M. ve Gosling J., "On Leanness, Agility and Leagile Supply Chains", *International Journal of Production Economics*, Vol. 131, No. 1, (2011), 342-354.
- Nambiar A.N., "Mass Customization: Where Do We Go from Here?", *39. World Congress on Engineering*, Vol. 1, (2009), 687-693.

- Naylor J.B., Naim M.M. ve Berry D., "Leagility: Integrating The Lean and Agile Manufacturing Paradigms in the Total Supply Chain", *International Journal of Production Economics*, Vol. 62, Nos.1-2, (1999), 107-118.
- Okul D., "Analitik Ağ Süreci ve Bulanık Mantık Kullanımıyla Kalite Fonksiyon Yayılımının Mobilya Sektöründe Uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
- Olhager J., "Strategic Positioning of the Order Penetration Point", *International Journal of Production Economics*, Vol. 85, No. 3, (2003), 319-329.
- Olhager J., "The Role of the Customer Order Decoupling Point in Production and Supply Chain Management", *Computers in Industry*, Vol. 61, No. 9, (2010), 863-868.
- Onut S., Tuzkaya U.R. ve Kemer B., "Hastane Yeri Seçimine Bir Analitik Ağ Süreci Yaklaşımı", *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Vol. 25, No. 4, (2008), 367-379.
- Opricovic S. ve Tzeng G.-H., "Defuzzification within A Multicriteria Decision Model, *International Journal of Uncertainty*", *Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, Vol. 11, No. 5, (2003), 635-652.
- Öz B., Taban S. ve Kar M., "Kümeleme Analizi ile Türkiye ve AB Ülkelerinin Beşeri Sermaye Göstergeleri Açısından Karşılaştırılması", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Vol. 10, No.1, (2009), 1-30.
- Özçelik T.Ö. ve Cinoğlu F., "Yalın Felsefe ve Bir Otomotiv Yan Sanayi Uygulaması", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Vol. 12, No. 23, (2013), 79-101.
- Özdağoğlu A., "Bulanık Analitik Serim Süreci' Yaklaşımı ile Çok Ölçütlü Karar Verme ve Bir İşletme Uygulaması", Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2008.
- Pagh J.D. ve Cooper M.C., "Supply Chain Postponement and Speculation Strategies: How to Choose the Right Strategy", *Journal of Business Logistics*, Vol. 19, No. 2, (1998), 13-33.
- Paksoy T., Yapıcı Pehlivan N. ve Özceylan E., *Bulanık Küme Teorisi Bulanık Matematiksel Programlamaya Geçiş*, Nobel Akademik Yayıncılık Danışmanlık, Ankara, 2013.

- Perçin S., "Use of Fuzzy AHP for Evaluating the Benefits of Information-Sharing Decisions in a Supply Chain" *Journal of Enterprise Information Management*, Vol. 21, No. 3, (2008), 263-284.
- Pine B.J.II, *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*, Harvard Business School Press, Boston, 1993.
- Prince J. ve Kay J.M., "Combining Lean and Agile Characteristics: Creation of Virtual Groups by Enhanced Production Flow Analysis", *International Journal of Production Economics*, Vol. 85, No. 3, (2003), 305-318.
- Qi F., Xuejun X. ve Zhiyong G., "Research on Lean, Agile and Leagile Supply Chain", , *IEEE International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 4902-4905, Shangai, 2007.
- Rafiei H. ve Rabbani M., "Order Partitioning and Order Penetration Point Location in Hybrid Make-To-Stock/Make-To-Order Production Contexts", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 61, No. 3, (2011), 550-560.
- Rahimnia F. ve Moghadasian M., "Supply Chain Leagility in Professional Services: How to Apply Decoupling Point Concept in Healthcare Delivery System", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 15, No. 1, (2010), 80-91.
- Rahimnia F., Moghadasian M. ve Castka P., "Benchmarking Leagility in Mass Services The Case of a Fast Food Restaurant Chains in Iran", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 16, No. 6, (2009), 799-816.
- Rakesh K., Jain P.K. ve Mehta N.K., "A Framework for Simultaneous Recognition of Part Families and Operation Groups for Driving A Reconfigurable Manufacturing System", *Advances in Production Engineering & Management*, Vol. 5, No.1, (2010), 45-58.
- Ramasesh R., Kulkarni S. ve Jayakumar M., "Agility in Manufacturing Systems: An Exploratory Modeling Framework and Simulation", *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 12, No. 7, (2001), 534-548.
- Ramesh G. ve Devadasan S.R., "Literature Review on the Agile Manufacturing Criteria", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 18, No.2, (2007), 182-201.

- Ravi V., Shankar R. ve Tiwari M.K., "Selection of A Reverse Logistics Project for End-of-Life Computers: ANP and Goal Programming Approach", *International Journal of Production Research*, Vol. 46, No. 17, (2008), 4849-4870.
- Ravikumar M.M., Marimuthu K. ve Chandramohan D., "Implementation of Lean Manufacturing in Automotive Manufacturing Plant [TEL]", *International Journal of Applied Engineering Research*, Vol. 4, No. 10, (2009), 2041-2050.
- Rigby C., Day M., Forrester P. ve Burnett J., "Agile supply: Rethinking Systems Thinking, Systems Practice", *International Journal of Agile Management Systems*, Vol. 2, No. 3, (2000), 178-186.
- Rooney S.A. ve Rooney J.J., "Lean Glossary", *Quality Progress*, Vol. 38, No. 6, (2005), 41-47.
- Rudberg M. ve Wikner J., "Mass Customization In Terms of The Customer Order Decoupling Point", *Production Planning & Control: The Management of Operations*, Vol. 15, No. 4, (2004), 445-458.
- Saaty T.L. ve Vargas L.G., *Decision Making with The Analytic Network Process: Economics, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*, Springer Science + Business, USA, 2006.
- Saaty T.L., *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, 4922 Ellsworth Avenue, Pittsburgh, PA 15213, 1994.
- Saaty T.L., "Fundamentals of The Analytic Network Process", *Proceedings Of The 5th International Symposium On The Analytical Hierarchy Process (ISAHP)*, , August 12-14, 48-63, Kobe, 1999.
- Saaty T.L., "The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes: Applications to Decisions Under Risk", *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, Vol. 1, No. 1, (2008), 122-196.
- Saaty T.L., *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*, RWS Publications, 4922 Ellsworth Avenue Pittsburgh, PA 15213, 1996.
- Saaty T.L., *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, 1st ed., McGraw-Hill, New York, NY, 1980.

- Sağır M., Atlas M., Aras N. ve Kamışlı-Öztürk Z., (ed. Şenis B. F.), Yöneylem Araştırması-1, Anadolu Üniversitesi Yayın No. 2528, Açıköğretim Fakültesi Yayınları No. 1499, (2012), Eskişehir.
- Sanchez L.M. ve Nagi R., "A Review of Agile Manufacturing Systems", *International Journal of Production Research*, Vol. 39, No. 6, (2001), 3561-3600.
- Sanchez-Rodrigues V., "Supply Chain Management, Transport and the Environment - A Review", *Green Logistics Consortium Working Paper*, 2006.
- Sarkis J., "An Empirical Analysis of Productivity and Complexity for Flexible Manufacturing Systems", *International Journal of Production Economics*, Vol. 48, No. 1, (1997), 39-48.
- Sarkis J., "Benchmarking for Agility", *Benchmarking. An International Journal*, Vol. 8, No. 2, (2001), 88-107.
- Schmidt S., "Preventive Methods in Logistics Poka-Yoke and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)", *Acta Technica Corviniensis - Bulletin of Engineering*, Vol. 1, (2013), 27-30.
- Schroer B.J., "Simulation as A Tool in Understanding The Concepts of Lean Manufacturing", *Simulation*, Vol. 80, No. 3, (2004), 171-175.
- Selldin E. ve Olhager J., "Linking Products with Supply Chains: Testing Fisher's Model", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 12, No. 1, (2007), 42-51.
- Seth D. ve Gupta V., "Application of Value Stream Mapping for Lean Operations and Cycle Time Reduction: An Indian Case Study", *Production Planning & Control*, Vol. 16, No.1, (2005), 44-59.
- Seyed-Hosseini S.M., Safaei N. ve Asgharpour M. J., "Repriorization of Failures in A System Failure Mode and Effects Analysis by Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Technique", *Reliability Engineering&System Safety*, Vol. 91, No. 8, (2006), 872-881.
- Shafieezadeh M. ve Hajfataliha A., "A Conceptual Framework for Supply Chain Coordination in Fuzzy Environment", *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, Vol. 8, No. 2, (2009), 123-135.

- Shao X.-F. ve Ji J.-H., "Evaluation of Postponement Strategies in Mass Customization with Service Guarantees", *International Journal of Production Research*, Vol. 46, No. 1, (2008), 153-171.
- Sharifi H. ve Zhang Z., "Agile Manufacturing in Practice Application of A Methodology", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21, Nos. 5-6, (2001), 772-794.
- Sharifi H., Ismail H.S. ve Reid I., "Achieving Agility in Supply Chain through Simultaneous 'Design of' and 'Design for' Supply Chain", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17, No. 8, (2006), 1078-1098.
- Sharma S. ve Balan S., "An Integrative Supplier Selection Model Using Taguchi Loss Function, TOPSIS and Multi Criteria Goal Programming", *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 24, No. 6, (2013), 1123-1130.
- Shen Y.C., Lin G.T.R. ve Tzeng G.H., "Combined Dematel Techniques with Novel MCDM for The Organic Light Emitting Diode Technology Selection", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 3, (2011), 1468-1481.
- Shieh J.I., Wu H.H. ve Huang K.K., "A Dematel Method in Identifying Key Success Factors of Hospital Service Quality", *Knowledge-Based Systems*, Vol. 23, No. 3, (2010), 277-282.
- Simchi-Levi D., Kaminsky P. ve Simchi-Levi E., *Designing and Managing the Supply Chain Concepts, Strategies and Case Studies*, McGraw-Hill, 2003.
- Simons D. ve Zokaei K., "Application of Lean Paradigm in Red Meat Processing", *British Food Journal*, Vol. 107, Nos. 4-5, (2005), 192-211.
- Sofyalıoğlu Ç. ve Öztürk Ş., "Hedef Programlama ile Tedarik Zincirinde Dağıtım Planlaması ve Bütçe Ayırıştırması", *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, Vol. 6, No.2, (2013), 1-16.
- Stavroulaki E. ve Davis M., "Aligning Products with Supply Chain Processes and Strategy", *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 21, No. 1, (2010), 127-151.
- Stratton R. ve Warburton R.D.H., "The Strategic Integration of Agile and Lean Supply", *International Journal of Production Economics*, Vol. 85, No. 2, (2003), 183-198.

- Sumrit D. ve Anuntavoranich P., "Using Dematel Method to Analyze the Casual Relations on Technological Innovation Capability Evaluation Factors in Thai Technology-Based Firms", *International Transaction Journal of Engineering*, Vol. 4, No. 2, (2013), 81-103.
- Sun C.- C., "A Performance Evaluation Model by Integrating Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 12, (2010), 7745-7754.
- Swafford P.M., Ghosh S. ve Murthy N.N., "A Framework for Assessing Value Chain Agility", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 26, Nos. 1-2, (2006), 118-140.
- Tamiz, M., Jones, D. ve Romero, C., "Goal Programming for Decision Making: An Overview of The Current State-Of-The-Art", *European Journal Of Operational Research*, Vol. 111, No. 3, (1998), 569-581.
- Timor, M. "Yöneylem Araştırması ve İşletmecilik Uygulamaları", İstanbul Üniversitesi Rektörlük No: 4721, İşletme Fakültesi Yayın No: 280, İstanbul, 2001.
- Tiryaki F. ve Ahlatcıoğlu B., "Fuzzy Portfolio Selection Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process", *Information Sciences*, Vol. 179, Nos. 1-2, (2009), 53-69.
- Torfi F., Farahani R.Z. ve Rezapour S., "Fuzzy AHP to Determine the Relative Weights of Evaluation Criteria and Fuzzy TOPSIS to Rank the Alternatives", *Applied Soft Computing*, Vol. 10, No. 2, (2010), 520-528.
- Towill D. ve Christopher M., "The Supply Chain Strategy Conundrum: To Be Lean or Agile or to be Lean and Agile?", *International Journal of Logistics Research and Applications*, Vol. 5, No. 3, (2002), 299-309.
- Tsai W.H. ve Chou W.C., "Selecting Management Systems for Sustainable Development in Smes: A Novel Hybrid Model Based on Dematel, ANP and ZOGP", *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, No.2, (2009), 1444-1458.
- Tsai W.H., Chou W.C. ve Lai C.W., "An Effective Evaluation Model and Improvement Analysis for National Park Websites: A Case Study of Taiwan", *Tourism Management*, Vol. 31, No. 6, (2010a), 936-952.
- Tsai W.H., Leu J.D., Liu J.Y., Lin S.J. ve Shaw M.J., "A MCDM Approach for Sourcing Strategy Mix Decision in IT Projects", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 5, (2010b), 3870-3886.

- Tsai W.H., Hsu J.L., Chen C.H., Lin W.R. ve Chen S.P., "An Integrated Approach For Selecting Corporate Social Responsibility Programs and Costs Evaluation in The International Tourist Hotel", *International Journal of Hospitality Management*, Vol. 29, No. 3, (2010c), 385-396.
- Tsai W.H., Chou W.C. ve Leu J.D., "An Effectiveness Evaluation Model for The Web-Based Marketing of The Airline Industry", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 12, (2011), 15499-15516.
- Tsai W.H. ve Hsu J.L., "Corporate Social Responsibility Programs Choice and Costs Assessment in The Airline Industry - A Hybrid Model", *Journal of Air Transport Management*, Vol. 14, No. 4, (2008), 188-196.
- Tsai W.H. ve Hsu W., "A Novel Hybrid Model Based on Dematel and ANP for Selecting Cost of Quality Model Development", *Total Quality Management*, Vol. 21, No. 4, (2010), 439-456.
- Tsai W.H. ve Kuo H.C., "Entrepreneurship Policy Evaluation and Decision Analysis for SMEs", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 7, (2011), 8343-8351.
- Tseng M.L., "Application of ANP and Dematel to Evaluate The Decision Making of Municipal Solid Waste Management in Metro Manila", *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 156, Nos. 1-4, (2009), 181-197.
- Tseng M.L., "An Assessment of Cause and Effect Decision-Making Model for Firm Environmental Knowledge Management Capacities in Uncertainty", *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 161, Nos. 1-4, (2010a), 549-564.
- Tseng M.L., "Implementation and Performance Evaluation Using The Fuzzy Network Balanced Scorecard", *Computers&Education*, Vol. 55, No. 1, (2010b), 188-201.
- Tseng M.L., "Using A Hybrid MCDM Model To Evaluate Firm Environmental Knowledge Management in Uncertainty", *Applied Soft Computing*, Vol. 11, No. 1, (2011), 1340-1352.
- Tseng M.L. ve Lin Y.H., "Application of Fuzzy Dematel To Develop A Cause And Effect Model of Municipal Solid Waste Management in Metro Manila", *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 158, Nos. 1-4, (2009), 519-533.

- Tzeng G.H. ve Huang C.Y., "Combined Dematel Technique with Hybrid MCDM Methods for Creating The Aspired Intelligent Global Manufacturing & Logistics Systems", *Annals of Operations Research*, Vol. 197, No. 1, (2012), 159-190.
- Tzeng G.H., Chiang C.H. ve Li C.W., "Evaluating Intertwined Effects in E-Learning Programs: A Novel Hybrid MCDM Model Based on Factor Analysis and Dematel", *Expert Systems with Applications*, Vol. 32, No. 4, (2007), 1028-1044.
- Van Assen M.F., Hans E.W. ve van de Velde S.L., "An Agile Planning and Control Framework for Customer-Order Driven Discrete Parts Manufacturing Environments", *International Journal of Agile Management Systems*, Vol. 2, No.1, (2000), 16-23.
- Van Donk D.P., "Customer-Driven Manufacturing in the Food Processing Industry", *British Food Journal*, Vol. 102, No. 10, (2000), 739- 747.
- Van Donk D.P., "Make to Stock or Make to Order: The Decoupling Point in the Food Processing Industries", *International Journal of Production Economics*, Vol. 69, No. 3, (2001), 297-306.
- Van Hoek R.I., "The Thesis of Leagility Revised", *International Journal of Agile Management Systems*, Vol. 2, No. 3, (2000), 196-201.
- Van Hoek R.I., "The Rediscovery of Postponement a Literature Review and Directions for Research", *Journal of Operations Management*, Vol. 19, No. 2, (2001), 161-184.
- Van Hoek R.I., Harrison A. ve Christopher M., "Measuring Agility Capabilities in The Supply Chain", *International Journal of Operations&Production Management*, Vol. 21, Nos.1-2, (2001), 126-147.
- Vazquez-Bustelo D., Avella L. ve Fernandez E., "Agility Drivers, Enablers and Outcomes Empirical Test of an Integrated Agile Manufacturing Model", *International Journal of Operations & Production Management*", Vol. 27, No. 12, (2007), 1303-1332.
- Vinodh S., Sundararaj G. ve Devadasan S.R., "Total Agile Design System Model via Literature Exploration", *International Management&Data Systems*, Vol. 109, No. 4, (2009), 570-588.
- Vinodh S., Varadharajan A.R. ve Subramanian A., "Application of Fuzzy VIKOR for Concept Selection in An Agile Environment" *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 65, Nos. 5-8, (2013), 825-832.

- Vonderembse M.A., Uppal M., Huang S.H. ve Dismukes J.P., "Designing Supply Chains: Towards Theory Development", *International Journal of Production Economics*, Vol. 100, No. 2, (2006), 223-238.
- Vujanovic D., Momcilovic V., Bojovic N. ve Pasic V., "Evaluation of Vehicle Fleet Maintenance Management Indicators by Application of Dematel and ANP", *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, No. 12, (2012), 10552-10563.
- Wadhwa S., Mishra M. ve Saxena A., "A Network Approach for Modeling and Design of Agile Supply Chains Using A Flexibility Construct", *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, Vol. 19, No. 4, (2007), 410-442.
- Wang T.C., "The Interactive Trade Decision-Making Research: An Application Case of Novel Hybrid MCDM Model", *Economic Modelling*, Vol. 29, No. 3, (2012), 926-935.
- Wang G., Huang S.H. ve Dismukes J.P., "Product-Driven Supply Chain Selection Using Integrated Multi-Criteria Decision-Making Methodology", *International Journal of Production Economics*, Vol. 91, No. 1, (2004), 1-15.
- Wang T.-C. ve Chang T.-H., "Application of TOPSIS in Evaluating Initial Training Aircraft under a Fuzzy Environment", *Expert Systems with Applications*, Vol. 33, No. 4, (2007), 870-880.
- Wei W.L. ve Chang W.C., "Analytic Network Process-Based Model for Selecting An Optimal Product Design Solution with Zero-One Goal Programming", *Journal of Engineering Design*, Vol. 19, No.1, (2008), 15-44.
- Wang Y.L. ve Tzeng G.H., "Brand Marketing for Creating Brand Value Based on A MCDM Model Combining Dematel with ANP and VIKOR Methods", *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, No. 5, (2012), 5600-5615.
- Wey W.M. ve Wu K.Y., "Using ANP Priorities with Goal Programming in Resource Allocation in Transportation", *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 46, Nos. 7-8, (2007), 985-1000.
- Wikner J. ve Rudberg M., "Integrating Production and Engineering Perspectives on The Customer Order Decoupling Point", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, No. 7, (2005), 623-641.

- Womack J.P. ve Jones D.T., *Yalın Düşünce İsrafi Yok Edin ve Şirketinizde Zenginlik Yarattın*, Şirket Kültürü Dizisi, Vol.163, Sistem Yayıncılık, 1996.
- Womack J.P., Jones D.T. ve Roos D., *The Machine That Changed The World*, Rawson Associates, New York, 1990.
- Wong C.Y., Arlbjorn J.S., Hvolby H.-H. ve Johansen J., "Assessing Responsiveness of A Volatile and Seasonal Supply Chain: A Case Study", *International Journal of Production Economics*, Vol. 104, No. 2, (2006), 709-721.
- Wu W.W., "Choosing Knowledge Management Strategies By Using A Combined ANP and DEMATEL Approach", *Expert Systems with Applications*, Vol. 35, No. 3, (2008), 828-835.
- Wu W.W. ve Lee Y.T., "Developing Global Managers' Competencies Using The Fuzzy Dematel Method", *Expert Systems with Applications*, Vol. 32, No. 2, (2007), 499-507.
- Wu M., Ma F., Yang H. ve Sun B., "Study on the Customer Order Decoupling Point Position Base on Profit", *IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*, Vol. 1, 44-47, Beijing, 2008.
- Wu W.H., Lin C.T. ve Peng K.H., "Determination of a Hospital Management Policy Using Conjoint Analysis in the Analytic Network Process", *Quality & Quantity*, Vol. 43, No. 1, (2009), 145-154.
- Wu H.H., Chen H.K. ve Shieh J.I., "Evaluating Performance Criteria of Employment Service Outreach Program Personnel by Dematel Method", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 7, (2010), 5219-5223.
- Wu H.Y., Lin Y.K. ve Chang C.H., "Performance Evaluation of Extension Education Centers in Universities Based on The Balanced Scorecard", *Evaluation and Program Planning*, Vol. 34, No. 1, (2011), 37-50.
- Xing B., Bright G., Tale N.S. ve Potgieter J., "Reconfigurable Manufacturing System for Agile Mass Customization Manufacturing", in *The Proceedings of 22. International Conference on CAD/CAM Robotics and Factories of Future*, 473-482, India, 2006.
- Xu X.-G., "Position of Customer Order Decoupling Point in Mass Customization", *Proceedings of the Sixth International Conference on Machine Learning and Cyberntics*, 302-307, Hong Kong, 2007.

- Yang Y.P.O., Shieh H.M. ve Tzeng G.H., "A VIKOR Technique Based on Dematel and ANP for Information Security Risk Control Assessment", *Information Sciences*, Vol. 232, (2013), 482-500.
- Yang J.L. ve Tzeng G.H., "An Integrated MCDM Technique Combined with Dematel for A Novel Cluster-Weighted with ANP Method", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 3, (2011), 1417-1424.
- Yang Y.P.O., Shieh H.M. ve Tzeng G.H., "A VIKOR Technique Based on Dematel and ANP for Information Security Risk Control Assessment", *Information Sciences*, Vol. 232, (2013), 482-500.
- Yılmaz B. ve Dağdeviren M., "A Combined Approach for Equipment Selection: F-Promethee Method and Zero-One Goal Programming", *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 9, (2011), 11641-11650.
- Yin Y. ve Yasuda K., "Similarity Coefficient Methods Applied to The Cell Formation Problem: A Comparative Investigation", *Computers&Industrial Engineering*, Vol. 48, (2005) 471-489.
- Yu R. ve Tzeng G.H., "A Soft Computing Method for Multi-Criteria Decision Making with Dependence and Feedback", *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 180, No. 1, (2006), 63-75.
- Yusuf Y.Y., Sarhadi M. ve Gunasekaran A., "Agile Manufacturing: The Drivers, Concepts and Attributes", *International Journal of Production Economics*, Vol. 62, Nos. 1-2, (1999), 33-43.
- Yusuf Y.Y. ve Adeleye E.O., "A Comparative Study of Lean and Agile Manufacturing with a Related Survey of Current Practices in the UK", *International Journal of Production Research*, Vol. 40, No. 2, (2002), 4545-4562.
- Yüksel İ. ve Dağdeviren M., "Using The Fuzzy Analytic Network Process (ANP) for Balanced Scorecard (BSC): A Case Study for A Manufacturing Firm", *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 2, (2010), 1270-1278.
- Zadeh L. A., "Fuzzy Sets", *Information Control*, Vol. 8, No. 3, (1965), 338-353.

- Zaerpour N., Rabbani M., Gharehgozli A.H. ve Tavakkoli-Moghaddam R., "A Comprehensive Decision Making Structure for Partitioning of Make-to-Order, Make-to-Stock and Hybrid Products", *Soft Computing*, Vol. 13, No. 11, (2009), 1035-1054.
- Zhang Z. ve Sharifi H., "A Methodology for Achieving Agility in Manufacturing Organisations", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20, No. 4, (2000), 496-512.
- Zhou Q., Huang W. ve Zhang Y., "Identifying Critical Success Factors in Emergency Management Using A Fuzzy Dematel Method", *Safety Science*, Vol. 49, No. 2, (2011), 243-252.
- Zsifkovits H.E. ve Engelhardt-Nowitzki C., "An Analysis of Frameworks for Measuring Supply Chain Agility", in *Proceedings of Agile Manufacturing 2007, IET International Conference on Agile Manufacturing* 87-95.

EK 1- Ürünlerin Talep Matrisi

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48				
1	-	0.8	1.0	0.3	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8	1.0	0.8	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	0.9	0.7	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	
2	0.8	-	0.8	0.1	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	1.0	0.8	0.9	0.9	0.9	0.7	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.6	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9		
3	1.0	0.8	-	0.3	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7
4	0.3	0.1	0.3	-	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.5	0.2	0.1	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	
5	0.9	0.9	0.9	0.2	-	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	0.7	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	
6	0.9	0.9	0.9	0.2	1.0	-	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	0.7	0.9	0.9	0.7	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8		
7	0.9	0.8	1.0	0.3	1.0	1.0	-	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.7		
8	0.9	0.9	0.9	0.2	1.0	1.0	1.0	-	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	
9	1.0	0.8	1.0	0.3	0.9	0.9	1.0	0.9	-	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.7	0.7	
10	0.8	0.9	0.9	0.2	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	-	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	1.0	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.6	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8			
11	1.0	0.8	1.0	0.3	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	-	0.9	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.7	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8			
12	0.8	0.9	0.9	0.2	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	-	0.9	0.8	1.0	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8			
13	0.8	1.0	0.8	0.1	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	-	0.8	0.9	0.9	0.7	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.8	0.9	0.8	1.0	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.6	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9			
14	1.0	0.8	1.0	0.3	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8	1.0	0.8	0.8	-	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	1.0	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8		
15	0.9	0.9	0.9	0.2	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	-	1.0	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8				
16	0.9	0.9	0.9	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-	1.0	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8					
17	0.9	0.9	0.9	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	-	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8		
18	0.9	0.7	0.9	0.4	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	-	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.7	1.0	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.6	0.6	
19	0.9	0.9	0.9	0.2	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8				
20	0.8	0.9	0.9	0.2	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.8	1.0	0.9	0.8	1.0	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8				
21	0.8	1.0	0.8	0.1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0	0.8	1.0	1.0	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.7	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.6	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8				
22	0.9	0.9	0.9	0.2	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8					
23	0.8	1.0	0.8	0.1	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.7	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.6	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8					
24	0.9	0.9	1.0	0.3	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.6	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8				
25	0.8	0.9	0.9	0.2	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8				
26	1.0	0.8	1.0	0.3	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8				
27	0.8	1.0	0.9	0.1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8	1.0	1.0	0.8	1.0	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.7	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8				
28	0.8	1.0	0.8	0.1	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8	1.0	1.0	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9	0.7	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.7	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8					
29	0.9	0.7	0.9	0.4	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	1.0	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.6	0.6				
30	0.9	0.9	0.9	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8					
31	0.7																																																		

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48					
44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
48	0.2	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.2	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
44	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3				
45	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3		
46	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
47	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
48	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	42	44	45					
44	1	1	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
45	1	0	0	0	1	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	1	0	0	0	1	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48		
44	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	-	0.4	0.3	0.3	0.5	
45	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	-	0.8	0.8	0.6	
46	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.8	-	0.8	0.5
47	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.8	0.8	-	0.5
48	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	-

Adım	Benzerlik seviyesi	Ürün Aileleri	ÜA Sayısı
25	0.808	(1), (2), (3-5-6), (4), (7-8), (9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19), (20-21-22-23), (24-25-26-27), (28-29), (30), (31), (32), (33-34-35), (36), (37-38-39), (40-41), (42), (43), (44), (45), (46), (47), (48)	24
26	0.795	(1), (2), (3-5-6), (4), (7-8), (9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19), (20-21-22-23), (24-25-26-27), (28-29), (30), (31), (32), (33-34-35), (36), (37-38-39), (40-41), (42), (43), (44), (45-46), (47), (48)	23
27	0.765	(1), (2), (3-5-6), (4), (7-8), (9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19), (20-21-22-23), (24-25-26-27), (28-29), (30), (31), (32), (33-34-35), (36), (37-38-39), (40-41), (42), (43), (44), (45-46-47), (48)	22
28	0.760	(1), (2), (3-5-6), (4), (7-8), (9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19), (20-21-22-23), (24-25-26-27), (28-29), (30), (31-32), (33-34-35), (36), (37-38-39), (40-41), (42), (43), (44), (45-46-47), (48)	21
29	0.759	(1), (2), (3-4-5-6), (7-8), (9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19), (20-21-22-23), (24-25-26-27), (28-29), (30), (31-32), (33-34-35), (36), (37-38-39), (40-41), (42), (43), (44), (45-46-47), (48)	20
30	0.744	(1-30), (2), (3-4-5-6), (7-8), (9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19), (20-21-22-23), (24-25-26-27), (28-29), (31-32), (33-34-35), (36), (37-38-39), (40-41), (42), (43), (44), (45-46-47), (48)	19
31	0.716	(1-30), (2), (3-4-5-6), (7-8), (9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19), (20-21-22-23), (24-25-26-27), (28-29), (31-32), (33-34-35), (36), (37-38-39-40-41), (42), (43), (44), (45-46-47), (48)	18
32	0.695	(1-30), (2), (3-4-5-6-7-8), (9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19), (20-21-22-23), (24-25-26-27), (28-29), (31-32), (33-34-35), (36), (37-38-39-40-41), (42), (43), (44), (45-46-47), (48)	17
33	0.692	(2), (3-4-5-6-7-8), (9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19), (1-20-21-22-23-30), (24-25-26-27), (28-29), (31-32), (33-34-35), (36), (37-38-39-40-41), (42), (43), (44), (45-46-47), (48)	16
34	0.679	(3-4-5-6-7-8), (2-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19), (1-20-21-22-23-30), (24-25-26-27), (28-29), (31-32), (33-34-35), (36), (37-38-39-40-41), (42), (43), (44), (45-46-47), (48)	15
35	0.674	(3-4-5-6-7-8), (2-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19-36), (1-20-21-22-23-30), (24-25-26-27), (28-29), (31-32), (33-34-35), (37-38-39-40-41), (42), (43), (44), (45-46-47), (48)	14
36	0.658	(3-4-5-6-7-8), (2-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19-36), (1-20-21-22-23-30-37-38-39-40-41), (24-25-26-27), (28-29), (31-32), (33-34-35), (42), (43), (44), (45-46-47), (48)	13
37	0.623	(3-4-5-6-7-8), (2-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (19-36), (1-20-21-22-23-30-37-38-39-40-41), (24-25-26-27), (28-29), (31-32), (33-34-35), (42), (43), (44), (45-46-47-48)	12
38	0.621	(3-4-5-6-7-8), (2-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (1-19-20-21-22-23-30-36-37-38-39-40-41), (24-25-26-27), (28-29), (31-32), (33-34-35), (42), (43), (44), (45-46-47-48)	11
39	0.617	(3-4-5-6-7-8), (2-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (1-19-20-21-22-23-30-36-37-38-39-40-41), (24-25-26-27), (28-29), (31-32-33-34-35), (42), (43), (44), (45-46-47-48)	10
40	0.579	(3-4-5-6-7-8), (2-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (1-19-20-21-22-23-30-36-37-38-39-40-41-43), (24-25-26-27), (28-29), (31-32-33-34-35), (42), (44), (45-46-47-48)	9
41	0.566	(3-4-5-6-7-8), (2-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18), (1-19-20-21-22-23-30-36-37-38-39-40-41-43), (24-25-26-27-31-32-33-34-35), (28-29), (42), (44), (45-46-47-48)	8
42	0.555	(3-4-5-6-7-8), (1-2-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-30-36-37-38-39-40-41-43), (24-25-26-27-31-32-33-34-35), (28-29), (42), (44), (45-46-47-48)	7
43	0.549	(3-4-5-6-7-8-24-25-26-27-31-32-33-34-35), (1-2-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-30-36-37-38-39-40-41-43), (28-29), (42), (44), (45-46-47-48)	6
44	0.528	(3-4-5-6-7-8-24-25-26-27-28-29-31-32-33-34-35), (1-2-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-30-36-37-38-39-40-41-43), (42), (44), (45-46-47-48)	5
45	0.508	(1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-43), (42), (44), (45-46-47-48)	4
46	0.469	(1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-43), (42), (44-45-46-47-48)	3
47	0.458	(1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43), (44-45-46-47-48)	2
48	0.425	(1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48)	1

Ö Z G E Ç M İ Ş

Adı ve SOYADI : Hande ERDOĞAN AKTAN

Doğum Tarihi ve Yeri : 29.10.1977, Ankara

Medeni Durumu : Evli

Eğitim Durumu

Mezun Olduğu Lise : Karadeniz Ereğli Lisesi, 1995.

Lisans Diploması : Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 1999.

Yüksek Lisans Diploması : Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 2002.

Tez Konusu : Bütünleşik Üretim Sistemlerinde Bakım Yönetim Sistemlerinin İncelenmesi ve Üretim Sektöründe Bir İşletmeye Uygulanması

Doktora Diploması : Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, 2014.

Yabancı Dil / Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetler

- Makaleler**
- Erdoğan-Aktan H., Kaya-Samut P. (2013), Agricultural Performance Evaluation bu Integrating Fuzzy AHP and VIKOR Methods, *International Journal of Applied Decision Sciences*, Vol.6, No.4, 324-344.
 - Erdoğan-Aktan H., Tosun Ö. (2013), An Integrated Fuzzy AHP-Fuzzy TOPSIS Approach for AS/RS Selection, *International Journal of Productivity and Quality Management*, Vol.11, No.2, 228-245.
 - Erdoğan-Aktan H., Kaya-Samut P. (2013), Analysis of the Efficiency Determinants of Turkey's Agriculture Sector by Two-Stage DEA, *Ege Akademik Bakış*, Vol.13, No.1, 21-28.
 - Kaya P., Erdoğan-Aktan H. (2011), Türk Tarım Sektörü Verimliliğinin Parametrik Olmayan Bir Yöntemle Analizi, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, Vol.3, No.1, 261-282.
 - Tosun Ö., Erdoğan-Aktan H. (2010), SSK Hastanelerinin Sağlık Bakanlığı'na Devrinin Hastane Verimlilikleri Üzerine Etkileri, *Tisk Akademi*, Vol.5, No. 10, 112-129.
 - Er H., Erdoğan-Aktan H. (2009), Performance of Portfolio Insurance Strategies: Evidence from Turkey, *International Journal of Economics and Finance*, Vol.1, No.2, 35-44.

- Bildiriler**
- Akyüz G., Erdoğan-Aktan H. (2013), Bütünleştirilmiş Bulanık AHP ve Bulanık TODIM Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi, 13. Üretim Araştırmaları Sempozyumu ÜAS2013, 377-388, 25-27 Eylül 2013, Sakarya.
 - Atılğan-İnan E., Akıncı S., Büyükküpçü A., Erdoğan-Aktan H. (2009), A Descriptive Study of Determinants Concerning Physician Preference of Pharmaceutical Marketing, *International Conference on Market, Marketing and Entrepreneurship: Creating&Capturing Value in the 21th century*, 828-836, 6-9 April 2009, Antalya.
 - Erdoğan-Aktan H., Tosun Ö. (2008), Using DEA and Malmquist Index to Compare Hospital Productivity Changes in Antalya, *International Conference on Social Sciences*, 169-182, 21-22 August 2008, İzmir.

İş Denevimi

Çalıştığı Kurumlar

- Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya, Araştırma Görevlisi (Şubat 2009- Haziran 2014)
- Maquet Cardiopulmonary Medikal Teknik Sanayi Ltd. Şti., Antalya, Üretim Planlama ve Lojistik Uzmanı (Mayıs 2007-Şubat 2009)
- Beko Elektronik A.Ş., İstanbul, Ürün Deneme Takım Lideri (Eylül 2004-Aralık 2006).
- Beko Elektronik A.Ş., İstanbul, Üretim Mühendisi (Mayıs 200-Eylül 2004).

E-Posta

: handeaktan@akdeniz.edu.tr