KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANALİTİK AĞ SÜRECİ, AKSİYOMATİK TASARIM VE AĞIRLIKLANDIRILMIŞ AKSİYOMATİK TASARIM YAKLAŞIMLARI İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

YÜKSEK LİSANS

Endüstri Müh. Sevgi ALKAN

Anabilim Dalı: Endüstri Mühendisliği

Danışman: Prof. Dr. Zerrin ALADAĞ

KOCAELİ, 2009

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANALİTİK AĞ SÜRECİ, AKSİYOMATİK TASARIM VE AĞIRLIKLANDIRILMIŞ AKSİYOMATİK TASARIM YAKLAŞIMLARI İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Müh. Sevgi ALKAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 11 Haziran 2009

Tezin Savunulduğu Tarih: 29 Haziran 2009

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Zerrin ALADAĞ

(.....)

Üye

Doç. Dr. Y. Esra ALBAYRAK

(.....)

Üye

Yrd. Doç. Dr. Gülşen AKMAN

(.....)

KOCAELİ, 2009

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Günümüz piyasa koşulları altında işletmelerin pazardaki rekabet güçlerini koruyabilmesi, süreçlerini yönetebilmesi ve varlıklarını sürdürebilmesi müşteriyi iyi anlayıp tedarik yapılarını iyi yönetebilmelerine bağlıdır. Ürün ömrünün kısalması, işletmelerin verimli ve etkin çalışma zorunluluğu işletmeleri hızlı çalışma ve çabuk karar verme durumları ile karşı karşıya getirmektedir. Bu bağlamda işletmeler açısından tedarikçilerin rolü her geçen gün önem kazanmaktadır. Doğru tedarikçiler ile çalışmanın işletmeye sağlayacağı avantajlı konum nedeniyle geçmişten günümüze kadar birçok farklı yöntemle tedarikçiler değerlendirmeye çalışılmış, günümüzde halen yeni değerlendirme yöntemi arayışları sürmektedir.

Bu çalışmada otomotiv iç dekorasyon sektöründe faaliyet gösteren bir firma için tedarikçi değerlendirme süreci üç farklı yöntem kullanılarak değerlendirilmiştir. Çözüm süreci, belirlenen ölçütler ışığında Analitik Ağ Süreci (A.A.S.), Aksiyomatik Tasarım (A.T.) ve Ağırlıklandırılmış Aksiyomatik Tasarım yöntemleri ile ele alınmıştır.

Bu tez çalışmasında beni her konuda destekleyen danışman hocam Prof. Dr. Zerrin ALADAĞ'a, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak en zor anlarımda manevi destek sağlayan Arş. Gör. Yıldız YULUĞKURAL'a, çalışmalarım boyunca yanımda olan arkadaşım İlker PARILTAN'a, çalışmamın her aşamasında bilgi ve fikirleri ile beni destekleyen sevgili eşim Arş. Gör. Atakan ALKAN'a ve maddi, manevi desteklerini benden esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

Sevgi ALKAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR……..... i
İÇİNDEKİLER……... ii
ŞEKİLLER DİZİNİ……..... iv
TABLOLAR DİZİNİ……. v
SİMGELER ……..... vi
ÖZET…….. vii
İNGİLİZCE ÖZET..……...viii
1. GİRİŞ……. 1
2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİM SİSTEMİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİ……... 3
2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi……..... 3
2.1.1. Tedarik zinciri yönetiminin amaçları……... 9
2.1.2. Tedarik zinciri yönetiminin yapısı……... 10
2.1.2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçleri……... 10
2.1.3. Tedarik zinciri yönetiminin sağladığı faydalar……..... 12
2.1.4. Tedarik zinciri yönetiminin işletmelerdeki önemi……... 15
2.1.5. Tedarik zinciri yönetiminin fonksiyonları…..……. 16
2.2. Tedarikçi Seçimi……..... 17
2.3. Tedarikçi Seçiminde Uygulanan Model Yapıları……..... 22
3. ANALİTİK AĞ SÜRECİ (A.A.S.) YAKLAŞIMI……. 25
3.1. Genel Tanım……..... 25
3.2. Ağ Yapısı……. 26
3.3. Kontrol Hiyerarşisi…….. 27
3.4. Yapılardaki Varlıkların Karşılaştırılması……..... 29
3.4.1. Göreli karşılaştırma…….. 30
3.4.2. Mutlak karşılaştırma……. 30
3.5. Üstünlüklerin Belirlenmesi……. 31
3.5.1. Tutarlılık……... 31
3.6. AAS Yönteminde Nihai Çözüm……. 33
4. AKSİYOMATİK TASARIM (A.T.) YÖNTEMİ……...……... 38
4.1. Aksiyomatik Tasarım Yönteminin Amacı…….. 38
4.2. Algoritmik Yöntemlere Karşı Aksiyomatik Tasarım Yöntemi……..... 40
4.3. Aksiyomatik Tasarım Prensipleri……... 41
4.3.1. Aksiyomatik tasarım terimleri…….. 41
4.3.2. Tasarımın fonksiyonel ihtiyaçları……. 42
4.3.3. Tasarım kısıtları……..... 43
4.3.4. Bilgi sahaları ve haritalandırma……..... 43
4.3.5. Tasarımın zikzak ile ayrıştırılması……..... 45
4.3.6. Tasarım aksiyomları……. 46
4.3.7. Tasarım sonuçları……. 47
4.3.8. Tasarım teoremleri……..... 49
4.4. Tasarım Matrislerinin Tanımlanması…….. 50

4.4.1. Ayrık tasarım……... 51
4.4.2. Bağlı tasarım…… 52
4.4.3. Ayrılmış tasarım……... 53
4.5. Aksiyomatik Tasarım Yönteminde Aksiyomlar……..…… 54
4.5.1. Bağımsızlık aksiyomu…….. 54
4.5.2. Bilgi aksiyomu……. 55
5. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI……. 59
5.1. Sorunun Çözümünde AAS Yöntemi Kullanılan Çalışmalar……..... 59
5.2. Sorunun Çözümünde AT Yöntemi Kullanılan Çalışmalar……. 67
6. UYGULAMA: ANALİTİK AĞ SÜRECİ, AKSİYOMATİK TASARIM VE AĞIRLIKLANDIRILMIŞ AKSİYOMATİK TASARIM YAKLAŞIMLARI İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ…… 77
6.1. A.A.S. Yaklaşımıyla Tedarikçi Seçimi……..... 80
6.2. A.T. Yaklaşımıyla Tedarikçi Seçimi……..... 83
6.3. Ağırlıklandırılmış A.T. Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi……..... 88
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....……..... 91
KAYNAKLAR..... 94
EKLER…….....100
ÖZGEÇMİŞ.....102

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Tedarik zinciri örneği…….. 5
Şekil 2.2: Tedarik zinciri yapısı……..... 6
Şekil 2.3: Tek safhalı tedarik zinciri…… 8
Şekil 2.4: Çok safhalı tedarik zinciri…… 8
Şekil 2.5: Tedarik zincirinin yapısal boyutu…… 9
Şekil 2.6: Tedarik zinciri yönetimi yapısının temel elemanları…….....10
Şekil 2.7: Tedarik zinciri yönetiminin fonksiyonları…….....17
Şekil 2.8: Bir iş ortamındaki akışlar…… 17
Şekil 2.9: Gelişmelerin ilk satın alma kararlarına etkisi……..23
Şekil 3.1: Geri bildirim ağı…….. 26
Şekil 3.2: Kontrol hiyerarşisi……... 28
Şekil 3.3: Supermatris……34
Şekil 3.4: W_{iJ} blok matrisi……..34
Şekil 4.1: Tasarım için bilgi sahaları……..... 44
Şekil 4.2: Zikzak ile ayrıştırma……46
Şekil 4.3: Sonuçların aksiyomlarla ilişkisi…….....48
Şekil 4.4: Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve F.İ.'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu…….. 56
Şekil 4.5: Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve F.İ.'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu……... 57
Şekil 6.1: Tedarik Seçimi için A.A.S. modeli……..82

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1: Ölçüm skalası……... 30
Tablo 3.2: Tesadüfi rassal indeks…….. 32
Tablo 4.1: Farklı tasarım alanları (üretim, malzeme, yazılım, organizasyon ve sistemler) için bilgi sahaları……...……... 45
Tablo 6.1: A.A.S. yaklaşımı ile edilen tedarikçi ağırlıkları……... 83
Tablo 6.2: Sayısal olmayan ölçütler için değerlendirme skalası……... 84
Tablo 6.3: Tedarikçi seçimi için tasarım aralıkları (kısıtlar)……. 84
Tablo 6.4: Tedarikçi firmalar için sistem aralıkları……... 85
Tablo 6.5: Tedarikçi firmalar için bilgi içeriği sonuçları…….. 87
Tablo 6.6: Ölçütler için ağırlık değerleri……... 88
Tablo 6.7: Tedarikçi firmalar için ağırlıklandırılmış A.T. yaklaşımı bilgi içeriği sonuçları……... 90
Tablo 7.1: A.A.S., A.T., Ağırlıklandırılmış A.T. yaklaşımları ile elde edilen sonuçlar……..... 92

SEMBOLLER

A. : Alan
C.I. : Tutarlılık İndeksi
C.R. : Tutarlılık Oranı
F.İ. : Fonksiyonel İhtiyaçlar
I. : Bilgi içeriği
P. : Fonksiyonel ihtiyacı gerçekleştirme olasılığı
R.I : Rassal İndeks
S.D. : Süreç Değişkenleri
T.P. : Tasarım Parametresi
T.A. : Tasarım Aralığı
w : Özvektör
W : Süpermatris
n : Matris Boyutu

λ : Özdeğer

Alt İndeksler

O.A. : Ortak Alan
S.A. : Sistem Aralığı

Kısaltmalar

A.A.S. : Analitik Ağ Süreci
A.C. : Alınan Cezalar
A.H.S. : Analitik Hiyerarşi Süreci
A.T. : Aksiyomatik Tasarım
B.O.C.R.: Benefit, Opportunity, Cost, Risk
D.P. : Tasarım Parametresi
E.K. : Ekonomik Koşullar
F.F.D. : Firmanın Fiyatının Değişkenliği
F.R. : Fonksiyonel İhtiyaçlar
H.K. : Hammadde Kalitesi
İ. : İşçilik
K.F.Y. : Kalite Fonksiyon Yayılımı
K.Y. : Kurumsal Yapı
L.K. : Lojistik Konum
P.R.K. : Piyasa Rekabet Koşulları
S.D. : Süreç Değişkenleri
Ü.B.F. : Ürün Birim Fiyatı
Ü.H.V. : Ürün Değişimine Hızlı Yanıt Verebilme
V.Z.A. : Veri Zarflama Analizi

ANALİTİK AĞ SÜRECİ, AKSİYOMATİK TASARIM VE AĞIRLIKLANDIRILMIŞ AKSİYOMATİK TASARIM YAKLAŞIMLARI İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Sevgi ALKAN

Anahtar Kelimeler: Aksiyomatik Tasarım, Analitik Ağ Süreci, Tedarikçi Seçimi

Özet: Günümüzün rekabet koşullarında işletmeler, sürekli olarak pazar paylarını arttırmaya çalışırken diğer taraftan da ürün maliyetlerini düşürmeyi hedeflemektedirler. Ürün maliyeti üzerinde ham madde ve malzeme maliyetinin önemli katkısı mevcuttur. Bu durumda satın alma bölümü maliyetleri düşürmek ve beklentileri karşılayan ham madde ve malzemenin teminini sağlamak gibi önemli sorunlarla karşı karşıya gelir. Müşterilerin isteklerinin büyük önem taşıdığı mevcut rekabetçi pazar ortamında, işletmeler müşterilerin taleplerini karşılarken tedarikçilerinden destek alabilmektedir. Uygun tedarikçiler ile çalışmak, işletmenin rekabet edebilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir. İşletmeler müşterilerin taleplerinin yerine getirilmesinde, tedarikçilerin desteğini alabilmek için tedarikçileriyle daha iyi ve yakın ilişkiler geliştirmelidirler. Genel olarak tedarikçi seçimi problemi karmaşık problemler sınıfında yer almaktadır.

Bu çalışmada otomotiv sektöründe iç dekorasyon imalatı yapan bir firmada tedarikçi değerlendirme ve seçim problemi ele alınmıştır. Problemin çözümü için çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden Analitik Ağ Süreci (A.A.S.) ve Aksiyomatik Tasarım (A.T.) yöntemleri kullanılmıştır. Öncelikle işletme için en uygun tedarikçinin seçimi A.A.S. yöntemiyle ele alınmıştır. Daha sonra A.T. yönteminin bilgi aksiyomuna dayanarak tedarikçiler arasından minimum bilgiye sahip olan tedarikçi seçilmiştir. Son olarak A.A.S. yaklaşımıyla elde edilen ölçüt ağırlıklarının kullanılmasıyla Ağırlıklandırılmış A.T. yaklaşımı ile yeni çözüm gerçekleştirilmiştir.

A SUPPLIER SELECTION PROBLEM WITH ANALYTIC NETWORK PROCESS, AXIOMATIC DESIGN AND WEIGHTED AXIOMATIC DESIGN APPROACHES

Sevgi ALKAN

Key Words: Axiomatic Design, Analytic Network Process, Supplier Selection

Abstract: On the one hand firms try to increase their market share under recent conditions of competition; on the other hand they aim to decrease the cost of production. The cost of raw material and other materials used for production have contributed toward the costs of production. Under the circumstances, purchase departments face significant issues such as how to decrease costs and provide raw material and other materials satisfying customer expectations. Firms can receive support from their supplier to meet customer demand, which is critically important in current competitive market conditions. Working with an appropriate supplier significantly affects the competitiveness of the firm. Firms have to have closer and better relationships with their supplier in order to receive the necessary support from the supplier and meet the customer demand. Generally supplier selection problems are classified as complex problems.

In this study, the supplier evaluation and selection problem of a firm manufacturing 'a full interior trim part' for the automotive industry is investigated, and a solution is proposed. In order to solve the problem Axiomatic Design (A.D.) and Analytic Network Process (A.N.P.), the Multi Criteria Decision Making methods, has been used. The most appropriate supplier selection for the firm considered on a preferential basis with the A.N.P. After having minimum information supplier among the alternative supplier firms based on minimum information axiom of A.D. has been selected. Finally, a new solution has been realized with weighted A.D. approach that criteria weights has been handled with A.N.P. approach.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Hızla gelişen dünyada, değişen teknoloji ve globalleşme neticesinde işletmelerin zorlu rekabet şartlarına karşı tek başlarına ayakta kalabilmeleri ve varlıklarını sürdürebilmeleri imkansız hale gelmiştir. İşletmelerin fark yaratabilmesi, değişen yönetim anlayışına hızla uyum sağlaması ve iş süreçlerine bu yeniliği yansıtarak mümkün olmaktadır. Bu doğrultuda işletmeler yenilikleri iş süreçlerine yansıtırken hızlı ve doğru kararlar alabilmek için karmaşık yapı içersinde zor kararlar ile yüz yüze kalmaktadırlar. Bu zorlu süreçte müşteri istek ve beklentileri de hızla değişim göstermektedir. Bu değişimin işletmeler tarafından doğru bir şekilde anlaşılıp, buna uygun bir şekilde üretimin ihtiyaç duyduğu koşulların sağlanması, gerçekleştirilen üretimin bir an önce pazarlara ulaştırılması da ayrıca bir zorluk getirmektedir.

Günümüzün koşulları altında, işletmeler yaşamlarını sürdürebilmek ve rekabet avantajı yakalamak amacıyla işletmeler arası işbirliğinin önemini kavramıştır. Hem müşterileri ile hem de tedarikçileri ile karşılıklı menfaatlerini koruyacak ve geliştirecek yeni yapılanmalara gitmişlerdir. Bu sebeple işletmeler müşteri istek ve beklentilerini karşılayabilmek için yer aldıkları değer zinciri içindeki bütün üyelerle (tedarikçi, üretici, perakendeci vb.) işbirliği yollarını geliştirmeye çalışmaktadırlar.

Birden fazla şirketi kapsayan tedarik zinciri yönetimi yapısı, tek bir şirket gibi davranarak kaynakların ortak kullanımı sayesinde bir sinerji yaratmaktadır. Bu sinerjinin sonucu ise yüksek kalitede, düşük maliyetli, piyasaya hızlı bir şeklide sunulan ve müşteri memnuniyeti sağlayan hizmet ya da ürün olarak ortaya çıkmaktadır. İşletmeler maliyetleri azaltma konusunda inceleme yaptıklarında en önemli maliyet kaleminin satın aldıkları malzeme maliyetleri olduğunu görmektedir. Bu durumda işletmeler satın alma maliyetlerini yüksek kalite altında düşürmeyi hedeflemektedir.

Bu koşullar altında işletmeler için tedarikçi seçimi her geçen gün önemini arttırmıştır. Buradan hareketle tedarikçi seçiminde birçok yaklaşım ve model kurularak en iyi tedarikçi seçimi gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Bu yaklaşımlardan son zamanlarda ön plana çıkan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Ağ Süreci (A.A.S.) ve tedarikçi seçiminde yeni kullanılmaya başlayan, yine çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden diğer bir yöntem olan Aksiyomatik Tasarım (A.T.) yaklaşımları bu çalışmada ele alınmaktadır.

Bu çalışmada, otomotiv sektöründe iç dekorasyon imalatı yapan bir işletme için koltuk kılıfı tedarikçileri arasından seçim yaparken karar vericiye kolaylık sağlamak amacıyla A.A.S ve A.T. yöntemleri kullanılarak çözümler elde edilmiş ve daha sonra bu yöntemlerin entegrasyonu ile yeniden bir değerlendirme yapılmıştır.

Yapılan çalışma, ana hatlarıyla giriş bölümünde anlatıldıktan sonra, ikinci bölümde bütünsellik ilkesi ile hareketle tedarik zinciri yönetim sistemi ve tedarikçi seçimi konuları üzerinde durulmuştur. Tedarik zincirinin amaçları, yapısı ve fonksiyonları detaylı şekilde ele alınmıştır. Sonrasında tedarik zincirinin temel yapılarından biri olan satın alma fonksiyonun en önemli kararlarından biri, tedarikçi seçimi konusu incelenmiştir. Üçüncü bölümde kurulan modelin gerçek hayatı daha iyi temsil ettiği düşüncesiyle, çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden A.A.S. yaklaşımı yöntemine değinilmiştir. Dördüncü bölüme gelindiğinde çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden bir diğer yöntem olan A.T. yöntemi konusu ele alınmıştır. Beşinci bölümde ise A.A.S. ve A.T. yaklaşımları ile ilgili yazın araştırması yapılarak hangi alanlarda uygulandığı konuları üzerine değinilmiştir. Uygulamada ise otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firma için tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Problemin çözümü için belirlenen ölçütler ayrıntılı olarak açıklanmış ve A.A.S ve A.T. yaklaşımları ile çözüm gerçekleştirilmiştir. Sonrasında ise bu iki yaklaşım bütünleştirilerek yeni bir çözüm elde edilmiştir. Sonuç bölümünde ise bu yaklaşımların kullanılmasıyla elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM 2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİM SİSTEMİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi, müşteri gereksinimlerini sağlayan ürünü üreten ve maliyetlerde etkisi olan her birimi dikkate almaktadır. Bu özelliği ile tedarik zinciri yönetimi, hem işletme içindeki bilgi akışının ve lojistik faaliyetlerinin hem de tedarik zincirine dahil diğer işletmelerin planlama ve kontrolünü içine almaktadır. Tedarik zinciri yönetiminde, malzemenin temininden nihai müşteriye ulaştırılıncaya kadar tedarik zincirinde yer alan tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci ve müşteriler arasında malzeme, para ve bilginin yönetimi gerçekleştirilmektedir.

Tedarik zinciri yönetimi lojistik kavramına göre daha kapsamlıdır. Tedarik zinciri yönetimi bilgi sistemlerinin bütünleştirilmesi ve planlama ve kontrol faaliyetlerinin koordinasyonu gibi lojistik kavramı içerisinde belirtilmeyen bileşenleri de içermektedir. Tedarik zinciri yönetimi, düğümler arasında bilgilerin iletimini ve malzemelerin ve ürünlerin fiziksel akışı ile birlikte düğümlerdeki faaliyetleri ve süreçleri de kapsamaktadır (Lummus vd., 2001).

Tedarik zinciri yönetimi, müşteriyi memnun edecek bir şekilde daha iyi ürün ve hizmet üretip sunmak için genişleyen bir faktörler bileşenini kullanmaktadır. Bu kapsamda planlama ve kontrol etme amacıyla ileri teknoloji, bilişim yönetimi ve yöneylem araştırması matematiği kullanmaktadır. İleri seviyede programlar, ilişkisel veri tabanları ve buna benzer teknik araçlardan faydalanmaktadır (Metz, 1998).

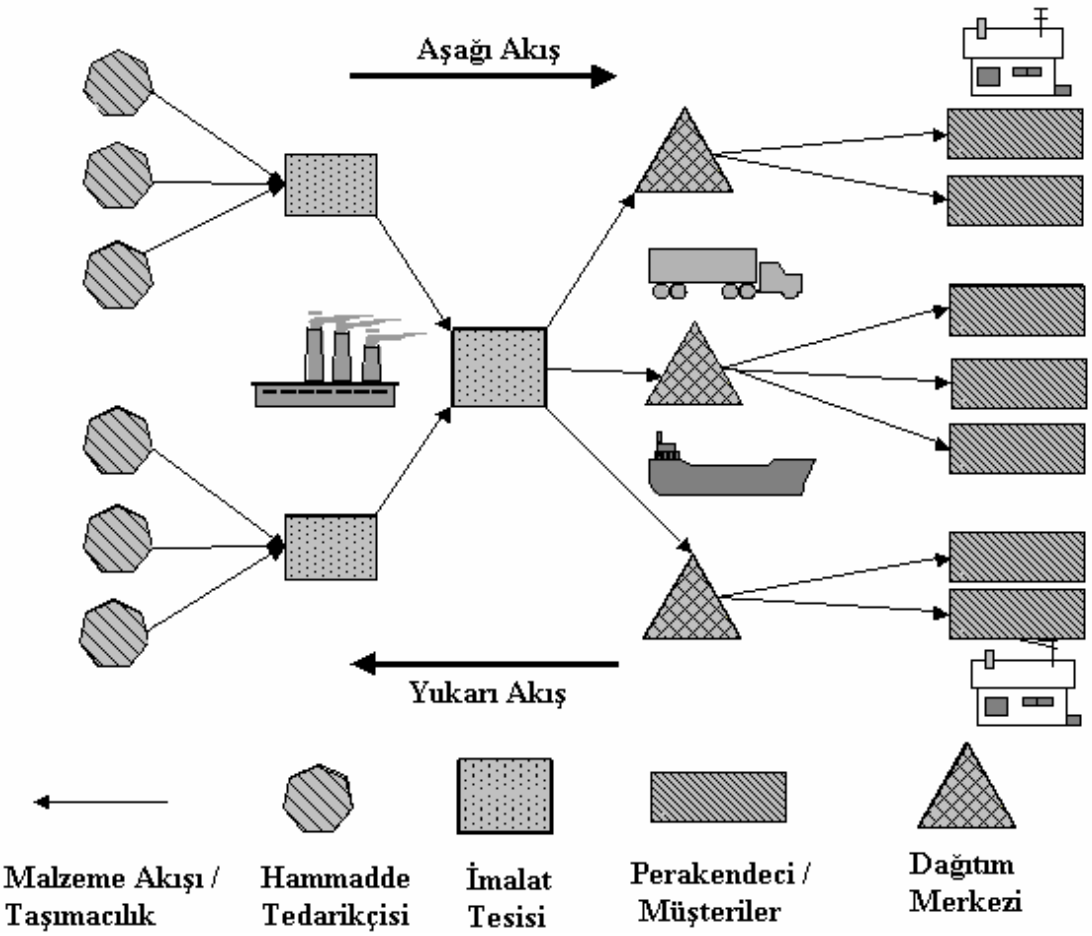
Tedarik zinciri yönetimi; tedarik, depoda tutma, üretim ve satış gibi süreçleri şirketin yararına olacak şekilde en iyi seviyeye ulaştırılmasını sağlamaktadır. Bütün üretim aşamalarında stokların minimuma indirilmesini amaçlamaktadır. Tedarik zinciri

birimleri arasında maksimum düzeyde iletişim ve işbirliği yapılarak stoklar minimuma indirilmeye çalışılırken, bu durum, herhangi bir ürünün üretilebilmesi için beraber çalışan tedarik zinciri işletmelerinin arasındaki bağımlılığı arttırmaktadır. Bütün işletmeler birbiriyle koordine olup tam zamanında bilgi değiş-tokuşuna girmektedir. Tedarik zinciri yönetimi sistemleri böylece stokların ve fazla kapasitenin azaltılmasını, maliyetlerin; dolayısıyla fiyatların düşürülmesini, siparişlerin yerine getirilme sürecinin kısaltılmasını ve teslimat güvenirliliğinin yükseltilmesini sağlamaktadır.

Tedarik zinciri yönetim sistemi; şirketin dışındaki tedarik işlerini sağlayanların yönetilmesi ve bunlarla etkin çalışılması için şirketin iç kaynaklarını bir bütün halinde ele alan temel bir işletme sistemi olarak tanımlanmaktadır. Burada amaç, şirketin üretim kapasitesinin arttırılması, piyasaya karşı duyarlılığın geliştirilmesi ve tüketici ile tedarik işlerini üstlenenler arasında ilişkilerin iyileştirilmesi yoluyla şirketin çalışmasının daha üst seviyeye götürülmesidir (Şen, 2007).

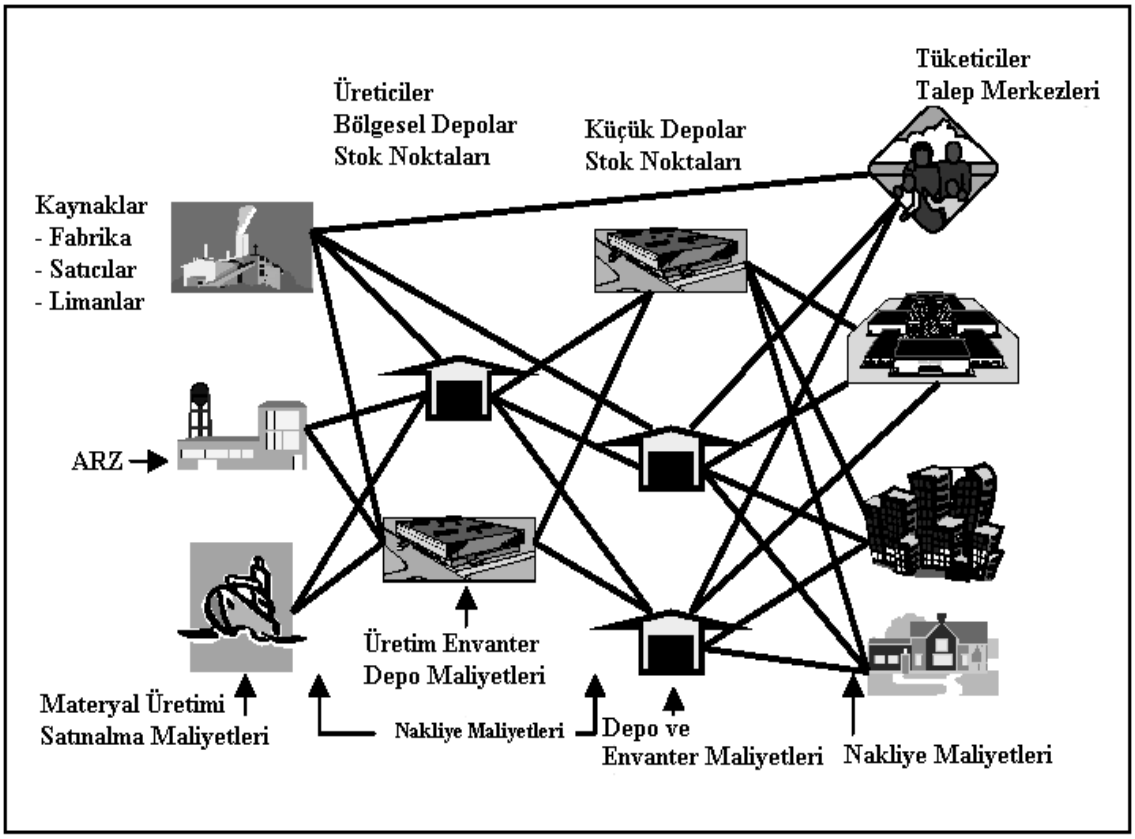
Tedarik zinciri hem içsel hem de dışsal bir perspektif içerisinde ele alınabilir; içsel perspektif, iç malzeme akışının etkinliğinin sağlanması üzerinde yoğunlaşır. Bunun sağlanması için içsel tedarik zinciri; üretkenlik, temin zamanları, lojistik maliyetleri gibi konularla ilişkilendirilir. Dışsal perspektif ise, hammaddeden nihai müşteriye kadar olan dış malzeme akışının tamamını kapsamaktadır.

Genel bir tedarik zincirinde, hammaddeler tedarik edilmekte, ürünler bir ya da daha fazla işletmede üretilmekte, geçici stoklama için depolara sevk edilmekte ve daha sonra müşterilere gönderilmektedir. Tedarik zincirinin çeşitli seviyelerinde maliyetlerin düşürülmesi ve hizmet kalitesinin arttırılması amacıyla etkili tedarik zinciri stratejileri de kullanılmaktadır (Ganeshan ve Harrison, 1995). Örnek bir tedarik zinciri Şekil2.1'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1: Tedarik zinciri örneği (Teigen, 1997)

Geleneksel olarak tedarik zinciri içindeki pazarlama, dağıtım, planlama, üretim ve satın alma organizasyon yapıları bağımsız olarak çalışmaktadır. Bu organizasyonların hedefleri genelde birbirleriyle çakışmaktadır. Pazarlamanın iyi müşteri hizmeti ve maksimum satış geliri hedefi üretimin ve dağıtımın hedefleriyle çakışır. Birçok üretim operasyonu, envanter seviyeleri ve dağıtım kabiliyetleri üzerindeki etkileri için küçük bir bedel ile çıktıyı maksimize etmek ve maliyetleri düşürmek için dizayn edilmektedir. Açıkça görülmektedir ki; değişik fonksiyonların entegre olarak çalışabilmesi için bir mekanizmaya ihtiyaç vardır. Böyle bir entegrasyona ulaşabilmek için tedarik zinciri kullanılabilir stratejilerden biridir (İGEM, 2005). Tedarik zinciri yapısına başka bir örnek Şekil 2.2'de gösterilmektedir.



Şekil 2.2: Tedarik zinciri yapısı (İGEM, 2005)

Bir iş ortamında üç çeşit akış mevcuttur. Bunlar:

• Mamulün elde edilmesinden tüketimine kadar olan akışı,
• Tedarikçilerden iş ortamına ve buradan da müşterilere olan bilgi akışı,
• Satın alma için gerekli fonları sağlayan müşterilerden iş ortamına olan finansal akış.

Tedarik zinciri fonksiyonları ise iş ortamındaki mamul akışını temsil etmektedir. Tedarik zinciri bir işletmede doğru malzemelerin, hizmetlerin ve teknolojinin doğru kaynaktan, doğru zaman ve uygun kalitede satın alındığının garanti edilmesinden sorumludur.

Tedarik zinciri, malzemelerin sağlanması, bu malzemelerin ara ve tamamlanmış ürünlere dönüşümü ve tamamlanmış ürünlerin müşterilere dağıtımı fonksiyonlarını yerine getiren araç ve dağıtım seçeneklerinin bir şebekesidir. Tedarik zinciri, karmaşıklığı endüstri veya işletmeye göre değişse de, hem hizmet, hem de üretim

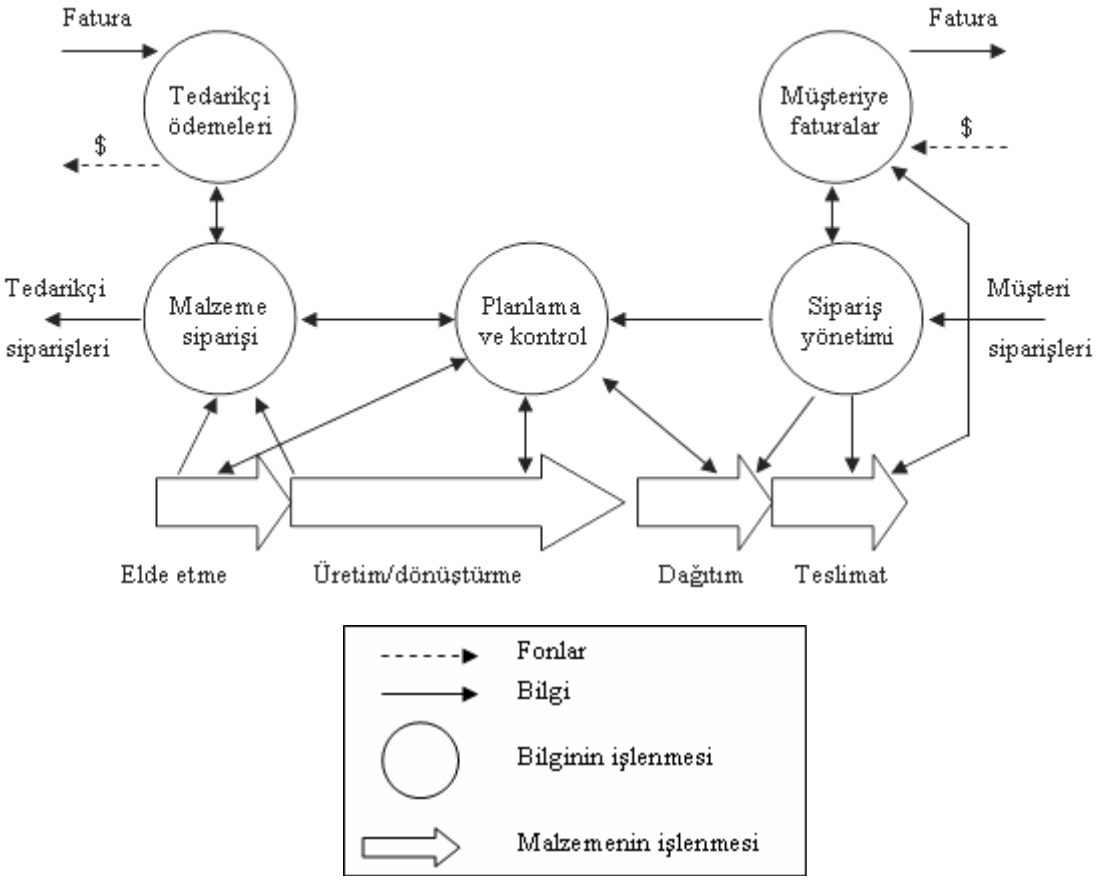
işletmelerinde bulunmaktadır. Hizmet endüstrileri de mamul üretimi yapan işletmeler gibi bir ürün teslimatı yapmaktadır. Bu ürünler bilgi, müşteri hizmetleri ve benzeri olabilmektedir. Ayrıca, hizmet ve mamul üretimi arasındaki fark da gittikçe belirsizleşmektedir. Gerçekte de modern üretim sistemlerinin ürün meydana getirme veya malzemelerin işlenmesi gibi fiziksel safhalardan daha fazla faaliyet göstermesi gerekmektedir. Sonuç olarak, tedarik zinciri; tedarik, ürün tasarımı, üretim planlaması, malzeme yönetimi, siparişlerin yerine getirilmesi, envanter yönetimi, nakliye, depolama ve müşteri servislerini kapsamaktadır.

Kurumsal fonksiyonların verimli olabilmeleri için bütünleşik bir biçimde çalışmaları gerekmektedir. Tedarik zinciri ile ilgili olaylara hızlı ve kaliteli bir şekilde karşılıklar verilmesini sağlamak için kuruluş çerçevesindeki birçok fonksiyonun koordinasyonu gereklidir.

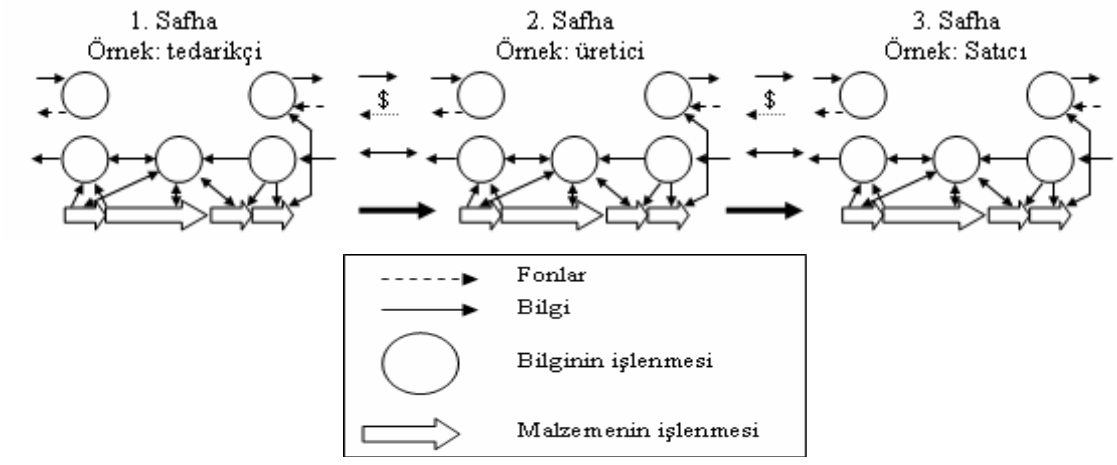
Tedarik zinciri, yapısının karmaşıklığına göre, tek ve çok safhalı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Şen, 2007):

Tek safhalı tedarik zinciri, hammaddelerin elde edilmesi, üretim ve dağıtımın malzeme akış fonksiyonlarını birleştirmektedir. Bu çeşit tedarik zincirinde birçok bilgi işleme ve karar verme fonksiyonu bulunmaktadır. Ödenen veya alınacak para miktarı envanter ve ekipmanın parasal değeri kadar önemli olduğundan, sermayeyi idare etme fonksiyonu da vardır. Tek adımlı tedarik zinciri tek şirketli tedarik zinciri olup tedarik zinciri yönetiminin odak noktasıdır. Şekil 2.3'de örnek bir tek safhalı tedarik zinciri yapısı gösterilmiştir.

Çok safhalı tedarik zinciri yönetimi, daha önce belirtilen tedarik zinciri tanımına daha iyi bir örnektir. Bunlar tipik olarak çok şirketli tedarik zincirleridir, ancak özellikle de tek safhalı tedarik zincirlerinin çoklu kopyalarıdır (Metz, 1998). Şekil 2.4'de örnek bir çok safhalı tedarik zinciri yapısı gösterilmektedir.

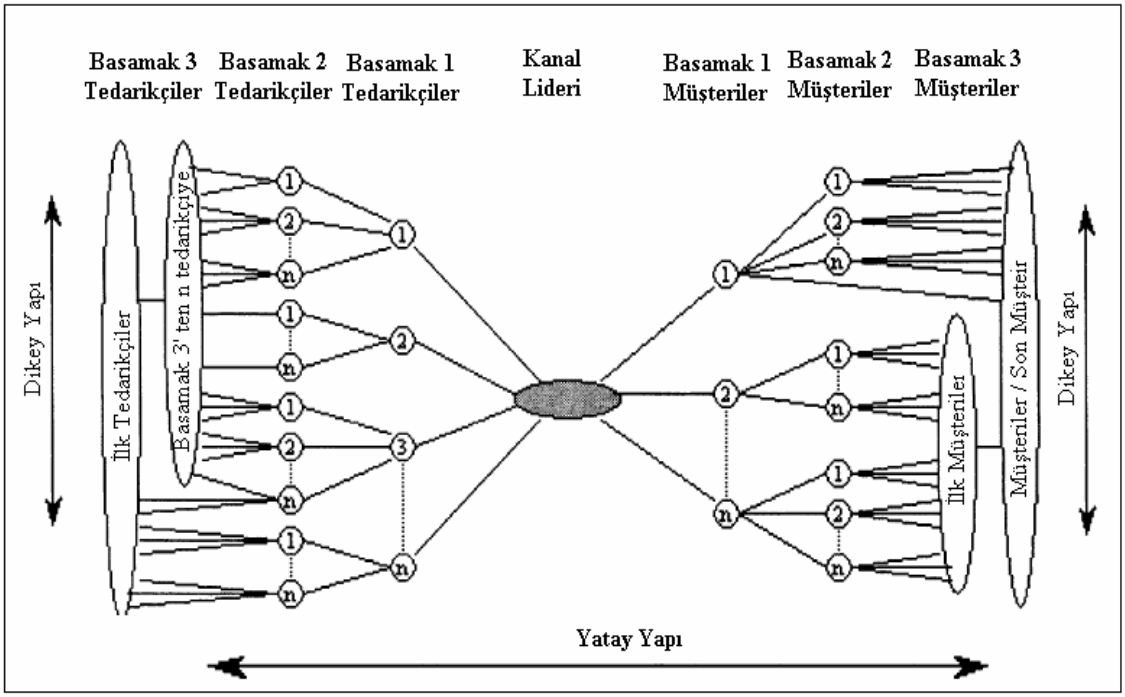


Şekil 2.3: Tek safhalı tedarik zinciri (Metz, 1998)



Şekil 2.4: Çok safhalı tedarik zinciri (Metz, 1998)

Tedarik zincirinin yapısal boyutlarını anlamak, tedarik zincirinin halkalarını analiz etmek ve modellemek için bir ön koşuldur. Genel olarak, dikey ve yatay yapı olmak üzere iki çeşit boyuttan söz edilebilir. Yatay yapı, tedarik zinciri boyunca mevcut olan basamakların sayısını ifade etmektedir. Tedarik zinciri birçok basamaktan oluşacak şekilde uzun olabileceği gibi birkaç basamaktan oluşacak şekilde kısa olabilir. Dikey yapı ise, Şekil 2.5'de her bir basamakta gösterilen tedarikçi ve müşterilerin sayısını ifade etmektedir.



Şekil 2.5: Tedarik zincirinin yapısal boyutu (Min ve Zahou, 2002)

2.1.1. Tedarik zinciri yönetiminin amaçları

Tedarik zinciri yönetiminin ilk amacı, müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak tipte ürün yapımında görev alan her şeyi inceleme konusu içine almaktır. Kapsamı ürünün tedarikçi ve üretim araçlarından depolara ve dağıtım kanallarına, oradan da perakendecilere ve mağazalara gönderilmesidir.

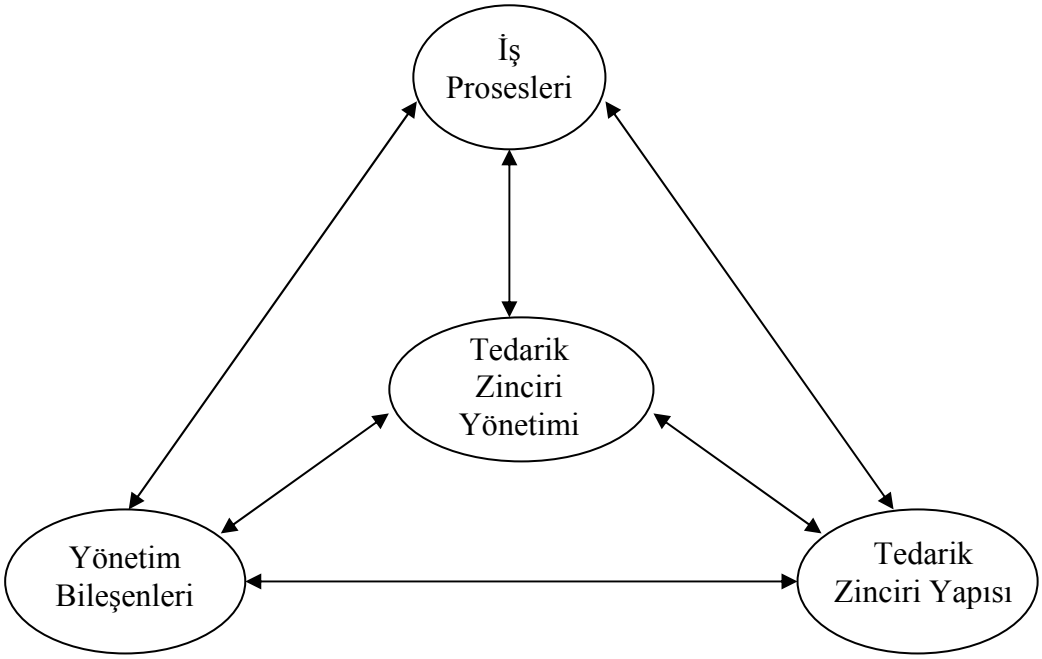
İkinci olarak, tedarik zinciri yönetimin amacı bütün sistem üzerinde maliyet temelli ve verimli olmaktır. Ulaştırma ve dağıtımdan hammadde envanterlerine, üretime, bitmiş ürüne kadar sistemdeki bütün maliyetler minimize edilmeye çalışılmaktadır.

Fakat asıl önemli nokta taşıma maliyetinin düşürülmesi veya envanterin azaltılması değil, tedarik zinciri yönetimine sistem yaklaşımının yerleştirilmesidir (Şen, 2007).

2.1.2. Tedarik zinciri yönetiminin yapısı

Tedarik zinciri yönetimin yapısı 3 temel ve birbiri ile ilişkili elemandan oluşmaktadır. Bunlar iş süreçleri, yönetim bileşenleri ve tedarik zinciri yapısıdır. Bu elemanlar Şekil 2.6'da görülmektedir.

İş süreçleri, müşteriye yönelik değer katıcı çıktılar üreten faaliyetlerdir. Yönetim bileşenleri ise iş süreçlerini oluşturan ve yöneten elemanlardır. Tedarik zinciri yapısı ise tedarik zinciri içinde yer alan şirketlerin düzenlenmesidir.



Şekil 2.6: Tedarik zinciri yönetimi yapısının temel elemanları (Lambert vd., 1998)

2.1.2.1. Tedarik zinciri yönetimi süreçleri

Süreçler, özel bir pazar veya müşteri grubuna belirli bir değer üretmek için tasarlanan, düzenlenmiş ve ölçülmüş faaliyetler grubudur. Süreç; bir başlangıcı, bir sonu, tanımlanmış girdi ve çıktıları olan çalışan iş faaliyetlerinin zaman ve yer bazlı

sıralanmasıdır. Tedarik zincirindeki iş süreçleri, biçimsel yapıdan bağımsız olarak organizasyon içi ve organizasyonlar arası sınırlarda yer alabilmektedir.

Tedarik zinciri yönetiminde yer alan iş süreçleri müşteri ilişkileri yönetimi, müşteri hizmetleri yönetimi, talep yönetimi, sipariş doldurma, üretim akışı yönetimi, tedarik etme, ürün geliştirme ve ticarileşme şeklinde sıralanabilir.

Müşteri ilişkileri yönetimi, şirket ve tüketici arasındaki ilişkinin bütünsel dönüşümünü yürütmektedir. Bu; müşterileri tanımlama, etkileme ve elinde tutma yolundaki tüm aktiviteleri içermektedir ve müşterilerle karla sonuçlanan ilişkiler kurmak için bütün organizasyonu sıralamaya odaklanmaktadır.

Müşteri ilişkileri yönetimi ve müşteri hizmet yönetiminin temelinde, müşterinin neyi istediğinin, neye ihtiyaç duyduğunun ve değer verdiğinin araştırılması koşulu yatmaktadır. Bu tip anlayışlar geliştirmek için şirketler; satış birlikleri, pazar araştırmaları, odak grupları, iç hesap çıkarımları, müşteri bilgi sistemleri, internet, elektronik veri değişimi sistemleri ve müşteri etkileşimleri hakkındaki danışma merkezi verileri gibi elektronik kaynakların raporlarını içeren geniş bir kaynak alanından bilgi sağlamak zorundadırlar. Bugünün veri depolama ve bulma teknikleri bütünleşik şekilde kullanıldığında şirketlerin, büyük miktarlardaki verileri etkin bir şekilde yönetmeleri ve artan doğrulukla müşterilerin ne istediğini anlamaları sağlanmaktadır. Doğru bilginin elde edilmesi şirketlere, tedarik zinciri boyunca daha az güvenlik stoku taşıması, talep planlaması, coğrafik dağıtımı, malzemelerin tedarikini geliştirme ve özelleştirilmiş ürünler konusunda avantalar sağlamaktadır.

Talep yönetiminde, tüketicilerin gitgide artan bilgileriyle taleplerde bulunduğunu ve eğer bir şirket ihtiyaçlarını karşılamazsa bunu yapabilen başka bir şirketi bulabileceklerini göz önünde tutarak tahmin ve değişkenlik azaltma çalışmaları yapılmaktadır. İstekleri bu kadar hızlı değişen müşterilerin taleplerini doğru şekilde karşılamak yine etkin bir tedarik zinciri yönetiminin konusu içine girmektedir.

Üretim akışı yönetimi, müşterinin istediği ürünü yapmakla ilgilidir. Bu daha esnek üretim süreçleri ve doğru ürün gruplarını elde etme çabası ile gerçekleşmektedir.

Tedarik etme, geleneksel “fiyat belirt ve al” sisteminden çok, stratejik tedarikçilerle olan ilişkilerin yönetimine odaklanmaktadır. Amaç, üretim akışı yönetimini desteklemek ve yeni ürün geliştirmektir.

Ürün geliştirme ve ticarileşme, yeni ürünlerin firmanın başarısında kritik bir eleman olarak rol oynamasından ötürü çok önemlidir. Anahtar müşteriler ve tedarikçiler, yeni ürünün pazara giriş süresini kısaltmak için birleşmektedir.

Klasik tanımları olan geleneksel yönetimlerle, süreç odaklı yönetimin farkı süreç odaklı yönetimde müşteri talep ve beklentileri belirlenmekte, her süreçte bunlar dikkate alınmakta ve firma bu süreçler etrafında gelişmektedir (Lambert vd., 1998).

2.1.3. Tedarik zinciri yönetiminin sağladığı faydaları

Tedarik zinciri yönetimi bir anlamda siparişin üretilmesi, sipariş alınması, siparişin yerine getirilmesi ve ürünün, hizmetin veya bilginin dağıtımının koordinasyonunun sağlanmasıdır (Şen, 2007). Tedarik zinciri yönetimiyle, hammaddelerin temini veya bitirilen ürünlerin dünyada herhangi bir yere gönderimi sağlanır. Merkezcil, yerel yönetim ile global işletme ve yönetim stratejisi benimsenir. Anında ve zamanında bilgi paylaşımı ile toplam tedarik zincirinin görülebilirliği sağlanır. Bilginin sadece işletme dahilinde değil endüstrinin genelinde yönetimi sağlanır. Tedarik zinciri organizasyonunun, yüksek performans sağlayacak takımlar halinde yeniden organizasyonu sağlanır. Tedarik zinciri ile bilişim sistemi oluşturulması ile maliyet ve ölçüm standartlarına ulaşılır.

Başlangıç noktası tüketici, uç noktası ise hammadde tedarikçileri olan bir yığın işletme yerine, bunların tamamını ifade eden tek bir firma görünümündeki tedarik zinciri şirketlerin iç çalışmalarını en uygun ve basit bir şekle getirirken, aynı zamanda tüm tedarik zincirinin çalışmasını incelemektedir. Çalışmaları iyileştirmek suretiyle de şirketlerin tüketiciye karşı yapmaları gerekenleri en uygun duruma getirme olanaklarını da sağlamaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi; fiyat, kalite ve teknoloji gibi çıktıların geliştirilmesini ve uygulamaların uyumlu, bütünleşmiş ve yüksek performanslı olmalarını sağlamaktadır. Tedarik zinciri yönetimi uygulamaları; çok yönlü ve çok kullanışlı gelişim aktivitesi için temel oluşturmakta, uyumlu strateji, haberleşme liderliği ve iş süreci yönetimini geliştirmektedir. Müşteri/tedarikçi yoğunlaşmasını sağlamakta ve sanayinin vizyonunu ve araştırmasını en iyi uygulamalar içinde birleştirmektedir. Dolayısıyla tedarik zinciri yönetiminin beklenen yararları hammadde kaynaklarından son tüketiciye kadar bütün alanlarda ortaya çıkmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminin gerçek etki derecesi, tedarik zincirinde yarattığı görüş yeteneğindedir. Ekonomik hesaplamalar tedarik zinciri yönetiminin daha düşük stok ve sevkiyat ile çalışan işletmeler için en iyi miktarlarda dengelemeler yapabildiğini göstermektedir.

Tedarik zinciri yönetimi yazılımları her aşamada optimizasyonu, maliyet bilgisini de düşünerek gerçekleştirdiği için, tamamlanan projelerde malzeme stoklarında %30-50 azalma, nakliye maliyetlerinde %10-12 azalma, tedarik zinciri maliyetlerinde %10-20 azalma, malzeme satın alma fiyatlarında %5-10 azalma, kapasite kullanımında %5-20 iyileşme, sipariş tamamlama oranında %5 iyileşme, tahmin doğruluğunda %20-60 iyileşme, raf ömürlü ürünlerin stoklarında %10-20 azalma sonuçları elde edilmiştir. Her şirketin kendine özgü yapısı olması nedeni ile kazançlar da farklı olacaktır, fakat bu sonuçlar dünyada 1000'in üstünde uyarlama sonucu elde edilmiştir (Lambert vd., 1998).

Bilindiği gibi kurumsal kaynak planlaması yazılımları, satın almadan satışa, muhasebeden ürün maliyetlendirmesine, kalite kontrolden bakım onarıma ve insan kaynaklarına kadar, bir firmadaki tüm işlemlerin anında ve doğru görülmesini sağlamaktadır. Bilgiler, doğru kişi tarafından sisteme girildiği ve işlemler birbirini takip ettiği için, departmanlar entegre çalışmak zorundadır. Sonuç olarak departmanlar, anında haberleşme ve işbirliği ortamında çalışmaya yönelerek, şirket içi işleyiş problemlerini ve verimsizlikleri, yazılımın verdiği fonksiyon önerilerini de dikkate alarak hızla çözülebilmektedir.

Günümüz şartları, globalleşme ve rekabetin artması nedeniyle, firmaların ürün fiyatlarını, dolayısıyla maliyetlerini ve verimliliklerini daha iyi kontrol etmelerini zorunlu kılmaktadır. Bunun için şirket içi süreçleri iyileştirmenin dışında tedarik

zincirinin parçası olan tedarikçi, müşteri, dağıtıcı ve nakliyeci ile karşılıklı güvene dayalı bir işbirliğine gidilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım üzerine kurulan tedarik zinciri yönetimi kavramı şöyle tanımlanmaktadır: "Ürünün tasarımından üretim ve satışına kadar tüm aşamalarda yer alan üretici, tedarikçi, müşteri, dağıtıcı ve bayi gibi kanalların genişletilmiş şirket çatısı altında birbirine bağlandığı ve müşterinin almak isteyebileceği ürün ve servisin bu çatı altında oluşturulduğu bir değer işbirliği." Birden fazla şirketi kapsayan tedarik zinciri yönetimi yapısı, tek bir şirket gibi davranarak kaynakların ortak kullanımı sayesinde bir sinerji yaratmayı hedeflemektedir. Sonuç ise yüksek kaliteli, düşük maliyetli, piyasaya hızlı bir şeklide sunulan ve müşteri memnuniyeti sağlayan hizmet ya da ürün olarak ortaya çıkmaktadır (Lambert vd., 1998).

Ortak fayda; yukarıda sözü edilen işbirliğinin sonucunda, kalite, fiyat ve tasarım açısından tercih edilecek bir ürün ve gerekli servis yapısı oluşturulmaktadır. Bu çalışmada işbirliğinin en kritik faydası, tarafların ellerindeki bilgileri birleştirmeleridir. Bayi müşteriden aldığı ihtiyaç ve eleştiri bilgilerini, üretici firma elindeki pazar ve tasarım olasılıkları bilgilerini, tedarikçi malzeme fiyat ve kalite bilgisini aktarmaktadır. Bu çalışmada firmalar, sonucun herkese kazanç olarak döneceğini bildiği için açık davranmaktadırlar.

Tedarik zinciri yönetiminin bir amacı da, herkesin en iyi bildiği işi yapması, dolayısıyla uzmanlaşmasıdır. Üretici firmanın en iyi bildiği iş son ürünün süreçleri, tedarikçi firma için sorumlu olduğu malzemeler, bayi için pazar hakkında daha detaylı bilgi sahibi olmak ve uçtaki müşterilere malın doğru bir şekilde satışını yapmaktır. Özellikle bilgi işlem, muhasebe, bordro yönetimi gibi şirket olmanın sonucunda yapılması gereken yan işler, esas yoğunlaşılacak konulardan zaman çalmaktadır. Bu görevlerin, konunun uzmanı firmalara dış kaynak olarak devredilmesi, güçlü olunan konuya daha fazla zaman ayrılmasına, dolayısıyla daha hızlı ve doğru hareket edilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, tüm iş ortaklarının kaynakları ortak kullanması, çıkabilecek yeni iş olanaklarına hızlı ve fazla yatırım yapmadan ulaşmasını sağlayabilecektir.

Tedarik zinciri yönetimi stok seviyelerinin düşürülmesinde de önemli rol oynamaktadır. En uçtaki satış bilgisinin yazılım tarafından kısa bir süre içinde değerlendirilebilmesi, tedarikçilerin şirketteki kendi stoklarından sorumlu olması ve stok takibini yapması, talep tahminlerinin mümkün olduğunca doğru yapılması ve hatta yeni açılan depo ya da fabrikanın yerinin formülasyonlar yardımıyla doğru tespit edilmesi, önemli bir maliyet kalemi olan stok taşıma maliyetinin düşürülmesine yardımcı olmaktadır.

Tedarik zinciri yönetiminin diğer bir amacı, müşteri hizmetlerindeki belirsizlikleri ortadan kaldırmaktır. Belirsizlik olarak nitelendirilen parametrelerin başında teslimat tarihleri gelmektedir. Bu belirsizliklerin giderilmesi, detaylı üretim ve nakliye planlarının optimizasyonu, geçmiş bilgilerin geleceğe yön verecek şekilde kullanılmasıyla sağlanmaktadır.

2.1.4. Tedarik zinciri yönetiminin işletmelerdeki önemi

Tedarik zinciri yönetiminin işletme içindeki önemi değişik faktörlerden kaynaklanmaktadır. Ancak yapılan çalışmalardan sonra aşağıdaki nedenler tespit edilmiştir (Lambert vd., 1998):

• Geliştirilmiş Müşteri Hizmeti: Bu faktör daha çok, işletmeler için başarı ile başarısızlık arasındaki fark anlamına gelmektedir. Eğer bir müşteri, bir işletmenin ürününü talep eder ve o ürün o anda mevcut değilse, müşteri aynı ürünü başka bir işletmeden satın alacaktır. Bu yüzden, "doğru ürüne, doğru yerde ve doğru zamanda sahip olmak" müşteri memnuniyetinin sağlanması için en iyi yoldur.

• Para Kazan/Maliyetleri Azalt: Bu faktör en geniş olarak, ürünün pazara çıkarılma maliyetinin azaltılması şeklinde tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle, bu faktör, ürünün tedarik zincirine iletilmesi ile ilgili bütün maliyetleri kapsamaktadır ve genellikle daha çok zaman etkinliğine sahip olan bir tedarik zinciri ile sonuçlanmaktadır.

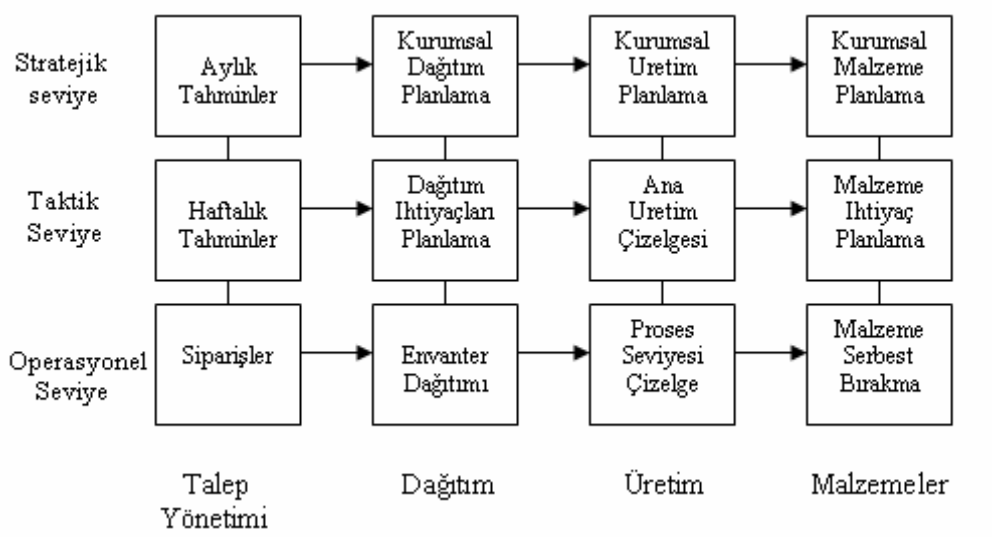
• Peşin Paradan Yararlanma: Ürünü teslim ettikten bir süre sonra parası temin edilmektedir. Tedarik zinciri etkinliğine sahip olan işletmeler, para temin etme süresine göre diğer işletmelere nazaran %40-65'lik bir avantaja sahiptirler. Bu işletmeler diğer işletmelere göre paralarını 2-3 ay önceden temin etmektedir. Para ne kadar çabuk temin edilirse, hammaddelere ve operasyonlara o kadar çabuk yeni yatırım yapılmaktadır.

2.1.5. Tedarik zinciri yönetiminin fonksiyonları

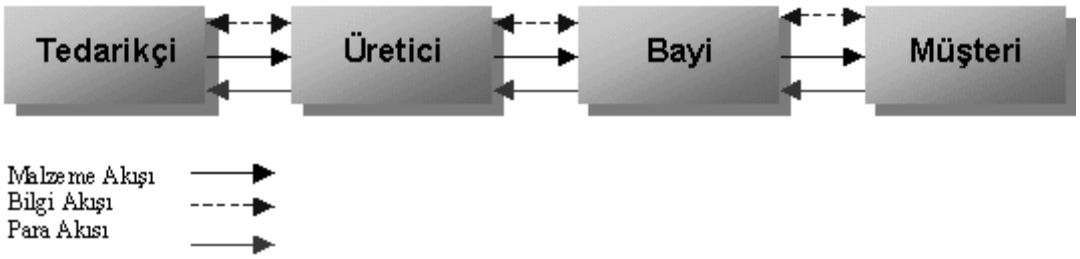
Tedarik zinciri yönetimi fonksiyonları; stratejik seviye, taktik seviye ve operasyonel seviye olmak üzere üç seviyede çalışmaktadır.

Her bir seviye, kararların alındığı sürenin periyodu ve bu periyot süresince alınan kararların sıklığı ile birbirinden ayrılmaktadır. Stratejik seviyede; üretimin nerede tahsis edileceği ve en iyi kaynak bulma stratejisinin ne olacağı; taktik seviyede; tahmin yürütme, planlama, temin süresi kısa olan malzemelerin siparişi ve üretim ihtiyaçlarının karşılanması için fazla mesailerin çizelgelenip çizelgelenemeyeceği; operasyonel seviyede; envanter dağıtımı, detaylı çizelgeleme ve bir makine bozulduğu zaman siparişin ne yapılacağı konuları ele alınmaktadır. Tedarik Zinciri Yönetiminin fonksiyonları Şekil 2.7'de görülmektedir (Fox vd., 1992).

Tedarik zinciri yönetimi, ayrıca, müşteri ve tedarikçilerle de koordinasyonu gerektirmektedir. Şekil 2.8'de bir iş yerindeki akışlar gösterilmektedir. Üretim için gerekli olan malzemelerin tedarikçiden alınması, mamulün üretimi ve son müşteri veya dağıtıcılara iletimi üst düzey koordinasyon gerektiren bir iştir. Bu basamaklardan herhangi birinde oluşacak hata, tüm zinciri etkilemektedir.



Şekil 2.7: Tedarik zinciri yönetiminin fonksiyonları (Fox vd., 1992)



Şekil 2.8: Bir iş ortamındaki akışlar (Fox vd., 1992)

Pazarda olduğu gibi, üretimin tabanı da dinamik bir yapıdadır. Planlanmamış olayların gerçekleşmesi, çizelgelenmiş faaliyetlerden sapmalara yol açabilir. Üretim kontrol sisteminin, planlı bir üretim için, üretim hedeflerini en iyileyecek yöntemlerle bu olaylara cevap vermesi gereklidir. Üretim kontrol sistemi, faaliyetlerini planlama, satış ve pazarlama gibi daha üst seviyelerdeki fonksiyonlarla koordine etmelidir.

2.2. Tedarikçi Seçimi

Tedarikçi seçimi, şirket yapısı içinde farklı işlevlere hitap etmekle beraber hiyerarşik bir yapıda çok sayıda nicel ve nitel faktörleri kapsayan birçok amaçlı karar problemidir. Tedarikçi seçiminde amaç, şirket ihtiyaçlarını makul bir fiyat düzeyinde

sürekli ve sorunsuz olarak karşılayabilecek en yüksek nitelikteki muhtemel tedarikçi firmaları tanımlamaktır. Seçim işlemi, ortak ölçütler kümesi kullanılarak tedarikçilerin genel karşılaştırmasıdır. Bununla birlikte, muhtemel tedarikçilerin değerlendirmesi şirketin ihtiyaçlarına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.

Organizasyonlar için verilmesi gereken en önemli kararlardan biri, tedarikçi seçimidir. Tedarik fonksiyonunun sorumluluğu, çoğu zaman yeterli kalite ve miktarda, uygun fiyata, uygun bir teslimatla hammaddenin, teçhizatın ve malzemenin tedariki olarak tanımlanmaktadır (Tam ve Tummala, 2001).

Seçimin ana amacı yüksek potansiyelli tedarikçileri tanımlamaktır. Muhtemel tedarikçiyi seçmek için şirket, her bir tedarikçinin kabiliyetini süreklilik ve fiyat etkinliği ihtiyaçlarını karşılamasına göre değerlendirmektedir. Ölçütler, seçime tabi tutulacak bütün tedarikçi firmalara uygulanabilir olarak, şirketin ihtiyaçlarını ve tedarik stratejisini yansıtarak belirlenmektedir. Ölçütler nicel olarak değerlendirilebilecekken ihtiyaçların çoğunlukla genel nitel kavramlarla ifade edilmesinden dolayı, ihtiyaçları kullanışlı ölçütlere dönüştürmek zor olabilmektedir. Bunun sonucu olarak nitel faktörlerin değerlendirilmesi uzman yargısını ve hiyerarşik yapı da bu faktörlerin sentezini gerektirmektedir.

Seçim ölçütlerinin belirlenmesi esnasında, ölçütün kullanışlı olmasını garantilemek için şirket bazı ölçüler saptayabilir. Çoğunlukla ölçüt belirleme bir sonraki adım olan bilgi toplama ile üst üste binmektedir. Bununla beraber, belirli ölçütler olmadan bilgi toplama, konuyla ilgili olmayan çabalara neden olabilmektedir. Seçim esnasında bazı ölçütler değerlendirme için kullanışlı olmayabilir. Bilgi, elde edilmesi oldukça güç, analiz için karmaşık olabilir ya da zaman bütün bunlar için yeterli olmayabilir. Ortak ölçütlerin tüm tedarikçi firmalara uygulanması objektif karşılaştırmalar yapmayı da mümkün kılmaktadır.

Teknolojik değişmelere bağlı olarak müşterilerin ihtiyaçları gelişmiş ve daha düşük fiyat ve daha yüksek kaliteyi aynı zamanda talep etmeye başlamışlardır. Yeni gelişmelerle birlikte birçok ülkede şiddetli pazar rekabeti oluşmuş, organizasyonlar

müşteri ihtiyacını, yeni ürünlerle ve servislerle karşılamak, buna paralel olarak da yeni tedarikçilerle işbirliği yapmak zorunda kalmışlardır (Dağdeviren ve Eren, 2001).

Tedarikçi seçimi maliyet, kalite, performans, teknoloji vb. birçok ölçüti içeren önemli bir problemdir. Sadece malzeme maliyeti değil aynı zamanda işletme maliyetleri, bakım, geliştirme ve destekleme maliyetleri de bu seçimde göz önünde bulundurulması gereken unsurlardır. Bundan dolayı ekonomiklik ve performans ile ilgili ölçütler arasından sistematik bir satıcı seçim sürecini elde etmede kullanılmak üzere ölçütlerin değerlendirilip öncelik sırasına konulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreç aynı amanda hem seçim sürecini kısaltacak hem de karar vermede başarıyı artıracaktır (Tam ve Tummala, 2001).

Satın alma ya da malzemelerin temini bir iş destek fonksiyonu olarak endüstride zengin bir tarihsel geçmişe sahiptir. Ancak satın almanın bir yönetim fonksiyonu olarak bilinçli gelişimi 1970'lere, petrol krizi ve rekabetin baskıları özel ve kamu işletmelerinde maliyet yapısını korumak için satın alma girdilerinin dikkatli yönetimini gerektirene kadar meydana gelmemiştir. Geleneksel görüş satın almanın öncelikli olarak bir firmanın karını ve sermaye dönüşümünü ve dolayısıyla endüstrideki rekabetçi pozisyonunu direkt olarak etkileyen ve bir maliyet azaltma fonksiyonu olduğu yönündedir.

Potansiyel tedarikçiler listesinden seçim yapmak için sistematik bir yaklaşım gerekmektedir. Tedarikçinin yeterliliği, hem genel hem de teknik bir takım ölçütleri esas alarak ölçülmelidir. Ayrıca mevcut tedarikçiler potansiyel tedarikçilerle belli bir bazda karşılaştırılmalıdır. Bir tedarik stratejisi olarak, mal satmak için rekabet eden fazla sayıda tedarikçinin olması bir firma için iyi bir politikadır. Tedarik bazının yerel, ulusal ve uluslararası tedarikçilerin eklenmesi yoluyla genişletilmesi politikası hedef pazarlarda rekabet edilmesine yardımcı olmaktadır (İGEM, 2005).

Maliyet odaklı satın alma anlayışı bir işin esasının satın alma değil, pazarlama yani bir şirketin son ürün ya da hizmetleri olduğu gerçeğini büyük ölçüde ihmal etmektedir. Kar sadece maliyet azaltma yoluyla değil, toplam müşteri memnuniyeti veren rekabetçi ürün ya da hizmetlerin hazırlığıyla da en iyi şekilde elde

edilmektedir. Satın almanın kalite, fiyat, miktar ve zaman yönleri bir firmanın farklılık, değer, teslim zamanı ve cevap verebilirlik stratejileri ile entegrasyonlarının ışığı altında değerlendirilmelidir. İç müşteri gereksinimlerine yaratıcı satın alma cevapları dinamik tedarikçi pazar koşulları ile karşılıklı etkileşimini yansıtmak için yeterince araştırılmamıştır.

Dış kaynaklardan alınan tüm malzeme ve hizmetlerin, kendisinin olduğu kadar müşterilerin de ihtiyaçlarını karşılaması firmanın sorumluluğundadır. Bu nedenle satın alma faaliyeti uygun şekilde denetlenmelidir. Bu denetimin amacı, yan sektörler ve piyasadan yapılan satın alma işlemlerinin planlı ve kontrollü olarak bir sistem dahilinde gerçekleştirilmesini gerektirir. Bunun için tedarik kaynaklarının saptanması, tedarikçi firmaların değerlendirilmesi ve yeterlilik araştırmalarının yapılması, denetleme sonuçlarının raporlanması, tespit edilen aksaklıklarla ilgili düzeltici ve önleyici faaliyet talebinde bulunulması, nitelikli ve güvenilir firmaların seçiminin yapılması, tedarikçi firmalarla ilgili bir bilgi bankasının oluşturulması ve bunun güncel olarak tutulması, satın alma işleminde esas olacak verilerin açık ve anlaşılır bir şekilde tanımlanması, gerekli görülen şartname ve taleplerin eksiksiz olarak hazırlanması, satın alınan ürün ve hizmetlere ilişkin doğrulama işlerinin uygulanması, kayıtların güvence altında tutulmasını sağlamak ve bu hususlarda gereksinim duyulan yazılı ve güncel prosedürlerin hazırlanması gerekmektedir (Atalay, 2000).

Kuruluşlar müşterilerin gereksinimlerini karşılamak için, birlikte çalıştıkları firmaların özelliklerini değerlendirmek durumundadır. Değerlendirme çalışmaları bir kıstasa göre yapılmalı ve yeterli görülen firmalarla çalışılmalıdır. Tedarikçiler genel hatlarıyla aşağıdaki hususlar bazında değerlendirilmelidir;

- Ürün veya hizmetin kalite gereksinimlerini karşılama yetenekleri,
- Gerekli teknik düzeylerde makine, takım ve insan gücünün mevcudiyeti,
- Ticari ve finansal varlıkları,
- Kalite güvence sistemlerinin etkinliği.

Değerlendirme ve denetim, tedarikçinin yeterliliğinin belirlenmesi için etkin bir sistemlerdir. Firmanın değerlendirilmesi, istenilen kalitede ürünlerin alınmasına yarar. Juran'a göre, tedarikçinin kalite sistemini güvence edecek 9 esas faaliyet aşağıdaki gibi olmalıdır (Atalay, 2000):

• Ürün ve servis kalite şartları tanımlanmalıdır,

• Alternatif tedarikçiler değerlendirilmelidir,

• Tedarikçiler seçilmelidir,

• Müşterek kalite planlama faaliyetleri yönetilmelidir,

• Kontratın uygulanmasında tedarikçiyle ortaklaşa hareket edilmelidir,

• Fiyatlara uygunluğun kanıtları toplanmalıdır,

• Onaylı (kalifiye) tedarikçiler sertifikalandırılmalıdır,

• Gerektiğinde kalite iyileştirme programları uygulanmalıdır,

• Tedarikçi kalite düzeyi puanlamaları oluşturulmalı ve kullanılmalıdır.

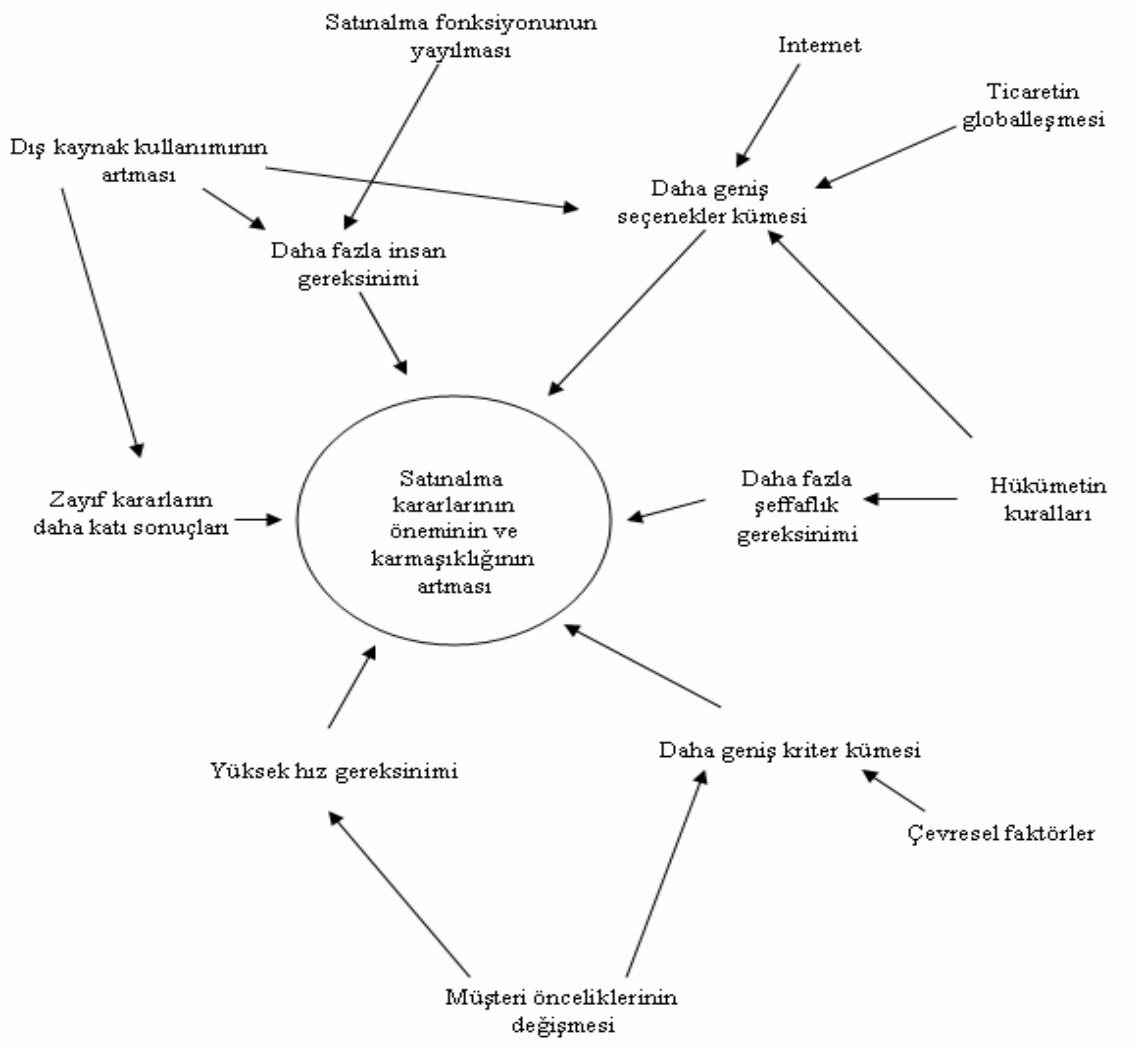
Tedarikçi değerlendirmesi üç ana kategori altında toplanabilmektedir. Birincisi, yeni (potansiyel) tedarikçi için; tedarikçinin belirlenen ürün/hizmet gerekliliklerini sağlama yeteneğine sahip olup olmadığı değerlendirilmektedir. İkincisi, eski (mevcut) tedarikçi için; tedarikçinin anlaşma yapıldığındaki uygunluğunu ve istenen şartları sağlama yeteneğini sürdürüp sürdüremediği değerlendirilmektedir. Üçüncüsü, problemli tedarikçi için; ürün ve hizmetin tedarikinde sorunlarla karşılaşıldığı tespit edilen tedarikçilerde, çıkan problemin kaynağının araştırılması ve giderilmesi için çözümler bulunmasını amaçlayarak yapılan değerlendirmedir.

Değerlendirme ve denetim nihai ürün kalitesini etkileyebilecek tüm faaliyet alanlarını ve uygulamaların kapsamalıdır. Bunlar kalite güvence sistemi, girdi kontrolü, malzeme gözden geçirme, süreç kontrol, son kontrol, ölçüm cihazları ve test ekipmanları, depolama-ambalajlama-muhafaza ve sevkıyat kontrolü, ürün tanımı ve izlenebilirliği, uygun olmayan ürünler başlıkları altında toplanabilmektedir.

Değerlendirme esnasında kuruluş tarafından kullanılabilecek veri kaynakları; satın almayı yapan bölümün ürün/hizmet satın alma dokümanları, girdi kalite kontrol kayıtları, önceki performanslara ait kayıtlar, varsa kaynakta inceleme sonuçları, muayene/test talimatları, varsa tedarikçi test raporları/analiz sertifikaları ve uygulanan anket formlarının sonuçlarıdır. Tedarikçinin yerinde faydalanılabilecek veri kaynakları ise, kalite sistem dokümantasyonu ve değerlendirme hazırlıklarında özellikle, firmanın mevcut performansı, girdi kalite kontrol kayıtları, düzeltici faaliyet talepleri ve sonuçları, satın alma kayıtları, spesifikasyonlar, satın almayı yapan bölümün görüşleri olmaktadır.

2.3. Tedarikçi Seçiminde Uygulanan Model Yapıları

Satın alma fonksiyonunun önemi arttıkça satın alma kararları da daha önemli hale gelmektedir. Organizasyonlar tedarikçilere daha bağımlı hale geldikçe zayıf karar vermenin direkt ve endirekt sonuçları daha katı olmaktadır. Satın alma stratejileri ve operasyonları konularında alınan kararlar kârlılığı birinci derecede etkilemektedir. Ek olarak, çeşitli gelişmeler de satın alma kararlarını zorlaştırmaktadır. Ticaretteki küreselleşme ve internet satın almanın seçim kümesini genişletmiştir. Müşteri önceliklerinin değişimi daha geniş ve hızlı tedarikçi seçimini gerektirmektedir. Yerel tedarik düzenlemeleri karar vermede daha fazla şeffaflığı istemektedir. Yeni organizasyonel formlar daha fazla karar vericinin katılmasına yönelmişlerdir. Şekil 2.9'da bu gelişmelerin satın alma kararlarının karmaşıklığı ve önemini nasıl etkilemekte olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.9: Gelişmelerin ilk satın alma kararlarına etkisi (De Boer vd., 2001)

Bu gelişmeler, satın alma kararlarının verilmesinde, özellikle de tedarikçi seçiminde, daha sistematik ve daha şeffaf yaklaşımların oluşturulması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu noktada satın alma kararlarının verilmesini destekleyen modern yöneylem araştırması teknikleri bulunmaktadır. Bu tekniklerden bazıları çok ölçütlü karar verme metotları, problem yapılandırma yaklaşımları, matematiksel programlama modelleri, veri işleme teknikleri şeklinde sıralanabilir (De Boer vd., 2001).

Yöneylem Araştırması modelleri ile satın alma kararlarının etkin bir şekilde verilmesi şöyle olmaktadır (De Boer vd., 2001):

•Satın almacıya “doğru problemi” çözmek için destek olmaktadır. Örneğin, eğer teslimat problemleri tedarikçiye geçersiz bilgi verilmesinden kaynaklanmışsa tedarikçiden vazgeçmekten kaçınılmasını sağlamaktadır.

•Satın almacıya “karar verme esnasında alternatif ölçütlerin” göz önüne alınmasında destek olmaktadır (Üret ya da satın al kararı).

•Satın almacıya “karar durumunun doğru ve tam bir şekilde modellenmesinde” destek olmaktadır (Örneğin el ile tutulamayan faktörlerle çalışılarak ve grup halinde karar vererek).

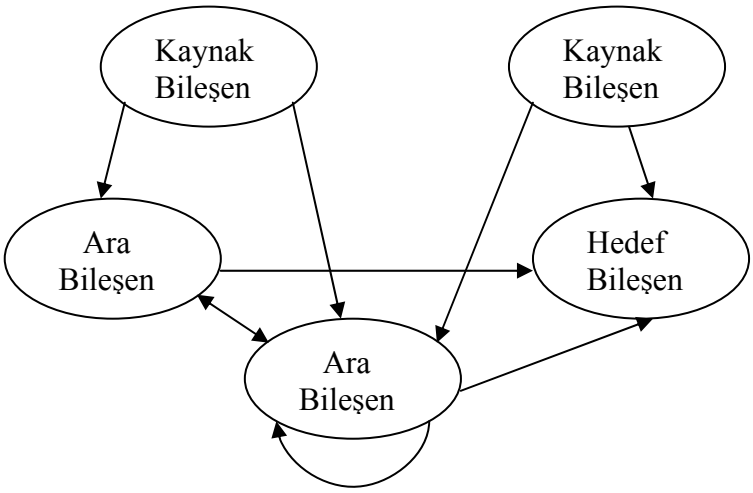
Tedarikçi seçimi modelleri bir eksende karmaşıklık ve önem bakımından değişik durumlardaki uygulamalar açısından incelenmektedir. Diğer eksende ise tedarikçi seçimi sürecindeki farklı safhalar ele alınmaktadır. Bu safhalar tedarikçi seçimi amaçlarının belirlenmesi, ölçütlerin tanımlanması, uygun tedarikçilerin ilk özelliklerinin belirlenmesi ve son kararın verilmesi şeklindedir.

BÖLÜM 3. ANALİTİK AĞ SÜRECİ (A.A.S.) YAKLAŞIMI

3.1. Genel Tanım

Analitik Ağ Süreci (A.A.S.), Analitik Hiyerarşi Süreci (A.H.S.) yaklaşımından daha genel bir yaklaşım olarak Saaty (1996), tarafından geliştirilmiş çok ölçütlü bir karar verme tekniğidir. A.A.S.'de ikili karşılaştırmalar esasına dayanmaktadır. Karar verme ölçütleri ve seçenekleri arasında ve kendi içlerinde geri besleme ve bağımlılığı esas almaktadır. Dolayısıyla karmaşık karar durumlarının daha doğru bir şekilde modellenebildiği bir yaklaşım ortaya çıkmıştır.

Karar sürecindeki her bir ölçüt birer küme, kontrol ölçütlerini meydana getiren faktörler de bu kümelerin birer bileşeni olarak ele alınır. Kümeler ve bileşenler arasındaki karşılıklı etkileşimler ve geri bildirimlerle aralarındaki karşılıklı ilişkiler tespit edilir. Bir problemde yer alan bileşenler arasındaki ilişkiler tek yönlü değil karşılıklı olduğu zaman, hiyerarşik tanımlamalar yeterli olmaz. Bu nedenle AHS' deki hiyerarşik yapıdan farklılık gösterir. Hiyerarşik yapıda bulunan seviyeleri ortadan kaldırarak oluşturulan ağlarla bir örümcek ağı yapısını andırmaktadır. Şekil 3.1'de olası geri bildirim ağı gösterilmiştir. Bu yapı sayesinde, doğrudan ilişkilendirilmemiş bileşenler arasında olabilecek dolaylı etkileşimler ve geri bildirimler de dikkate alınmaktadır (Pamukçu, 2003). Sonrasında ise birbirine etki eden bileşenler ve kümeler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak birbirlerine etki derecelerine yönelik bir çıkarsama yapılır. Sistemdeki geri bildirim, birbirleriyle doğrudan bağlantılı olmayan bileşenlerin de birbirlerini dolaylı olarak etkilemesine yol açan çift yönlü etkileşimlerle gerçekleşmektedir.



Şekil 3.1: Geri bildirim ağı (Saaty, 1996)

3.2. Ağ Yapısı

A.A.S.'de karar bileşenlerinin, elemanlarının ve aralarındaki etkileşimleri göstermek üzere bağlantıların belirtilmesi ve diyagram ile gösterilmesi gerekir (Saaty, 1996). Bu nedenle çizgeler kullanılmaktadır. Çizgeyi tanımlayacak olursak üstünlüklere dayanan karar sorunlarının yapılandırılmasında kullanılan geometrik yapılar olarak ifade edilebilir.

Çizge teorisine göre bir "çizge" düğüm denilen kavşak noktalarının bir kümesinden oluşmaktadır (Cengiz, 2000). Düğümlerin belirli çiftleri dallar, oklar veya bağlantılar ile birleştirilmiştir. Ağ ise dallarında bir çeşit akış olan bir çizge olarak kabul edilir. Çizge teorisinde düğüm diye ifade edilen kavşak noktaları A.A.S.'de bileşen olarak adlandırılmaktadır. Bir ağ yapısında üç tür bileşenden söz etmek mümkündür. Bunlar;

Kaynak bileşen: Ağdaki diğer hiçbir eleman tarafından etkilenmeyen, dolayısıyla bu bileşene doğru yönlerin olmadığı bileşenlerdir. Ağ yapısında birden fazla bulunabilirler. Bu bileşenler amacı veya ölçütleri temsil ederler.

Hedef bileşen: Ağda yalnız diğer bileşenler tarafından etkilenen bileşenlerdir. Bu bileşenler hiyerarşik yapıdaki seçenekleri temsil eder.

Ara bileşen: Ağ yapısında başka bileşenler tarafından etkilenen aynı zamanda etkileyen bileşenlerdir. Bu bileşen hiyerarşik yapıdaki alt ölçütleri temsil eder.

A.A.S.'deki temel kavram "etki"dir. Geri bildirim ağındaki okların yönleri bileşenlerin bileşenlerle olan bağımlılığını ve bileşenin elemanları arasındaki bağımlılığını ortaya koyar. Ok yönü etkileyen bileşenden etkilenen bileşene doğrudur. A.A.S.'de bileşenler arasındaki etkileşim çift yönlü olabilir. Eğer böyle bir etkileşim varsa oklar çift yönlü olarak gösterilir. Bir bileşenin kendi elemanları arasında bir etki söz konusu ise bu durum bileşenden çıkan bir okun yine aynı bileşene dönmesi ile gösterilir.Bir geri bildirim ağında anlatıldığı gibi bileşenler arasında karşılıklı bir etkileşim söz konusu ise bileşenler çok basit ve net biçimde anlatılamaz. Böyle bir yapıda gerçek hayatta karşılaşılabilen hiyerarşik yapı ile örtüşmemektedir.

Yapılandırma sürecinde ağ yapıları ve hiyerarşik yapılar içinde önemli olan bir başka konu oluşturulan kümelerdeki ve seviyelerdeki elemanların sayısıdır. Bu konuda Miller (1956), "Sihirli yedi artı eksi iki rakamı: Bilgi işleme kapasitemiz üzerindeki sınırlar" isimli çalışmasında; aynı anda uğraşılabilecek, beyin tarafından farkı gözetilebilecek ve kısa dönem hafızada işlenebilecek öğe sayısı üst sınırının yedi olduğunu, bunun bazı kişilerde beşe düşerken en fazla dokuza çıkabileceği teoremine dayanarak; oluşturulan kümelerdeki ve seviyelerdeki elemanların sayısının beş ile dokuz arasında olması gereği ortaya konmaktadır.

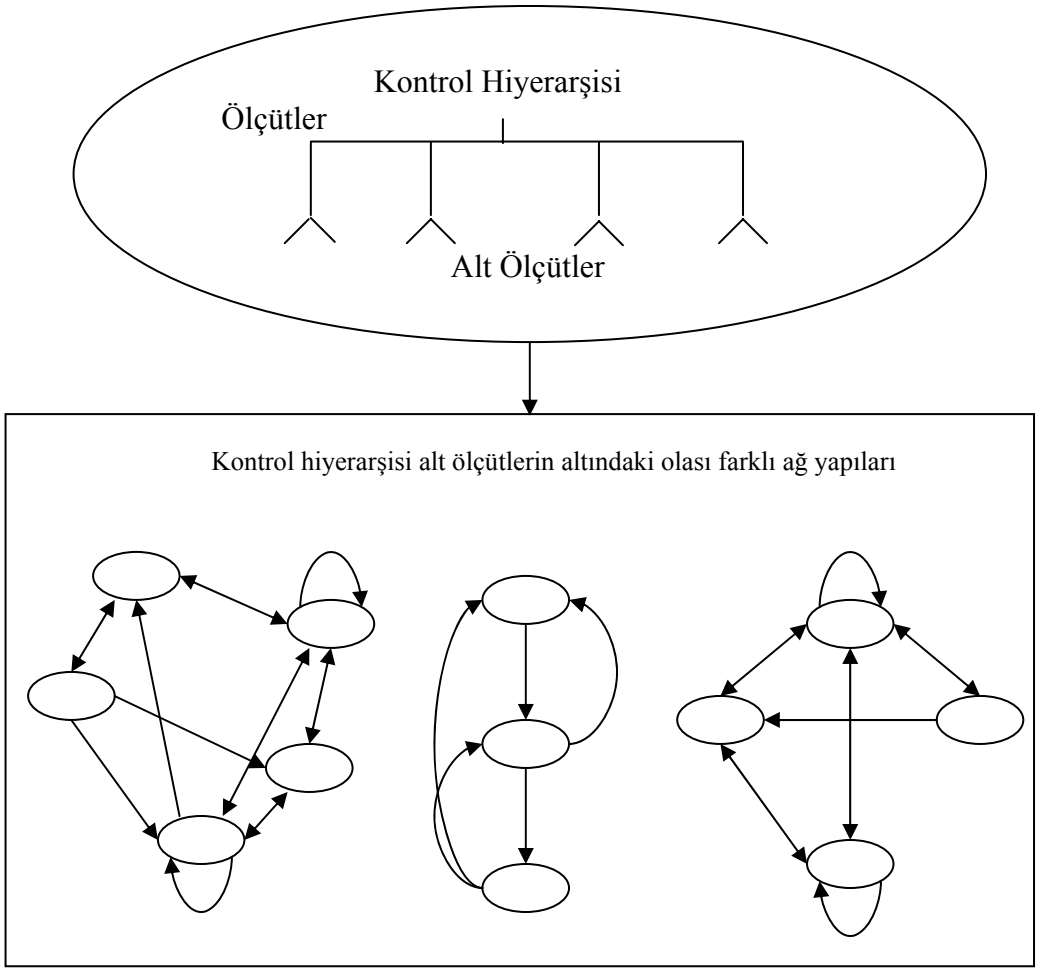
Dikkat edilmesi gereken diğer bir konu da ağ yapılarında aynı kümedeki elemanların mümkün olduğunca homojen olması, yani aralarındaki farkların çok büyük olmamasıdır. Elemanlar arasındaki fark büyükse bunlar farklı seviyelere ve kümelere yerleştirilmelidir. Eleman sayılarını bu şekilde sınırlayarak ve homojen olarak kümelendirerek karşılaştırmaların daha anlamlı olması sağlanır.

3.3. Kontrol Hiyerarşisi

Bir süpermatristeki etkileşim, farklı üst düzey ölçütler açısından değerlendirilebilir. Bu üst düzey ölçütleri göstermek ve birbirleriyle ilişkilendirmek için bu ölçütleri ve

onların önceliklerini kapsayan ayrı bir kontrol hiyerarşisine ihtiyaç vardır. Her bir üst düzey ölçüt için süpermatrise girdi olan ikili karşılaştırma matrisi geliştirilir. Üst düzey ölçütlere göre kümelerin birbiri üzerindeki etkisi karşılaştırılır. Böylece süpermatrisde kullanılacak kümelerin öncelik değerleri belirlenir (Erkiletlioğlu, 2000).

Bir kontrol hiyerarşisi Şekil 3.2'de görülebileceği üzere amaç, ölçütler ve alt ölçütler karar sorununun kontrol unsurları olarak nitelendirilmektedir. Kontrol hiyerarşinin bir başka şekli kontrol ölçütlerinin birbirlerine bağımlı olabildiği kontrol ağı yapısıdır. Ancak böyle bir yapı çözüm sürecini çok karmaşık hale getireceğinden tercih edilmemektedir.



Şekil 3.2: Kontrol hiyerarşisi (Saaty, 1996)

Saaty (1996), bir kontrol hiyerarşisinin amaç seviyesinde yer alabilecek dört faktör belirlemiştir. Bu faktörler kar (benefit), maliyet (cost), fırsat (opportunity), ve risktir. Her bir seçeneğin doğurabileceği fayda, maliyet, fırsat ve riskler, dört ayrı modelle analiz edilir. Çeşitli formüller kullanılarak seçeneklerin, her bir model için aldığı değerler tek bir değere dönüştürülür (Sağır Özdemir, 2004). Dikkat edilmesi gereken konu; faydalar, maliyetler, fırsatlar ve risklerin problemin yapısına göre farklı önem derecelerine sahip olabilecekleridir. Bu ağırlıklandırmaya B.O.C.R. analizi denir. Dört ana faktörün alt seviyesinde ise ölçütler, soruna bağlı olarak güvenilirlik, kullanım kolaylığı, kolay ulaşılabilirlik veya ekonomiklik, politik, çevresel, sosyal faktörler vb. olabilir. A.A.S.'de ele alınan tek bir karar sorunu için kara, maliyete, fırsata ve riske göre ayrı ağ yapıları oluşturulabilir**.**

A.A.S.'de çözüm için ikili karşılaştırmaların yapılması gereklidir. Kontrol hiyerarşisinde ana ölçütler sorun ağındaki bileşenleri, kontrol hiyerarşisinin alt ölçütleri ise bileşenlerin elemanlarını karşılaştırmak için kullanılır. Ağ yapısındaki bileşenler fonksiyonel olarak daha karmaşık olduklarından, bileşenlerin görece karşılaştırıldığı kontrol hiyerarşisi ölçütleri, elemanların görece karşılaştırıldığı alt ölçütlere göre daha genel kavramlar olmalıdırlar. Bazı durumlarda kolaylık olması açısından, bileşenler ve elemanlar arasındaki etkileşimler aynı kontrol ölçütüne göre karşılaştırılmaktadır. Bunu yapmaktaki amaç süreç için harcanan çabayı azaltmak olsa dahi temel bileşenleri kontrol ölçütlerine göre ve bileşenlerin elemanlarını da kontrol ölçütlerinin alt ölçütlerine göre karşılaştırmak daha anlamlıdır. Aksi halde ikili karşılaştırmalar yapılırken cevaplanması zor sorularla karşılaşılabilir.

3.4. Yapılardaki Varlıkların Karşılaştırılması

Varlıklara anlamlı büyüklükler atamanın tek yolu onları başka varlıklarla ilişkilendirerek karşılaştırmaktır (Saaty, 1996). Nesneler arasında karşılaştırmalar yapılarak bu ölçümlerden oluşan bir ölçek türetilebilir. Ölçekler niceliğin basit birer göstergeleridir. Ölçekteki değerin doğrudan bir anlamı olduğunu düşünmek yanıltıcıdır. Anlam, sayılarla belirgin hale getirilmiş yargılardan çıkarılabilir. Bunun tek yolu ise ortak özellik veya amaca göre karşılaştırmalar yapmaktır.

Bilişsel psikologlar göreli ve mutlak olmak üzere iki türlü karşılaştırmanın yapılabileceğini ortaya koymuşlardır (Saaty, 1986a).

3.4.1. Göreli karşılaştırma

Göreli karşılaştırma seçeneklerin ikililer halinde ortak bir ölçüte göre karşılaştırılmalarıdır. A.A.S.'de bu işleme ikili karşılaştırma denilmektedir. Göreli karşılaştırma, özellikle soyut ölçütlerin de var olduğu karar sorunlarında ölçütlerin karşılaştırılması için çoğu zaman gereklidir. İkili karşılaştırma elemanların bağlı oldukları ölçütlere olan katkılarıyla ilgili verileri sağlamak için bilgi ve tecrübeye dayanan yargıların ortaya konmasıdır. Bu karşılaştırmaları yaparken Saaty (1990) tarafından önerilen 1~9 ölçeğine dayalı bir ölçüm skalası kullanılır, bu skala Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Ölçüm skalası (Saaty, 1990)

SAYISAL DEĞERLER	TANIM
1	Eşitlik
3	Az önemli (Az üstün olma hali)
5	Oldukça önemli (Oldukça üstün olma hali)
7	Çok önemli (Çok üstün olma hali)
9	Son derece önemli (Kesin üstün olma hali)
2,4,6,8	Ara değerler
Ters Değerler	İkinci alternatifin birinci alternatife olan aynı ölçüt açısından kıyaslaması

3.4.2. Mutlak karşılaştırma

Mutlak karşılaştırma, seçeneklerin, bir kişinin tecrübeleri ile geliştirdiği, aklındaki standartlar ile karşılaştırmalarıdır (Saaty, 1986b). Puanlama yöntemi olarak da adlandırılan mutlak ölçüm işlemi, sıralama bakımından birbirlerinden bağımsız olan seçenekler arasından her bir ölçütün kategoriler halinde belirlenmiş şiddetine göre

uygun olanların seçilmesidir. Mutlak ölçüm, bir ölçekteki herhangi bir değerin o ölçeğin birim değeriyle karşılaştırılmasıdır.

Mutlak karşılaştırma sınıfların karşılaştırılabilmesi için başlangıç bilgisine ihtiyaç duyar (Pamukçu, 2003). Tutarsız yargılarla anlamlı bir sonuç elde edilmesi beklenemez. Birçok karar sorununda bu tarz bir başlangıç bilgisi veya tecrübe olmadığı için de seçeneklere ikili karşılaştırma işlemi uygulamak durumunda kalınabilir. Mutlak ölçüm özellikle çok sayıda seçenek bulunan, büyük ölçekli sosyal faaliyetlerle ilgili kararlarda yararlıdır. Bölüm 3.2'de ifade edilmiş olan Miller'in 7±2 psikolojik sınır değeri dikkate alındığında, seçeneklerin 9'u aşması durumunda ikili karşılaştırma yapmak zorlaşacağından mutlak ölçümün kullanılması daha uygun olacaktır.

3.5. Üstünlüklerin Belirlenmesi

A.A.S.'de ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasından sonra çözüme doğru ilerlemek için bu matrislerin üstünlük vektörlerinin hesaplanması gerekmektedir. Hesaplanan üstünlüklerin ikili karşılaştırma matrisindeki yargıları doğru biçimde yansıtması çok önemlidir. A.A.S. için en uygun üstünlük vektörü hesaplama yönteminin belirlenmesi baskınlık ve tutarlılık ile ilgilidir.

3.5.1. Tutarlılık

A.A.S. yöntemiyle bir sonucun elde edilmesinde en önemli noktalardan biri sorunu oluşturan yada etkileyen somut veya soyut ölçütlerin, elemanların karşılaştırılmaları, yani bir anlamda ölçülmeleridir. Fiziksel varlıkların var olan ölçeklere göre ölçülerek ölçüm değerlerinin oranlanması ile wi/wj şeklinde net değerler elde edilebilmektedir. Ancak soyut varlıkları birbirleriyle karşılaştırırken; insanlar bilgilerini, tecrübelerini, inançlarını, fikirlerini ve zihinsel yeteneklerini kullandıkları için, tutarlı değerlerin ortaya konması daha zor olmaktadır. Bu nedenle somut ve soyut farklı türde varlıkları içeren bir sorunun çözümünde tam bir tutarlılık aramak yerine ne kadar bir tutarsızlığın tolere edilebileceğinin araştırılması gereklidir. Bu tolere edilebilirlik A.H.S. yönteminde hesaplandığı şekilde A.A.S. yönteminde de ele alınır. Tutarlılık

ölçümü için öncelikle bir tutarlılık indeksi belirlenir.

A matrisinin tutarlı olması için gerekli ve yeterli şart, A' nın en büyük özdeğerinin (λ_{max}), n (matrisin boyutu)' e eşit olmasıdır.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j}{w_i} \tag{3.1}$$

değerlerinden, "maksimum λ değeri" alınır.

İkili karşılaştırma matrisinde ayrıca tutarlılıktan sapma derecesi, "Tutarlılık İndeksi (Consistency Index-C.I.)" ile ölçülür. İdeal olan bu değerin sıfıra eşit olmasıdır. Bu, en büyük özdeğerin (λmax), matrisin boyutuna (n) eşit olmasıyla sağlanacaktır (Harker ve Vargas, 1987).

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/(n-1) \tag{3.2}$$

Ayrıca bunun yanında, n=1-15 arası "Tesadüfi Rassal İndeks (Random İndex – R.I.)" değerleri tablo olarak hazırlanmıştır.

Tablo 3.2: Tesadüfi rassal indeks (Saaty, 1980)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

C.I. değerinin sıfıra yakınlığı, yargılardaki tutarlılığın bir ölçüsüdür. Asıl kabul tutarlık olan "Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio – C.R.)", C.I. değerini R.I. değerine bölünmesi ile elde edilir

C.R. = C.I. / R.I. (3.3)

formülü ile bulunur.

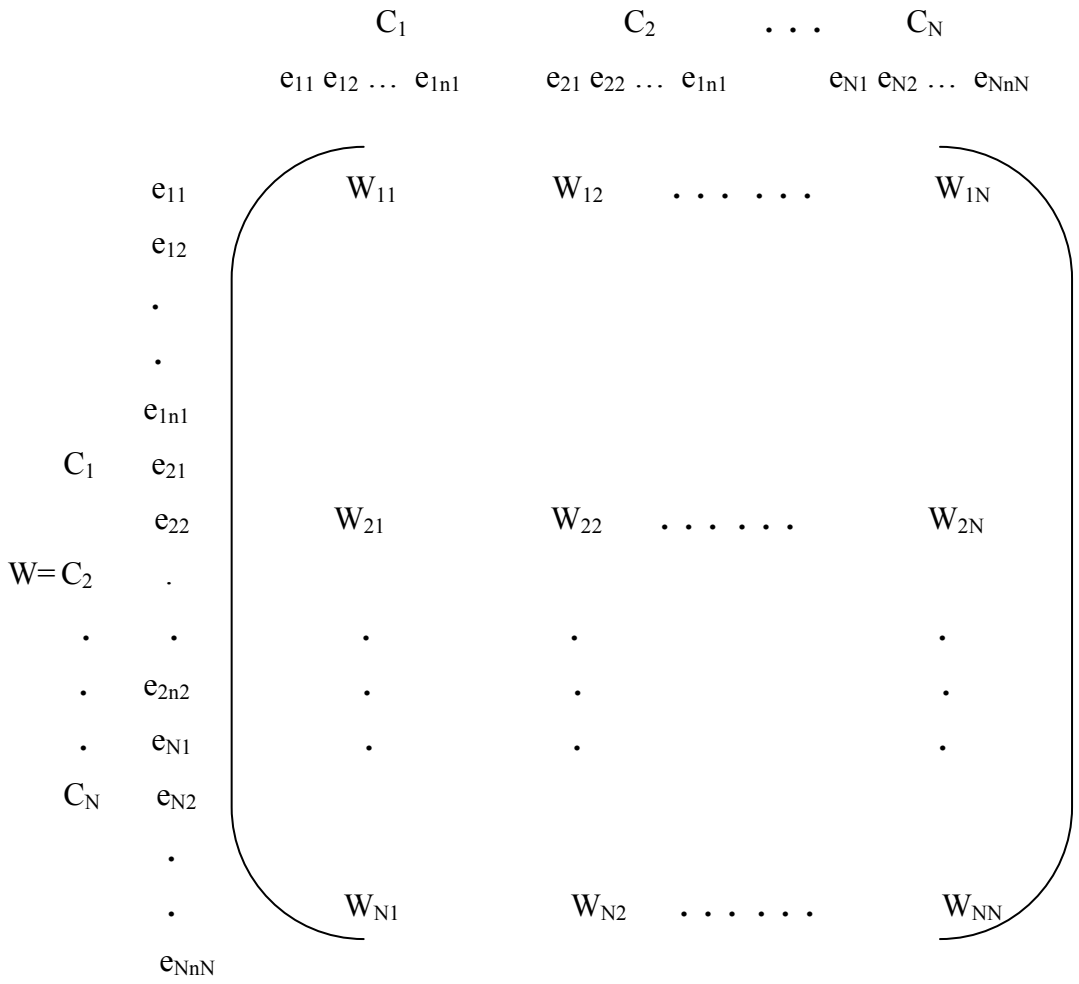
CR < 0.1 olması, bulduğumuz sonuçların kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğunu göstermektedir (Saaty, 1980).

3.6. A.A.S. Yönteminde Nihai Çözüm

Geri beslemeli bir sistemde bileşenlerin üstünlülerinin sentezlenmesi dikkat isteyen bir süreçtir (Saaty, 1986a). Bir ağ yapısında hiyerarşik yapıda olduğu gibi üstünlüklerin sırayla en alt seviyeden en üst seviyeye kadar çarpılması mümkün değildir. Sistemin elemanları çok sayıda farklı elemanla ilişkili olabilir. bu nedenle hiyerarşilerde olduğu gibi seviyeli olarak tek bir yol izleyemez.

A.A.S.'de bir elemanın üstünlüğünün anlamlı olabilmesi için, söz konusu elemanın bağımlı olduğu veya etkilediği tüm elemanların ve ağ üzerinde etkilenen elemanlara varan, etkileyen elemanlardan da ayrılan tüm olası yolların hesaplamaya dahil edilmesi gerekmektedir. Örneğin ağ yapısında bir çevrim üzerindeki bir elemanın üstünlüğü çevrimi bir kez, iki kez veya daha çok kez dolaylayarak hesaplamak durumunda olabilir.

Geri beslemeli sistemlerde üstünlük belirlemede bileşenler ve elemanlar arasındaki tüm etkileşimlerin hesaplamaya dahil edilmesi için "supermatris" yöntemi geliştirilmiştir. Süpermatris genel olarak ağ yapısında mümkün olan tüm ikili karşılaştırmalar sonucu elde edilmiş olan üstünlük vektörlerinden oluşan bir kare matristir. C_N'ler ağ yapısındaki bileşenler e_{Nn} 'ler bileşenlerin elemanları W_{ij} 'ler üstünlük vektörlerinden oluşan ve blok diye adlandırılan matrisler olmak üzere bir süpermatris (Şekil 3.3) ,W_{ij} blok değerleri de (Şekil 3.4.) gösterilmektedir. Bir ağ yapısında tüm elemanların diğer bileşenlerdeki ve bulundukları bileşenlerdeki tüm elemanlarla etkileşim halinde olmaları gibi bir durum söz konu değilse süpermatriste elemanlar arasında herhangi bir etkileşimin olmadığı yere sıfır değeri verilmektedir. Bir karar sorununun yapılandırılmasında kontrol hiyerarşisi de kullanılmışsa kontrol hiyerarşisindeki her bir kontrol ölçüt için ayrı süpermatrisler düzenlenmelidir.



Şekil 3.3: Supermatris (Saaty, 1996)

$$W_{iJ} = \begin{pmatrix} (j1) & (j2) & \ldots\ldots\ldots & (jn_j) \\ W_{i1} & W_{i1} & \ldots\ldots\ldots & W_{i1} \\ (j1) & (j2) & \ldots\ldots\ldots & (jn_j) \\ W_{i2} & W_{i2} & \ldots\ldots\ldots & W_{i2} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ (j1) & (j2) & \ldots\ldots\ldots & (jn_j) \\ W_{ini} & W_{ini} & \ldots\ldots\ldots & W_{ini} \end{pmatrix}$$

Şekil 3.4: W_{iJ} blok matrisi (Saaty, 1996)

Oluşturulmuş olan süpermatris üzerinde çözüme yönelik işlemlerin yapılabilmesi için matrisin stokastik olması zorunluluğu vardır (Saaty, 1996). Stokastik matrisi tanımlayacak olursak; negatif olmayan bir kare matriste her bir sütunun toplamının 1'e eşit olmasına denir. Bir bileşendeki elemanların birbirleriyle ve başka bileşenlerdeki elemanlarla karşılaştırılmaları sonucunda ortaya çıkan özvektör değerleri süpermatrise yerleştirildiğinde elde edilen matris stokastik olmayabilir. Bu durumda süpermatrisin ağırlıklandırılması yoluyla sütun toplamlarının 1'eeşit olması sağlanmalıdır. Bunun için bileşenlerin birbirlerine veya varsa kontrol ölçütlerine göre ikili karşılaştırılması gerekmektedir. Bu ikili karşılaştırmalar elemanlar için yapılmaz. Bileşenlerin karşılaştırmaları sonucu oluşan üstünlük değerlerinden her biri süpermatriste kendilerine karşılık gelen bloktaki tüm değerlerle çarpılır. Elde edilen bu yeni süpermatrise "ağırlıklandırılmış süpermatris" denir.

A.A.S. yönteminde bu aşamadan sonra amaçlanan her bir elemanın diğer elemanlarla olan etkileşimini yansıtan sınır üstünlüklerinin türetilmesidir. Bir W süpermatrisinde elemanların sınır üstünlüklerinin (sınır matris) bulunması genel olarak W^{∞} ile gösterilmektedir. Bu gösterim gerek süpermatrisin doğrudan kuvvetlerini alarak gerekse başka şekillerde sınır üstünlüklerinin bulunmasını ifade eder. Sınır üstünlüklerinin bunması ile ilgili olarak incelenmesi gereken konular özdeğer, özvektör, negatif olmayan matrislerle ifade edilen sistemlerin tanımlanması, stokastik matrisler ve Markov zincirleridir.

Negatif olmayan bir matrisin her zaman λ_{max} gibi pozitif ve basit bir temel özdeğeri bulunmaktadır. λ_{max}, bir matrisin satır toplamlarının maksimumu ile minimumu aynı zamanda sütun toplamlarının da maksimumu ile minimumu arasındaki bir değerdir. Süpermatris stokastik matris olduğundan sütün toplamları 1'e eşittir. Bundan dolayı süpermatrisin en büyük özdeğeri olan λ_{max} 1'dir. Sınır üstünlüklerinin belirlenmesinde özdeğerle ilgili önemli olan nokta $\lambda_{max} = 1$ 'in basit veya katlı kök olmasıdır. Buna bağlı olarak sınır üstünlükleri farklı şekillerde hesaplanmaktadır. 'ın ne tür bir kök olduğu genel olarak, A bir kare matris ve I birim matris olmak üzere $|\lambda I - A| = 0$ determinantının çözülmesiyle ortaya çıkarılmaktadır. Bu determinant λ' nın n. dereceden polinomunu vermektedir. Temel bir teorem n. dereceden bir

polinomun birbirlerinden farklı olma koşulu olmayan n tane kökünün olduğunu ortaya koymaktadır.

Matrislerin stokastiği ile ilgili olarak ilk dikkati çeken çalışmalar Markov zincirleri olarak bilinen, bir sistemin farklı durumları arasındaki geçişle ilgili olasılık zincirlerinin geliştirilmesi sırasında yapılmıştır. Süpermatris düşüncesine temel oluşturan konulardan biri olan Markov süreci, sabit veya sınır olasılıkların varlığı ve nasıl elde edilecekleri ile ilgilidir.

Stokastik bir matrisin sınır üstünlük değerinin bulunması matrisin indirgenemez (irreducible) oluşu, primitif (primitive) ve çevrimsel (cyclic)oluşu ile ilgilidir.

Bir kare matris, A_1 ve A_3 kare matrisler ve 0 sıfır matris olmak üzere aşağıdaki yapıya dönüştürülemiyorsa indirgenemez matristir (Saaty, 1988).

$$\begin{pmatrix} A_1 & A_3 \\ A_2 & 0 \end{pmatrix} \tag{3.4}$$

Negatif olmayan indirgenemez bir A matrisi $A^k > 0$ olacak şekilde bir $k \geq 1$ tamsayısı varsa primatif bir matristir (Saaty, 1988).

Sınır matrisin neden her W supermatrisinin yeterli derecedeki kuvvetlerinin alınarak bulunamayacağı aşağıdaki gibi basit bir örnekle açıklanabilir.

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \tag{3.5}$$

Yukarıda verilen A matrisin kuvvetlerini aldığımız zaman, yapının çevrim içermesinden dolayı tek bir sınır matrisi elde edilemez.

$$A^2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad A^3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad A^{2k} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad A^{2k+1} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \tag{3.6}$$

Başka bir örnek olarak iç çevrimin olduğu basit bir süpermatrisi incelediğimizde A matrisinin kuvvetleri alındığında farklı sonuçlarla karşılaşıldığı ve A^k gibi yeterince A'nın yeterince büyük alındığında tek bir sınır matrise ulaşılacağı görülmektedir.

$$A=\begin{pmatrix}1 & 1\\ 1 & 0\end{pmatrix} \quad A^2=\begin{pmatrix}2 & 1\\ 1 & 1\end{pmatrix} \quad A^3=\begin{pmatrix}3 & 2\\ 2 & 1\end{pmatrix} \quad A^4=\begin{pmatrix}5 & 3\\ 3 & 2\end{pmatrix} \qquad (3.7)$$

Yukarıdaki örneklerde de görüldüğü gibi farklı yapılardan oluşturulmuş olan süpermatrislerin sınır matrisleri aynı yöntemle bulunamamaktadır. W^{∞} sınır matrisinin bulunmasındaki ilk ayrım matrisin indirgenebilir veya indirgenemez olmasıdır. İndirgenemez bir matriste $\lambda_{max} = 1$ özdeğeri daima basit bir köktür. İndirgenebilir bir matriste ise $\lambda_{max} = 1$ özdeğeri basit veya katlı kök olabilir. Bir matris indirgenemez ve primitif ise sınır matris, süpermatrisin yeterli kuvvetinin alınmasıyla bulunabilir. Bir matris indirgenemez ve primitif değilse ve bunun sonucunda bir çevrim içeriyorsa, çevrim indeksi denilen ve bağlanmış bir çizgedeki tüm çevrimleri belirten "c" değerine göre sınır matris hesaplanır. İndirgenebilir bir matris bir çevrime sahipse sınır matris, $\lambda_{max} = 1$ özdeğerinin basit veya katlı bir kök olmasına bağlı olmadan indirgenemez matristeki gibi hesaplanmaktadır. İndirgenebilir bir matris çevrim içermiyorsa, bu durumda ise $\lambda_{max} = 1$ özdeğerinin basit veya katlı kök olmasına göre sınır matris iki farklı şekilde hesaplanmaktadır.

Sınır üstünlükleri elde edilmek üzere yapılması gereken bu matris işlemlerimin yapılmasının zor ve zaman aldığından A.A.S. yöntemi için özel olarak geliştirilmiş bir paket program mevcuttur. "Super Decisions" isimli program sınır matrislerin elde edilmesi için bu konudaki teorik bilgiyi sürece katarak tatmin edici sonuçların bulunmasını sağlamaktadır.

A.A.S. yönteminde kara sorunlarının çözülmesinde önemli olan başka bir konu seçeneklerle ilgilidir. Seçeneklerden oluşan bileşen, yapıdaki hiçbir başka bileşeni etkilemiyorsa (ölçütler seçeneklere bağlı değilse) ayrıca seçenekler arasında iç bağımlılık yoksa seçenekler süpermatris oluşturulurken süpermatrise dahil edilmeyebilir. Seçenekler dışındaki bileşenlerin sınır üstünlükleri bulunduktan sonra seçenekler AHS yönteminde olduğu gibi hesaplanarak sonuç elde edilir.

BÖLÜM 4. AKSİYOMATİK TASARIM YÖNTEMİ (A.T.)

Aksiyomatik Tasarım tasarımcılara tasarım problemlerinin yapısını oluşturmada ve anlamada yardım eden; böylelikle uygun tasarım ihtiyaçları, çözümleri ve süreçlerin sentezlerinin ve analizlerinin yapılmasını sağlayan Suh (1990) tarafından ortaya koyulmuş bir tasarım metodudur.

Aksiyomatik Tasarım "neyi gerçekleştirmek istiyoruz" ve "nasıl gerçekleştirebiliriz" sorularının etkileşimiyle tanımlanır. Bunun için özenli bir tasarım yaklaşımı neyi başarmak istediğimizin belirgin bir ifadesiyle başlamalı ve bunu nasıl başaracağımızın açık bir tanımıyla bitmelidir.

4.1. Aksiyomatik Tasarım Yönteminin Amacı

Aksiyomatik Tasarım yönteminin temel amacı, tasarımlar için bilimsel bir temel kurmak ve tasarımcıyı, mantıklı ve akıllı düşünce süreçleri ve araçları ile destekleyerek tasarım faaliyetlerini gerçekleştirmektir. Aksiyomatik Tasarım yönteminin farklı amaçları arasında tasarım yapan insanları daha yaratıcı yapmak, rassal araştırma süreçlerini azaltmak, tekrarlayan deneme-yanılma faaliyetlerini en aza indirmek, önerilen tasarımlar arasından en iyisini seçmek ve tasarım dünyası için bilimsel bir alt yapı oluşturarak bilgisayardan mümkün olduğu kadar fazla yararlanma gibi amaçlar belirtilebilir.

Aksiyomatik Tasarım yöntemi tasarım yaratılıcılığını da arttıran bir özelliğe sahiptir. Bu yöntem, müşteri isteklerine göre fonksiyonel ihtiyaçlar ile kısıtları belirler ve tasarım amaçlarının açık bir şekilde ortaya konulmasını sağlar. Tasarımcının tasarımda istenilmeyen özellikleri mümkün olduğu kadar erken yok etmesini sağlayan, tasarımcıyı hedeflenen fikirlere odaklayan, iyi ve kötü tasarım kararlarının verilmesini sağlayan ölçütler bu yöntemle sağlanır. Ayrıca, kavramların

oluşturulmasından ayrıntılı tasarımlara kadar sistematik bir akış sağlayan ayrıştırma süreci de bu yöntemle oluşturulur.

Tasarım için bilimsel temel geliştirmek amacıyla belirtilen nedenlerin yanında pratik nedenler de vardır. Mevcut tasarım süreçleri hem kaynak yoğundur hem de istenilen düzeyde etkin değildir. Günümüzdeki rekabet ortamı, endüstriyel firmaların tasarım alanında güçlü teknik yeteneklere sahip olmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu firmalar yeni bir ürünün tanıtılma süresini kısaltma, üretim maliyetlerini düşürme, ürünlerin kalitesini ve güvenilirliğini artırma ve yine gerekli fonksiyonları en iyi şekilde karşılama baskısı altındadırlar. Bu endüstriyel ihtiyaçların üzerindeki en büyük etki, tasarım çözümlerinin geliştirilmesine etki eden kalite ve zamansızlık faktörlerinden kaynaklanmaktadır. Sözü geçen pratik hedefleri başarmak için tasarımcıların bilgi, hayal gücü, deneyim ve çalışma gibi temel dayanaklarının bilimle desteklenmesi gerekir.

Bilgisayarlar günümüzde tasarım dünyası için grafik sunumları, katı modelleme, ürün modelleme ve tasarım çözümlerinin optimum yapılması amacı ile kullanılmaktadır. Bilgisayarlar her geçen gün daha güçlü ve ucuz hale gelmektedir. Bu nedenle tasarımcılar bilgi depolama ve insan yeteneğini arttırma amaçlı bir tasarım geliştirme makinesi olarak bilgisayarları kullanmalıdır. Bu, ancak tasarım bilgisinin kodlanması ve genelleştirilmesi ile sağlanabilir. Tasarım araştırmasının nihai sonucu, bilgisayarların ürün tasarımını yapan, düşünen tasarım makineleri haline dönüşmeleridir.

Aksiyomatik Tasarım bir sistemin basit, güvenilir ve bozucu etkilere karşı dayanıklılık kontrolünü yapmakta da kullanılabilir. Donanım, yazılım ve sistemler, kontrol edilebilir, güvenilir, üretilebilir ve hedeflerini gerçekleştirebilir şekilde tasarlanmalıdır. Kötü tasarlanan donanım, yazılım ve sistemlerin performansı sonradan yapılacak düzeltici faaliyetlerle nadiren ve kısıtlı olarak iyileştirilebilir.

4.2. Algoritmik Yöntemlere Karşı Aksiyomatik Tasarım Yöntemi

Aksiyomatik Tasarım yöntemi ve algoritmik tasarım yöntemi tasarım sorunlarını çözmek için geliştirilen yöntemlerdir. Bilgi gelişimi ideal olarak aksiyomlardan algoritmalara, algoritmalardan aygıtlara olacak biçimde sağlanabilir. Ancak son yıllarda birçok algoritma temel prensiplerden fayda sağlamaksızın uzmanlaşmıştır.

Algoritmik yöntemler, genellikle en iyi tasarım uygulamasını izleyerek tasarım sürecini anlamaya çalışır. Böylelikle tasarım alanında ilerlemeyi sağlar. Bu yöntem özel durumlar için sezgiseldir. Örneğin, montaj için tasarım ve üretilebilirlik için tasarım algoritmik yöntemlerdir. Tüm durumlar için, özellikle de en yüksek düzeydeki kavramsal tasarım durumları için tasarım algoritmaları yardımı ile başa çıkmak zordur. Algoritmalar, genellikle montaj için tasarım gibi yönetilebilir olan detay tasarım seviyesinde faydalıdır. Algoritmik yöntemler çeşitli sınıflara ayrılabilirler:

- Model tanıma
- Ortak hafıza
- Benzeşim
- Dış değer biçim / İç değer biçim
- Olasılık bazlı seçim

Eğer tasarım sadece bir fonksiyonel ihtiyacı karşılayacaksa bu tekniklerden bazıları etkin olabilir. Aynı zamanda birçok fonksiyonel ihtiyaç karşılanacaksa bunlar daha az etkindir. Aksiyomlar genel prensipleri sağlamanın yanında bu algoritmaların geçerli olduğu sınırları da sağlamaktadır.

Aksiyomatik Tasarım yöntemi, genelleştirilebilen prensipleri kullanır ve incelenen sistemin altı çizilen davranışını yönetir. Bu yaklaşım iyi tasarım kararlarının ve süreçlerinin özümsenmesine dayalıdır. Aksiyomlar genel prensipler olup, doğruluğu kanıtlanamayan fakat karşı örnekleri olmayan aşikar gerçekliklerdir. Aksiyomlar, Newton kanunları ve termodinamik kanunlarının sonucu olan kuvvet, enerji ve entropi gibi yeni özet kanunları oluşturur.

Aksiyomlar genelleştirilebilir oldukları için, tasarım sorunlarının çözümünde Aksiyomatik Tasarım yöntemini oldukça güçlü yapmaktadırlar. Aksiyomlardan çıkartılan teoremler ve sonuçlar da bunların gerçeklilik sınırları içinde tasarım kuralları olarak kullanılabilir. Tasarım aksiyomları birçok farklı sorun ve konu için uygulanabilir.

Tasarım süreçleri ve tasarım aksiyomları arasındaki ilişki nedir? Öğrenmenin birçok aşamasında, bir şeyin yapılış süreci ve belirli prensipleri genelleştiren özetler eşit önemdedir. Örneğin, bir çocuğa sayıları öğretirken parmaklarımızı sayarız (Başparmağımızdan serçe parmağımıza doğru sayarız). Bu sayma sürecini öğretmek için yapılır. Bununla beraber, eğer sayma sürecine baş parmakla başlamaya ve serçe parmakla bitirmeye devam edersek, çocuk baş parmağın bir, serçe parmağın beş olarak adlandırıldığını düşünür. Bu yüzden, sayma sürecinin özetleri yardımıyla sayıları öğretmek için parmaklar ve başka nesneler kullanılır. Bu duruma benzer şekilde tasarım için hem özet kavramı hem de süreci öğretmek gerekir. Sonuç olarak, iyi bir tasarımın ne olduğu ve iyi tasarımların nasıl geliştirileceği ile ilgili teoriyi içeren kavramların birlikte öğretilmesi gerekir.

4.3. Aksiyomatik Tasarım Prensipleri

Aksiyomatik Tasarım yönteminin sistemlerin, organizasyonların ve ürünlerin tasarımı için bilimsel bir esas oluşturmayı hedeflediği belirtilmişti. Bu hedef, deneysel ve sezgisel yaklaşımlar ile oluşturulan geleneksel tasarım sürecinden önemli bir farktır. Bilimsel kurallar olmadan, tasarım sahası hiçbir zaman sistematik hale getirilemez. Sistematik yaklaşım, tasarımların anlaşılması, kodlanması, öğrenilmesi ve uygulamaya geçirilmesinde kolaylaştırıcı bir etkiye sahiptir. Bu kısımda Aksiyomatik Tasarım prensiplerine değinilecektir (Suh,1990).

4.3.1. Aksiyomatik tasarım terimleri

Aksiyom: Karşıt örneği veya istisnası olmayan, her zaman geçerli olarak gözlenen temel gerçeklerdir. Aksiyomlar, olayların çok sayıda gözlemi ile hipotez haline

getirilirler; türetilemez ya da ispat edilemez, ancak karşıt örnek veya istisnalar ile geçersiz kılınabilirler.

Teorem: Kendi kendine ispatlanamayan ancak, kabul edilen aksiyomlarla ispat dilebilen önerilerdir. Bu nedenle teorem bir kural veya prensibe eşdeğerdir. Bir teorem, teoremi ortaya çıkaran aksiyom geçerli ise geçerlidir.

Sonuçlar: Aksiyomları veya diğer ispat edilmiş önerileri takip eden önerilerdir. Sonuçlarda, aynı mantık içerisinde geçerli ya da değildir.

Fonksiyonel ihtiyaçlar (F.İ.): Fonksiyonel bilgi sahasında ilgili tasarımın bütün ihtiyaçlarını tanımlayan bağımsız ihtiyaçların minimum toplamı olarak tanımlanır. Tanım gereği, her bir fonksiyonel ihtiyaç diğer fonksiyonel ihtiyaçlardan bağımsızdır.

Tasarım parametresi (T.P.): Fonksiyonel ihtiyaç ile tanımlanan, tasarım süreçleri ile oluşturulan, fiziksel kavramı nitelendiren anahtar değişkenlerdir.

4.3.2. Tasarımın fonksiyonel ihtiyaçları

Bir ürün veya süreç için belirlenen istekler, F.İ. setine indirgenir. Fonksiyonel ihtiyaçlar ve bağımsızlık terimleri Aksiyomatik Tasarım yaklaşımında özel bir yere sahiptir. Fonksiyonel ihtiyaçlar, tamamen tasarım amacını belirleyen müşteri istekleri için oluşturulan en az sayıdaki bağımsız ihtiyaçlar kümesidir. Tanıma göre, her bir fonksiyonel ihtiyaç diğer fonksiyonel ihtiyaçlardan bağımsızdır.

Fonksiyonel ihtiyaçlar “Tasarım vasıtasıyla neyi başarmak istediğimizi” belirtirken, Tasarım parametreleri “Fonksiyonel ihtiyaçları nasıl başarabileceğimizi” belirtmektedir. Aksiyomatik Tasarım yaklaşımında fonksiyonel ihtiyaçların tarafsız olarak tanımlanmasındaki en iyi yöntem “tarafsız bir çevre”dir. Tarafsızlık sağlanmazsa, yeni tanımlanan fonksiyonel ihtiyaçlar kümesi ya tasarımcının kafasındaki çözümleri ya da mevcut olan sistemin niteliklerini taşır (Suh, 1990).

Bir tasarım için kabul edilebilir fonksiyonel ihtiyaçlar kümesi tek değildir. Belirlenen müşteri istekleri ile ilgili, tasarımcının yargılarına göre farklı tasarımcılar farklı fonksiyonel ihtiyaçlar kümesini seçebilirler. Tasarımcı müşteri isteklerine göre fonksiyonel ihtiyaçlar kümesini oluşturma konusunda özgür olmalıdır. Seçilen farklı fonksiyonel ihtiyaçlar kümesine göre tasarım parametreleri yani fiziksel çözümde farklı olacaktır. Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir ölçüt, fonksiyonel ihtiyaçlar kümesinin en az olması gerekliliğidir.

4.3.3. Tasarım kısıtları

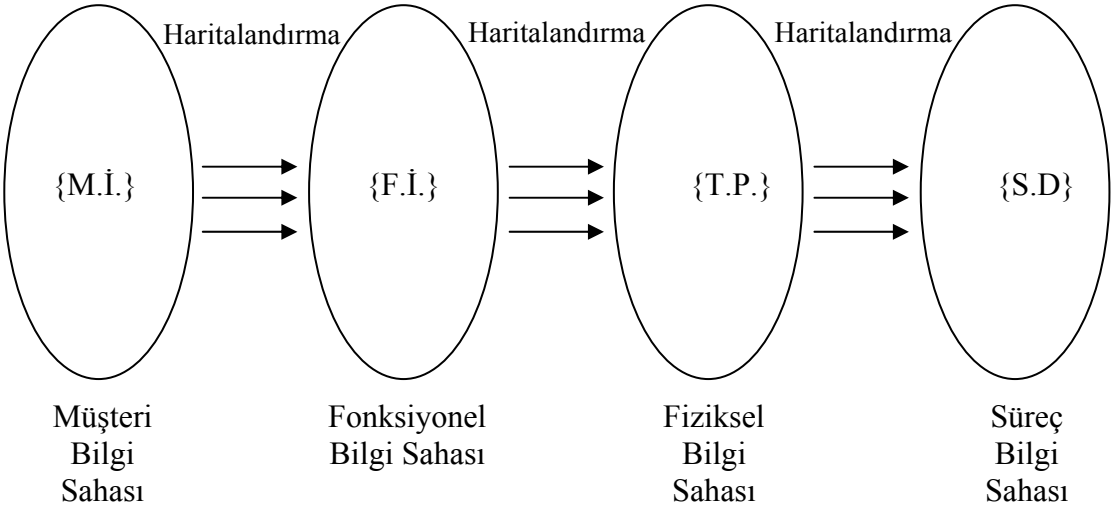
Bir tasarım için kısıt, kabul edilebilir çözümler için gerekli sınırlama olarak tanımlanır. Kısıtlar, tasarım özelliklerini sınırlandıran girdi kısıtları ve üretim sistemini sınırlandıran sistem kısıtları olmak üzere sınıflandırılabilir. Girdi kısıtları; genellikle beden, ağırlık, malzeme ve maliyet ile ilgili sınırlamalar olarak ifade edilebilirler. Sistem kısıtları ise; makinelerin kapasitesi, üretim için yetenek ve hatta doğa kanunları ile yapılan sınırlandırmalardır. Bir süper market için tipik tasarım kısıdı, süper marketin büyüklüğü veya kasiyer sayısıdır. Girdi kısıdına örnek olarak süper markette kullanılan taşıyıcı el arabası verilebilir.

Tanıma göre, bir kısıt bir fonksiyonel ihtiyaçtan farklıdır. Fonksiyonel ihtiyaçların aksine bir kısıt, tasarımın diğer kısıtlarından ve fonksiyonel ihtiyaçlarından bağımsız olmak zorunda değildir. Oysaki, her bir fonksiyonel ihtiyaç diğer tüm fonksiyonel ihtiyaçlardan bağımsız olmak zorundadır. Bir süper market örneğini düşündüğümüzde karlılık, ürünlerin kolay bulunabilirliği ve değişkenlik fonksiyonel ihtiyaçlar olup birbirinden bağımsız olmak zorundadırlar. Bunların aksine zaman (bir kısıttır), fonksiyonel ihtiyaçlardaki herhangi bir değişiklikten etkilenebilir.

4.3.4. Bilgi sahaları ve haritalandırma

Tasarım süreci boyunca, bahsi geçen problem dört bilgi sahasına bölünebilir. Bilgi sahası sayısı dörtle sınırlandırılsa da, her bilgi alanındaki tasarım elemanlarının yapısı, sorunun ilgi alanına bağlı olarak değişmektedir (Suh,1995).

Bilgi sahaları; müşteri bilgi sahası, fonksiyonel bilgi sahası ve süreç bilgi sahası olarak tanımlanmıştır. Her bir bilgi sahası değişik tasarım elemanlarını kapsamaktadır. Sırasıyla; müşteri ihtiyaçları (M.İ.), F.İ.'ler, T.P.'ler ve süreç değişkenleri (S.D.) ile ilgili bilgi sahasının birer elemanıdır. Bilgi sahası yapısı Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Şekil 4.1 incelendiğinde, sağ taraftaki diğer bilgi sahası ile bağlantılı olan soldaki bir bilgi sahası "Başarmak istediğimiz nedir?" sorusunu ifade etmektedir. Soldaki bilgi sahasında belirlenmiş olan ihtiyaçları "Tatmin etmeyi nasıl başarabiliriz?" şeklindeki tasarım çözümü, sağdaki bilgi sahası tarafından sunulur. Bu şekilde "Ne" den, "Nasıl"a gidişler "haritalandırma" olarak adlandırılır.



Şekil 4.1: Tasarım için bilgi sahaları (Suh, 2001)

Tablo 4.1 Aksiyomatik Tasarım yaklaşımının, değişik tasarım sahalarında uygulanabildiğini ve bu yaklaşım kullanıldığında bilgi sahalarında hangi bileşenlerin kullanıldığını açıkça göstermektedir. Tüm tasarım faaliyetleri (ürün tasarımı, süreç tasarımı, sistem tasarımı, organizasyon tasarımı, yazılım tasarımı ve malzeme tasarımı) bu bilgi sahaları içinde yer almak zorundadır. Tablo 4.1'de; üretim sistemleri için müşteri nitelikleri iç ve dış müşteriler tarafından arzulanan nitelikler olabilirken; fonksiyonel ihtiyaçlar esneklik, kontrol edilebilirlik, etkinlik ve eşsizlik olabilir. Yine üretim sistemleri için tasarım parametreleri yerleştirmeler (U şekilli hücreler ve diğerleri) ve düzenlemeler olabilirken; süreç değişkenleri de makineler, insanlar, takımlar, malzeme taşıyıcılar ve diğerleri olabilir (Suh,1997).

Tablo 4.1: Farklı tasarım alanları (üretim, malzeme, yazılım, organizasyon ve sistemler) için bilgi sahaları (Suh, 2001)

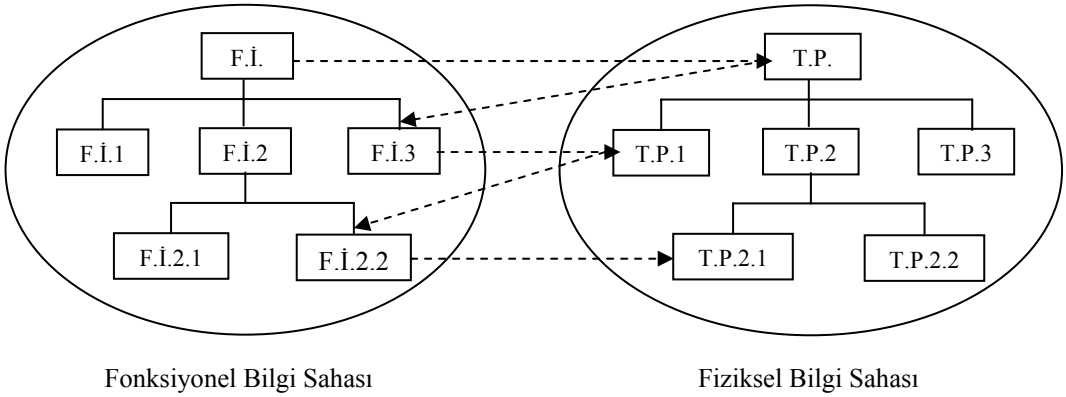
	Müşteri Bilgi Sahası (M.İ.)	**Fonksiyonel Bilgi Sahası (F.İ.)**	**Fiziksel Bilgi Sahası (T.P.)**	**Süreç Bilgi Sahası (S.D.)**
Üretim	Tüketicinin arzuladığı nitelikler	Ürün için belirlenen fonksiyonel ihtiyaçlar	Fonksiyonel ihtiyaçları tatmin edebilen fiziksel değişkenler	Tasarım parametrelerini kontrol edebilen süreç değişkenleri
Malzemeler	Arzulanan performans	İstenilen özellikler	Mikro yapı	Süreçler
Yazılım	Yazılımda arzulanan nitelikler	Çıktı	Girdi değişkenleri veya algoritmalar	Alt yöntemler
Organizasyon	Müşteri tatmini	Organizasyon fonksiyonları	Programlar veya iş yerleri	Programları destekleye bilen insanlar ve diğer kaynaklar
Sistemler	Sistemin baştan başa arzulanan nitelikleri	Sistemin fonksiyonel ihtiyaçları	Makineler veya bileşenler, alt bileşenler	Kaynaklar (İnsan, Finans, vs.)

4.3.5. Tasarımın zikzak ile ayrıştırılması

Tasarım süreci boyunca, üst seviyeden, alt seviyelere daha fazla ayrıntı ile ilerleme olayına (Sistemden alt sistemlere, montajlara, parçalara, parçaların özelliklerine kadar) tasarım hiyerarşisi adı verilir. Tasarım amacına göre, her bir bilgi sahasında birer hiyerarşi mevcuttur (fonksiyonel fiziksel ve süreç). Fonksiyonel fiziksel ve süreç hiyerarşilerinin her bir seviyesi arasında uyum olmak zorundadır. Tam bir fonksiyonel hiyerarşi ağacı, fiziksel hiyerarşi ağacı olmaksızın kurulamaz. Aynı şekilde fiziksel hiyerarşi ağacı da fonksiyonel hiyerarşi ağacı olmaksızın kurulamaz (Suh,1997).

Bir tasarımcı fonksiyonel ve fiziksel hiyerarşi ağacından yararlanmalıdır. İyi bir tasarımcı ikinci derece faktörleri eleyerek, hiyerarşi ağacının her bir seviyesindeki en

önemli fonksiyonel ihtiyaçları tanımlayabilir. Göz önünde bulundurulan fonksiyonel ihtiyaçların sayısı arttığında, tasarım sürecinin karmaşıklığı da hızlı bir şekilde artar. Bu nedenle, hiyerarşinin belirli bir seviyesinde fonksiyonel ihtiyaçlar kümesi belirlendikten sonra, tasarımcı fiziksel bilgi sahasına geçip, belirlenen fonksiyonel ihtiyaçlar kümesini karşılayan fiziksel sistemi kurmak zorundadır. Daha sonra tasarımcı yeniden fonksiyonel bilgi sahasına geri dönerek alt seviyedeki fonksiyonel ihtiyaç setini kurar. Bu şekilde, tasarımcı süreç boyunca bilgi sahaları arasında zikzak'lar yaparak alt problemler için çözümün bilindiği noktaya kadar tasarım sorununu ayrıştırır. Zikzak ile ayrıştırma durumu Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2: Zikzak ile ayrıştırma (Suh, 2001)

Daha az tecrübeli tasarımcılar, hiyerarşik yapıyı göz önünde bulundurmaksızın tüm seviyelerde fonksiyonel ihtiyaçların tamamını tanımlamaya çalışırlar. Bu yaklaşımla, her tasarım sorunu karmaşık ve çözümsüz görünür.

4.3.6. Tasarım aksiyomları

Aksiyomatik Tasarım yaklaşımına göre iyi bir tasarım, iki aksiyom tarafından yönlendirilir. Aksiyom-1, fonksiyonel ve fiziksel değişkenler arasındaki ilişki ile ilgilenir. Aksiyom-2 ise, tasarımın karmaşıklığı ile ilgilenir. Bu aksiyomlar şu şekilde ifade edilirler (Suh,1990).

Aksiyom-1: Bağımsızlık aksiyomu (Fonksiyonel ihtiyaçlar kümesinin bağımsızlığı)

Aksiyom-2: Bilgi Aksiyomu (Tasarımın bilgi içeriğini en aza indirir)

Aksiyom-1'in anlamı şudur: Tasarım süreci boyunca fonksiyonel bilgi sahasındaki fonksiyonel ihtiyaçlardan fiziksel bilgi sahasındaki tasarım parametrelerine zikzak esnasında izlenecek yol, tasarım parametresindeki belirli bir değişimin yalnızca karşılığı olan fonksiyonel ihtiyacı etkilemesidir. Aksiyom-2'nin anlamı ise; bağımsızlık aksiyomunu karşılayan tasarımların tümünün içinde en iyisi, en az bilgi içeriği olandır. Aksiyom-1 ve 2 aşağıdaki gibi tekrar düzenlendiğinde,

Aksiyom 1: Bağımsızlık Aksiyomu

Alternatif ifade-1: En uygun tasarım her zaman F.İ. kümesinin bağımsızlığını sağlar.

Alternatif ifade-2: Kabul edilebilir tasarımdaki fonksiyonel ihtiyaç ve tasarım parametresi arasındaki ilişki; bir tasarım parametresi diğer fonksiyonel ihtiyaçları etkilemeden, kendine karşılık gelen fonksiyonel ihtiyacı karşılayacak şekilde belirlendiği düzenlemedir.

Aksiyom-2: Bilgi Aksiyomu

Alternatif ifade: En iyi tasarım minimum bilgi içeriğine sahip olan, fonksiyonel olarak ayrık tasarımdır.

4.3.7. Tasarım sonuçları

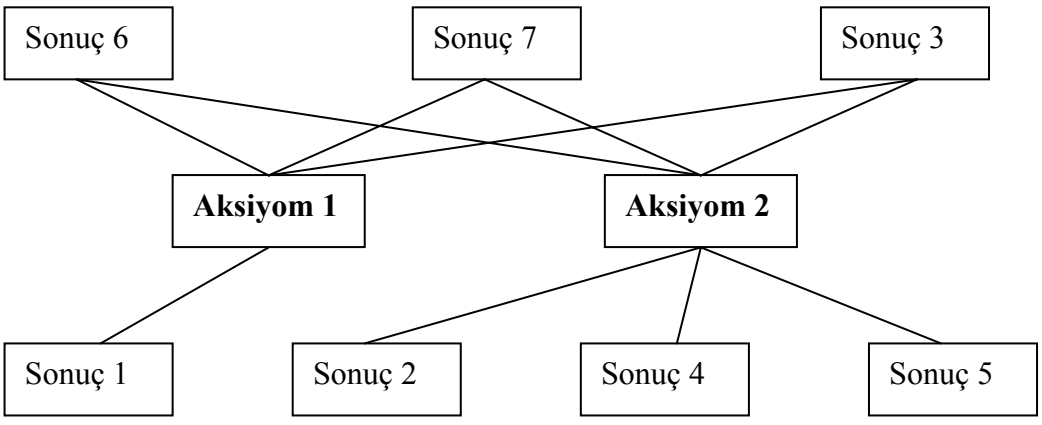
Tasarımın iki aksiyomundan direkt olarak türetilecek bir sonuç çıkartılabilir. Bu sonuçlar, gerçek durumlarda aksiyomların kendilerinden daha kolay bir şekilde uygulanabildiğinden dolayı, özel tasarım kararlarının verilmesinde daha faydalı olabilirler. Sonuçların hepsi belirtilen iki temel aksiyomdan türetilmiş olup, tasarım kuralları ismini alabilirler (Suh, 1990).

Sonuç-1 bağlı tasarımın ayrılmış tasarıma dönüştürülmesi olarak adlandırılır ve önerilen bir tasarımın fonksiyonel ihtiyaçları bağımsız değilse, fonksiyonel

bağımsızlık ayrılmış tasarım ile sağlanmalıdır. Sonuç-2 fonksiyonel ihtiyaçların en aza indirilmesi olarak adlandırılır ve fonksiyonel ihtiyaçların sayılarını ve kısıtları en aza indirilir. Sonuç-3 fiziksel parçaların birleştirilmesi olarak adlandırılır ve eğer önerilen çözümde fonksiyonel ihtiyaçlar bağımsız olarak karşılanabilirse, tasarımın özelliklerini tek bir fiziksel parçada birleştirir. Sonuç-4 standardizasyonun kullanımıdır ve eğer parçalar, fonksiyonel ihtiyaçlarla ve kısıtlarla uyumlu ise, standart olan ve değiştirilebilir olan bu parçaları kullanılır. Sonuç-5 simetrinin kullanımını ifade eder ve eğer simetrik şekiller ve/veya düzenlemeler fonksiyonel ihtiyaçlar ve kısıtlarla uyumlu ise, bunları kullanır. Sonuç-6 en geniş tolerans ifade etmektedir ve belirlenmiş fonksiyonel ihtiyaçlardaki mümkün olabilen en geniş toleransa karar vermeyi sağlar. Sonuç-7 daha az bilgi ile ayrık tasarım yapılmasını belirtir ve fonksiyonel ihtiyaçların karşılanabildiği durumlarda, daha az bilginin gerektiği ayrık tasarımın araştırılmasını ve bağlı tasarıma göre bu tasarımın tercih edilmesini önerir.

Şekil 4.3 yukarıdaki sonuçlar ile belirtilen aksiyomlar arasındaki ilişkileri göstermektedir. Sonuç-1, aksiyom-1'in direkt sonucudur. Sonuç-3, 6 ve 7 ise aksiyom-1 ve 2'den türetilmiştir. Bu sonuçlardan bir kısmının anlamı açık bir şekilde görülmektedir. Fakat bir kısmının görülenden daha derin bir anlamı vardır.

Bu sonuçlara ek olarak birçok sonuç çıkarılabilir. Önceki aksiyom ve sonuçlardan türetilen her bir öneri aynı zamanda bir sonuçtur.



Şekil 4.3: Sonuçların aksiyomlarla ilişkisi (Suh, 2001)

4.3.8. Tasarım teoremleri

Teorem, kendi kendine ispatlanamayan ancak kabul edilen aksiyomlarla ispat edilebilen önerilerdir. Bu nedenle teorem, bir kural veya prensibe eşdeğerdir. Bir teorem, teoremi ortaya çıkaran aksiyom geçerli ise geçerlidir. Bu bağlamda oluşturulan teoremler şunlardır (Suh,1990);

Teorem-1 tasarım parametrelerinin yetersiz sayısından dolayı bağlı tasarım olup, tasarım parametrelerinin sayısı fonksiyonel ihtiyaçların sayısından az olduğunda, çözüm tasarım ya bağlı tasarımla sonuçlanır ya da fonksiyonel ihtiyaçları karşılamaz.

Teorem-2 bağlı tasarımın ayrılmış tasarıma dönüştürülmesini ifade etmekte olup, bir tasarım, fonksiyonel ihtiyaçları sayısının tasarım parametreleri sayısından büyük olması (m>n) nedeniyle bağlı bir tasarımsa, bu tasarım tasarıma ait fonksiyonel ihtiyaçlar sayısı tasarım parametreleri sayısına eşit olacak şekilde, yeni tasarım parametresi ilave edilerek ayrılmış tasarıma dönüştürülebilir. Tasarım parametresi alt kümesi, üçgensel matris oluşturacak m x m eleman içermelidir.

Teorem-3 fazlalık tasarımı ifade eder ve fonksiyonel ihtiyaçların sayısından daha fazla tasarım parametreleri olduğunda, tasarım ya fazlalık tasarım ya da bağlı tasarım olur.

Teorem-4 ideal tasarımdır ve ideal tasarımda tasarım parametrelerinin sayısı fonksiyonel ihtiyaçların sayısına eşittir.

Teorem-5 yeni bir tasarımı ifade eder ve mevcut bir fonksiyonel ihtiyaçlar kümesi, yeni bir fonksiyonel ihtiyacın eklenmesi, yeni bir fonksiyonel ihtiyacın mevcut bir fonksiyonel ihtiyaç ile yer değiştirmesi veya tamamen farklı bir fonksiyonel ihtiyaçlar kümesinin seçilmesi ile değiştiğinde, ilk tasarım parametreleri tarafından verilen tasarım çözümü yeni fonksiyonel ihtiyaçlar kümesini karşılayamaz. Bu nedenle yeni bir tasarım çözümü aranmalıdır.

Teorem-6 ayrık tasarımın yol bağımsızlığını ifade eder ve ayrık tasarımın bilgi içeriği, mevcut fonksiyonel ihtiyaçlar kümesini karşılamak için değiştirilen tasarım parametrelerinin değiştirildiği sıralamadan bağımsızdır.

Teorem-7 bağlı ve ayrılmış tasarımların yol bağımlılığını gösterir ve bağlı ve ayrılmış tasarımların bilgi içeriği, tasarım parametrelerini değiştirildiği sıralamaya ve bu tasarım parametrelerinin değişiminde belirtilen yollara bağımlıdır.

4.4. Tasarım Matrislerinin Tanımlanması

Fonksiyonel bilgi sahsındaki fonksiyonel ihtiyaçlar ile fiziksel bilgi alanındaki tasarım parametreleri arasındaki haritalandırma süreci olarak tarif edilen tasarım, matematiksel olarak ifade edilebilmektedir. Bu ifade de; fonksiyonel ihtiyaçlar F.İ. isimli m bileşenli bir vektör olarak gösterilebilirken, fiziksel ortamdaki tasarım parametreleri de n bileşenli bir T.P. vektörü olarak gösterilebilmektedir. Tasarım süreci, istenen fonksiyonel ihtiyaçları karşılayan doğru tasarım parametrelerinin seçimini içerdiği için matematiksel gösterim;

$$\{Fİ\} = [A]\{TP\} \tag{4.1}$$

şeklinde olmaktadır. Bu ifadeye tasarım denklemi adı verilir (Suh,1990). Tasarım denkleminin sol tarafı "tasarım hedefleri açısından ne istediğimizi" temsil ederken, sağ tarafı ise "tasarım ihtiyaçlarını nasıl tatmin etmeyi umduğumuzu" göstermektedir. Burada;

{Fİ} : fonksiyonel ihtiyaçlar vektörü,
{TP}: tasarım parametreleri vektörü,
[A] : tasarım matrisi'dir.

Yukarıdaki her vektör denklemi satırı şu şekilde yazılabilir.

$$Fİ_i = \sum A_{ij} TP_j \tag{4.2}$$

Tasarım matrisi A ise şu şekilde ifade edilmektedir.

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ . & . & \dots & . \\ A_{m1} & A_{m1} & \dots & A_{mn} \end{bmatrix} \tag{4.3}$$

Matrisin her A_{ij} elemanı, F.İ. vektörünün bir bileşenini T.P. vektörünün bir bileşeni ile ilişkilendirmesi gerekir. Genel olarak A_{ij} şu şekilde ifade edilir.

$$A_{ij} = \partial \dot{FI}_i / \partial TP_j \tag{4.4}$$

Doğrusal olmayan durumlar için, A_{ij}, hem $F.\dot{I}._i$ ve hem de $T.P._j$ ile değişiklik gösterir. m=n olduğunda A matrisine kare matris denir. m = 3, n = 3 olduğu A kare matrisi şu şekilde gösterilir;

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \tag{4.5}$$

Bundan sonra 4.5 eşitliği tasarım matrisi olarak anılacaktır. Tasarım matrisleri; bağlı, ayrık ve ayrılmış tasarım matrisleri olmak üzere üç sınıfa ayrılırlar.

4.4.1. Ayrık tasarım

En basit tasarım matrisi, bütün köşegen olmayan elemanlarının sıfır olduğu durum matrisidir. $A_{12} = A_{13} = A_{21} = A_{23} = A_{31} = A_{32} = 0$ olan böyle bir tasarım matrisi aşağıda sunulmuştur.

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & 0 & 0 \\ 0 & A_{22} & 0 \\ 0 & 0 & A_{33} \end{bmatrix} \tag{4.6}$$

Bu matrise bağlı olarak 4.1 eşitliği m = n = 3 durumu için şu şekilde yazılabilir;

$$\begin{aligned} F\dot{I}_1 &= A_{11}\ TP_1 \\ F\dot{I}_2 &= A_{22}\ TP_2 \\ F\dot{I}_3 &= A_{33}\ TP_3 \end{aligned} \tag{4.7}$$

4.6 denklemi ile aksiyom-1'i karşılayabilen bir tasarım sunulabilir. Fonksiyonel ihtiyacın bağımsızlığı her tasarım parametresi değiştiğinde tekrar doğrulanır, yani $F.İ._1$ yalnızca $T.P._1$'in değiştirilmesi ile karşılanabilir. Aynı şekilde $F.İ._2$ ve $F.İ._3$ de yalnızca $T.P._2$ ve $T.P._3$'ün sırayla değişmesi ile değişirler.

Sonuç olarak; köşegen elemanları sıfır olmayan ($A_{kk} \neq 0$) ve köşegen olmayan elemanları sıfır olan [$A_{ij} = 0$ ($i \neq j$ olduğunda)] elemanlara sahip bir tasarım matrisine sahip tasarım "Ayrık tasarım" olarak tanımlanır ve bağımsızlık aksiyomuna uyar (Suh,1990).

4.4.2. Bağlı tasarım

Ayrık tasarımın karşıtı Bağlı tasarım olarak adlandırılır ve bu tasarıma ait matris sıfır olmayan birçok eleman içerir. Matris elemanlarının çoğu sıfırdan farklı olan 3 boyutlu bir olayı örnek alalım. Bu olayı yansıtan tasarım matrisi aşağıda gösterilmiştir.

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & 0 \\ 0 & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \tag{4.8}$$

Matris incelendiğinde tasarım matrisi sıfır olmayan bir çok elemana sahiptir. Bu matris, F.İ. ve T.P.'ler arasındaki ilişkilere uygulandığında şu şekilde bir sonuç elde edilir:

$$F\dot{I}_1 = A_{11}\,TP1 + A_{12}\,TP2 + A_{13}\,TP3$$
$$F\dot{I}_2 = A_{21}\,TP1 + A_{22}\,TP2 + 0.\ TP_3 \qquad (4.9)$$
$$F\dot{I}_3 = 0.\ TP_1 + A_{32}\,TP2 + A_{33}\,TP3$$

T.P.$_2$'deki basit bir değişiklik ile F$\dot{I}_2$'deki değişim başarılamaz. Çünkü T.P.$_2$, F.İ.$_1$ ve F.İ.$_3$'ü de etkilemektedir. Böyle bir tasarım açıkça aksiyom-1'i ihlal eder ve Bağlı tasarım olarak adlandırılır (Suh,1990).

4.4.3. Ayrılmış tasarım

Bir bağlı tasarım, ayrılmış tasarıma dönüştürülebilir. Bu uygulamada sık sık yapılan bir durumdur. Tasarım matrisinin "üçgensel" ($A_{12} = A_{13} = A_{23} = 0$) olduğu tasarım denklemi aşağıda gösterilmiştir.

$$\begin{Bmatrix} F\dot{I}1 \\ F\dot{I}2 \\ F\dot{I}3 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & 0 & 0 \\ A_{21} & A_{22} & 0 \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} TP1 \\ TP2 \\ TP3 \end{Bmatrix} \qquad (4.10)$$

Bu denklemde fonksiyonel ihtiyaçların bağımsızlığı, eğer tasarım parametreleri özel bir düzen içinde ayarlanırlarsa sağlanabilir. Ancak bu yaklaşımla aksiyom1 karşılanabilir. Burada fonksiyonel bağımsızlığın sürdürülmesindeki anahtar unsur, tasarım parametrelerinin sıralamasındaki karmaşıklıktır. Eğer ilk önce T.P.$_1$ değiştirilirse, F.İ.$_1$ deki değişiklik karşılanabilir. T.P.$_1$, F.İ.$_2$ ve F.İ.$_3$'ü etkileyeceği için, daha sonra F.İ.$_1$'i etkilemeden F.İ.$_2$'yi karşılamak için T.P.$_2$'yi değiştirebiliriz. Son olarak, F.İ.$_1$ ve F.İ.$_2$'yi etkilemeden F.İ.$_3$'ü karşılamak için T.P.$_3$ değiştirilebilir. Eğer sıralama tersine çevrilirse, yani F.İ.$_3$'ü karşılamak için T.P.$_3$'ün değiştirilmesini ilk önce, daha sonra da F.İ.$_2$'yi karşılamak için T.P.$_2$'yi değiştirseydik, bu durumda T.P.$_2$'yi değiştirirken F.İ.$_3$'te değişecekti.

Sonuç olarak; tasarım matrisinin üçgensel olduğu tasarım "ayrılmış tasarım" olarak adlandırılır ve bağımsızlık aksiyomuna uyar (Suh,1990).

4.5. Aksiyomatik Tasarım Yönteminde Aksiyomlar

4.5.1. Bağımsızlık aksiyomu

Kabul edilebilir bir tasarımda, bir tasarım parametresi diğer fonksiyonel ihtiyaçları etkilemeden ilgili fonksiyonel ihtiyacı sağlamak için düzenlenebilir. Bağımsızlık aksiyomu, tasarım amaçlarını karakterize eden bağımsız fonksiyonel ihtiyaçların minimum sayısı olarak tanımlanan fonksiyonel ihtiyaçların bağımsızlığının sürekli korunması gerektiğini savunur. İki ya da daha fazla fonksiyonel ihtiyaç olduğunda, tasarım çözümü diğer fonksiyonel ihtiyacı etkilemeden her bir fonksiyonel ihtiyacı sağlamalıdır. Bu da fonksiyonel ihtiyaçları sağlayan ve bunların bağımsızlığını koruyabilecek doğru bir tasarım parametre kümesinin seçimi anlamına gelir.

Bağımsızlık aksiyomuna göre 3 tür tasarım vardır. Bunlar ayrık, ayrılmış ve bağlı tasarım olarak adlandırılır. Sözü geçen tasarımlar, fonksiyonel gereksinimlerle tasarım parametresi arasındaki ilişkinin türüne göre tanımlanır. Aksiyomatik Tasarım yönteminde, fonksiyonel gereksinimlerle tasarım parametreleri arasındaki ilişki (4.11) eşitliğindeki gibi tanımlanmaktadır.

$$F.İ. = A\ \{T.P.\}, \qquad A = [\ a_{ij}]_{mxm} \tag{4.11}$$

Tasarım denklemlerini kullanarak Fonksiyonel İhtiyaçları ve Tasarım parametrelerini birbiriyle ilişkilendirirsek (4.12) ve (4.13) eşitliklerini elde ederiz.

$$A_{ij} = \frac{\partial F\dot{I}_i}{\partial TP_j} \tag{4.12}$$

$$\Delta F\dot{I}_1 = \frac{\partial F\dot{I}_1}{\partial TP_1}\Delta TP_1 + ... + \frac{\partial F\dot{I}_1}{\partial TP_n}\Delta TP_n$$

.

. (4.13)

$$\Delta F\dot{I}_n = \frac{\partial F\dot{I}_n}{\partial TP_1}\Delta TP_1 + ... + \frac{\partial F\dot{I}_n}{\partial TP_n}\Delta TP_n$$

Ayrık bir tasarımda fonksiyonel ihtiyaçlar onlara karşılık gelen tasarım parametreleri ile bağımsızca giderilebilir. Ayrılmış bir tasarımda ise ancak tasarım parametreleri doğru sırada yerleştirilirse fonksiyonel ihtiyaçlar giderilebilir. Bağlı bir tasarım ise fonksiyonel ihtiyaçların giderilme noktasını kesin olarak belirtmemektedir.
Bağımsızlık aksiyomu iyi bir tasarım için tasarım parametrelerinin her fonksiyonel ihtiyacı gideren parametrelerden seçilmesini savunur. Böylece T.P.'lerin ve F.İ.'lerin miktarları (adet bazında) eşitlenmiş olur. En iyi tasarım F.İ. ve T.P.'ler arasında bir kesin birebir ilişkilendirmeye sahiptir. Bu ayrık tasarım olarak bilinir.

Eğer T.P., F.İ.'yi etkilerse bu öğe sıfırdan farklı olur; etkilemezse sıfır olur. Bağımsızlık aksiyomu F.İ.'lerin tamamen bağımsız olduğunu gösteren köşegeninde sıfırdan farklı elemanlara sahip ayrık matris ile [A] doyuma ulaşır.

Fakat faktörlerin birbiriyle etkileşiminin çok yaygın olduğu sistemlerde tamamen ayrık tasarımı oluşturmak, çok da kolay olmayabilir. Tasarımda F.İ.'ler birden çok T.P. ile gideriliyorsa, sıfır olmayan öğeler köşegenin bir tarafında olup üçgensel bir alan oluşturduğu sürece, bu tasarım kabul edilebilir ve buna ayrılmış tasarım denir. Her F.İ.'nin belirli bir sırada tamamen tek bir T.P.'nin kontrolünde olduğu ayrık tasarımlar ayrıca bağımsızlık aksiyomunu da gerçekler.

Üçgensel forma dönüştürülemeyen diğer tasarım matris biçimleri, bağımlı F.İ.'lerin varlığını gösterir. Böylece tasarım aksiyomatik tasarıma göre kabul edilemez olur.

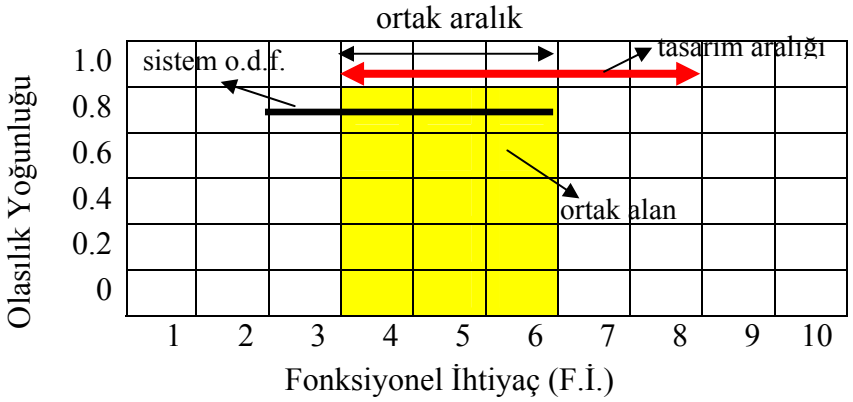
4.5.2. Bilgi aksiyomu

Bilgi aksiyomu; bağımsızlık aksiyomunu sağlayan tasarımlar arasından minimum bilgi içeriğine sahip tasarımın en iyi tasarım olduğunu savunur. Çünkü bilgi içeriği, olasılık terimleriyle tanımlanır, aynı zamanda ikinci aksiyoma göre gerçekleşme olasılığı en yüksek olan tasarım en iyi tasarımdır.

Bilgi içeriği I, verilen bir fonksiyonel ihtiyaç F.İ.'yi sağlama olasılığı ile tanımlanır. Eğer verilen bir F.İ.'yi sağlama başarısının olasılığı p ise, olasılıkla ilgili bilgi içeriği I, Eşitlik (4.14) ile ifade edilir:

$$I_i = \log_2 \frac{1}{P_i} = -\log_2 P_i \qquad (4.14)$$

Bilgi küçük birimlerle verilir. Aynı zamanda karşılanması gereken bir sürü fonksiyonel ihtiyaç olduğunda bilgi içeriğinin eklenebilmesi için logaritmik fonksiyon seçilmiştir. n tane F.İ. olduğundan toplam bilgi içeriği tüm bu olasılıkların toplamıdır. Tüm olasılıklar toplamı 1'e eşit olduğunda bilgi içeriği sıfırdır ve tersine bir ya da daha fazla olasılık sıfıra eşit olduğunda gerekli bilgi sonsuzdur. Bu olasılık düşük ise, fonksiyonel ihtiyaçları karşılamak için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulduğu anlamına gelir. Gerçekleşme olasılığı, F.İ. için tasarım aralığı (d_r) belirterek ve F.İ.'yi sağlayacak tasarım için sistem aralığını (s_r) belirleyerek hesaplanabilir. Şekil 4 'te bir F.İ.'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu uniform olduğunda, tasarımcının belirlediği "tasarım aralığı" ve sistemin gerçekleştirdiği "sistem aralığı"nın kesiştiği bölgenin kabul edilebilir çözümün bulunduğu alan olduğu görülmektedir.



Şekil 4.4: Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve F.İ.'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu (Özel ve Özyörük, 2007)

Sistem olasılık dağılım fonksiyonu uniform olduğu durumda F.İ.'nin gerçekleşme olasılığı eşitlik (4.15) ile hesaplanır:

p_i = ortak aralık / sistem aralığı (4.15)

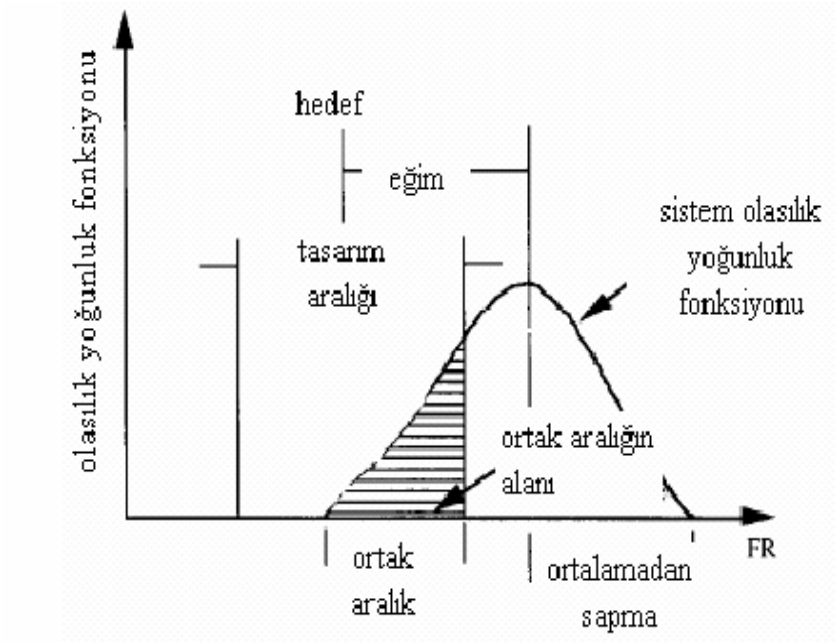
Eşitlik (4.15)'den hareketle bilgi içeriği şu şekilde hesaplanır:

$I_i = \log_2$ (sistem aralığı / ortak aralık) (4.16)

Eğer F.İ.$_i$ sürekli tesadüfi değişken ise, p_s (F.İ.$_i$) her F.İ.$_i$ için sistem olasılık yoğunluk fonksiyonu iken, tasarım aralığındaki F.İ.$_i$'yi gerçekleştirme olasılığı Eşitlik (4.17) ile hesaplanır :

$$p_i = \int_{dr_l}^{dr_u} p_s(F\dot{I}_i)dF\dot{I}_i \tag{4.17}$$

Eşitlik (4.17), sistemin olasılık yoğunluk fonksiyonunun integralini alarak bütün sistemin aralığının gerçekleşme olasılığını verir. (örneğin tasarım aralığının en düşük sınırı dr_l, üst tasarım aralığının sınırı dr_u)



Şekil 4.5: Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve F.İ.'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu (Özel ve Özyörük, 2007)

Şekil 4.5'de sistem aralığı belirlenmiş F.İ.'ye karşı bir olasılık yoğunluk fonksiyonu verilmiştir. Tasarım aralığı ve sistem aralığı arasındaki kesişim bölgesi ortak alan (Cr) olarak gösterilir ve bu alan sadece fonksiyonel ihtiyaçların sağlandığı bölgedir.

Sonuç olarak, sistem aralığının altındaki alanın, ortak aralığın altındaki alana bölümü, tasarımın belirlenmiş hedefinin gerçekleşme derecesinin olasılığına eşittir.

$$I = \log_2 (A_{sr} / A_{cr}) \quad (4.18)$$

Eşitlik (4.18)'de A_{sr} sistem aralığının altındaki alanı, A_{cr} ortak aralığın altındaki taralı alanı ifade eder. Sistem alanı, sistemin sahip olduğu özelliği, kesişim alanı ise sistemin sahip olduğu özelliklerin sistemden bekleneni ne oranda sağladığını göstermektedir. Genellikle $A_{sr} = 1,0$ olduğundan sağlanacak n tane F.İ. olduğu için bilgi içeriği Eşitlik (4.19) ile ifade edilir:

$$I = \log_2 (1 / A_{cr}) \quad (4.19)$$

BÖLÜM 5. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

5.1. A.A.S. Yöntemi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar:

Blair ve diğ. (2002) çalışmasında Amerikan ekonomisinin süregelen durgunluğundan kurtulup yeniden büyümeye geçmesinin ve canlanmasının 2001 yılından itibaren ne kadar sürede geçekleşebileceği tahmin edilmektedir. Seçenekler bileşenini oluşturan canlanma döneleri, üç ay, altı ay, on iki ay ve yirmi dört ay olarak belirlenmiştir. Çalışmayı yürüten analistler ülkenin makro ekonomisini etkileyen ana unsurları üç grupta toplamışlardır. Bunlar, toplam talep faktörü, toplam arz faktörü ve jeopolitik durum faktörüdür. Her bir temel faktörün altında bu bileşeni oluşturan elemanlar ortaya konmuştur. Yapı hiyerarşiye benzemesine rağmen sorunun A.H.S. ile değil de A.A.S. ile ele alınmış olmasının nedeni, seçenekler bileşeninin temel faktörler bileşenini etkilemesi yani yapıda geri beslemenin bulunmasıdır. Çalışmanın nihayetinde ulaşılan tahmini değerin gerçekle mukayese edilmesi ise 11 Eylül terör saldırısı nedeniyle mümkün olamamıştır.

Meade ve Sarkis (1998), lojistik ve tedarik zincirleri yönetim sistemleri için yapmış oldukları çalışmada, bir firmanın lojistik stratejisinin değerlendirilmesi üzerinde durmuşlardır. Başarılı lojistik stratejilerinin geliştirilebilmesi için, firmaların genel bir strateji belirleyerek üretim ve pazarlama gibi farklı fonksiyonlarını entegre etmesi şeklinde içe odaklanmanın yerine, tedarik zincirlerini entegre ederek dışa odaklanmaları gerektiği belirtilmektedir. Bu durumda, düşünülmesi gereken unsurlar arttıkça lojistik stratejisi kararlarının daha karmaşık hale geldiği vurgulanmaktadır. Bu karmaşıklı durumu problemin A.A.S. yöntemi ile irdelenmesini gerekli kılmaktadır. Çalışmada üç olası lojistik sistemi arasından bir tercih yapmak üzere organizasyonel tedarik zinciri ilişkileri, lojistiğin prensipleri ve bu prensiplerin elemanları şeklinde karar unsurları belirlenmektedir. Çalışmanın sonucunda ortaya çıkan değerler üç stratejiden hangisinin seçileceğini işaret etmektedir.

Meade ve Sarkis (1999) yukarıdaki çalışmaya benzer şekilde atik iş süreçleri için A.A.S. yöntemini kullandıkları bir çalışma daha gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, günümüzde değişim hızı çok daha fazla olan çevre koşullarında, rekabetteki liderliği sürdürebilmek için önerilen çözümlerden birinin "atik olmak" olduğu belirtilmektedir. Atik iş süreçlerinin farklı boyutlarını içeren değerlendirme modellerinin yararlı olduğu savunulmuştur. Çalışmadaki sorun, bir üretim organizasyonunun atik iş süreçleri ile ilgilenmesi üzerine ortaya çıkmış gerçek bir sorundur. Söz konusu firma, sınırlı bütçe ile rekabette sürekliliğini sağlamak için atik iş süreçlerini firma bünyesinde hangi şekilde en iyi yapılandırabileceği konusunda sistematik bir karar vermek istemektedir. Böyle bir kararın verilebilmesi için atik olmanın boyutları ve belirleyicileri sorunu oluşturan unsurlar olarak belirlenmiştir. Belirlenmiş olan unsurlar arasında soyut yani niceliksel olarak ifade edilemeyecek olanlar da bulunmaktadır. Firma, atik iş süreçlerinin yapılandırılabilmesi için üç farklı seçeneği değerlendirmek istemektedir. Bunlar; var olan süreçleri geliştirmek, bir çapraz-fonksiyonel eğitim programı yürütmek ve resmi bir kalite sistemi oluşturmaktır. Çalışmada ayrıca Saaty'nin önerdiğinden farklı olarak atik olmanın belirleyicilerinden oluşan bir kontrol hiyerarşisi de kullanılmıştır. Çalışmada ulaşılan sonuç değerlere göre atik iş süreçlerinin yapılandırılması için tercih edilen yöntem çapraz-fonksiyonel eğitim programının yürütülmesi olarak belirlenmiştir.

Sarkis ve Sundarraj (2002)'ın çalışmasında ise bir firmanın faaliyet merkezinin kuruluş yeri seçimi üzerinde durulmuştur. Bu çalışmada, bilgisayar ve elektronik pazarında dünya lideri olan bir firmanın onarım parçaları merkezini kurabileceği yerler değerlendirilmektedir. Çalışma kapsamında kuruluş yeri kararında etkili olarak belirlenen faktörlerin hem nicel hem de nitel olması nedeniyle, bu biçimdeki bir değerlendirmeye imkan tanıyan A.A.S. yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada faaliyet merkezinin kurulabileceği yerler; Amerika (U.S.), Asya-Pasifik 1 (A.P.-1) ve Asya-Pasifik 2 (A.P.-2) olarak adlandırılmıştır. Seçim kararını etkileyen yedi faktör ise; maliyet, ulaşılabilirlik, düzenlemeler, zaman, risk, çalışanlar ve stratejik unsurlar olarak ortaya konmuştur. Her bir bileşenin altında farklı sayıda eleman bulunmaktadır. Çalışmada A.A.S. yönteminin tercih edilme nedeni, bileşenler seviyesinde karşılıklı bağımlılıkların mevcut olmasıdır. Yöntemin çalışmaya

uygulanması neticesinde elde edilen değerlere göre, faaliyet merkezinin A.P.-1'de kurulmasına karar verilmiştir.

Agarwal ve Shankar'ın (2002), tedarik zinciri performansının geliştirilmesine yönelik çalışmasında ise, malzeme temin süresi, maliyet ve servis olmak üzere üç kontrol ölçüt kullanılmıştır. Tedarik zincirinin performansının değerlendirilmesi için pazarın hassasiyeti, süreçlerin entegrasyonu ve tedarikçilerle müşteriler arasındaki bilgi iletişimi şeklinde üç bileşen ve her bir bileşenin altında ilgili elemanları belirlenmiştir. Performansın arttırılması için önerilen seçenekler ise, yüksek teknolojiye yatırım yapmak, Malzeme İhtiyaç Planlama sistemine yatırım yapmak ve çevrim zamanlarını azaltmaktır. Çalışmada A.A.S. yönteminin uygulanması sonucu en yüksek üstünlük değerine sahip olan ileri teknoloji yatırımı seçilmiştir.

Alikalfa ve Özdemir (2003), AB-Türkiye ilişkileri konusundaki diğer bir çalışması, taraflar için, seçenek politikalar içerisinden en iyi politikanın belirlenmesine yöneliktir. Bu çalışmada B.O.C.R. kontrol ölçütleri kullanılarak her bir kontrol ölçütü altında ekonomik, sosyal ve politik açıdan karar vermede etkili olan alt bileşenler belirlenmiştir. Çalışma iki ayrı taraf için ayrı ayrı tasarlanarak, tam üyelik, üye olunmayan durum ve özel statü tanınması seçenekleri içinden hangisinin gerçekleşmesinin tarafların yararına olacağı hususu tartışılmıştır. Sonuç olarak Türkiye'nin tam üyeliğinin tarafların her biri için daha yararlı olacağı ortaya konmuştur.

Niemira ve Saaty (2004), çalışmalarında, kriz olasılığının tahmini için A.A.S. modeli uygulaması ortaya koymuşlardır. Oluşturulan modelde; politik olaylar, sistem dışı şoklar, iç dengesizlikler ve finansal kriz kaynakları olmak üzere dört ana küme ve bunların alt elemanları yer almaktadır. Kriz olma yada olmama durumları alternatifler kümesi içinde yer almaktadır. Modelin çalışıp çalışmadığının test edilmesi için ise geçmişe yönelik veriler kullanılarak, Amerika'da 1991 yılında ortaya çıkan kriz durumunun önceden tahmin edilebileceğini gözler önüne sermişlerdir.

Haktanır Ulutaş (2005), çalışmasında Türkiye için en uygun enerji politikasının belirlenmesi üzerinde durmuştur. Problemin ortaya konması aşamasında oluşturulan model çeşitli faktörlerin fayda, maliyet, risk ve fırsat boyutlarında değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Sonuç olarak organik madde, doğal gaz, güneş, su gücü, jeo-termal, kömür, nükleer, petrol ve rüzgar esaslı enerji kaynakları alternatiflerinden organik maddelerden elde edilen enerji türünün ağırlığı diğerlerine göre daha fazla çıkmış ve Türkiye için en ideal enerji politikası olduğu sonucuna varılmıştır.

Sarkis (1999), çevreye duyarlı üretim programlarının değerlendirilebilmesi amacıyla iki aşamalı bir sorun çözme yaklaşımı kullanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında sorunla ilgili temel faktörlerin organizasyonun amaçları üzerindeki etkilerini A.A.S. yöntemi ile değerlendirmiştir. İkinci aşama ise çok faktörlü bir verimlilik yaklaşımı olan Veri Zarflama Analizi'nden (V.Z.A.) oluşmaktadır. Sorunu oluşturan faktörlerin değerlendirilmesi farklı sayıda yönetici tarafından gerçekleştirilmiştir. Yöneticilerin her bir faktör için ortaya koymuş oldukları sınır üstünlük değerlerinin en küçüğü ile en büyüğü V.Z.A. ile çözüm yönteminin ilk bilgilerini oluşturmaktadır.

Sarkis ve Talluri (2002), iş süreçlerinin geliştirilmesinin değerlendirildiği bir çalışmalarında A.A.S. ve V.Z.A yöntemlerini aynı şekilde bir arada kullanmışlardır.

Partovi ve Corredoira'nın (2002), futbolun daha çekici hale getirilebilmesi için bazı kural değişiklikleri önerdikleri çalışmaları mevcuttur. Bu çalışmada Uluslar arası Futbol Federasyonu'nun özellikle dünya kupalarındaki azalan ilginin yeniden canlanmasını istediği belirtilmektedir. Bu amaçla farklı disiplinlerden gelen insanların oluşturduğu bir grup, topun özelliklerinden kalenin boyutlarına, oyuncu sayısından oyun içi kuralların yeniden düzenlenmesine kadar değişik öneriler sunmuşlardır. Futbolun izleyenler açısından durumunun ortaya konması ve ilginin canlanmasında rol oynayan faktörlerin değerlendirilmesi için Kalite Fonksiyon Yayılımı (K.F.Y.) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile çalışılırken faktörler arasındaki etkileşimlerin sayısal değerlerinin elde edilmesi noktasında A.A.S. yönteminden yararlanılmıştır.

Partovi (2006), bireysel çalışmasında, tesis yerleşiminde en uygun yerin seçimi için analitik bir model üzerinde durmuştur. Bu çalışmada karar verme sürecinde içe bağımlı ve dışa bağımlı ölçütler tesis yerleşimi probleminin çözümünde beraber ele alınmıştır. Modelin içe bağımlı bileşenleri üretim işletmesinin kritik iş süreçlerini, dışa bağımlı bileşenler ise müşteriler ve ihtiyaçları, rekabetçiler ve farklı yerleşim karakteristiklerini içermektedir. Çalışmanın bütününde K.F.Y., A.H.S. ve A.A.S. kullanılmıştır. K.F.Y. matrisleri, pazar payı, rekabet öncelikleri, kritik süreçler, yerleşim yeri özellikleri ve farklı yerleşimlerin satır ve sütunlarda birbirine bağlanmasıyla ortaya konmuştur. Oluşturulan her bir matrisin satır ve sütunlarında yer alan değişkenlerin ilişkilerinin boyutunu ortaya koymak üzere A.H.S. yönteminden faydalanılmıştır. Sonuçta, sütun değişkenleri arasındaki sinerjistik etkileşimin yoğunluğunu hesaplamak için A.A.S. yöntemine başvurulmuştur. Ortaya konulan model, diğer nitel stratejik karar süreçlerine de uygulanabilir şekle dönüştürülmüştür.

Sorun çözümünde A.A.S. ile birlikte kullanılan diğer bir yöntem Lee ve Kim (2001)'in bilgi sistemi projelerinin seçimi ile ilgili çalışmalarında görülen hedef programlama yöntemidir. Bu çalışmada olası bilgi sistemi projeleri arasından seçim yapma amacıyla kullanılan yöntem hedef programlamadır. Bununla birlikte, hedef programlama ile çözüme başlarken, karar vericiden amaçlar için erişilmesi istenen hedef değerlerinin belirlenmesi istenir. Bu çalışmadaki hedef değerler, amaçların A.A.S. ile değerlendirilmesinden elde edilmiş olan üstünlük değerleridir.

Karsak ve diğ. (2002) tarafından yapılmış olan çalışmada yeni bir ürün tasarımında üretici ve tüketici açısından en tatmin edici tasarıma ulaşabilmek için kalite fonksiyon yayılımı, hedef programlama ve A.A.S. yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Çalışmanın test edilmesi amacı ile kurşun kalem üretimi sorunu örnek olarak ele alınmıştır.

Aktar Demirtaş ve Üstün (2004), tedarikçi seçimi ve sipariş tahsisinde A.A.S. ve hedef programlama yaklaşımlarını bir arada kullanmışlardır. Çalışmada, en iyi tedarikçileri seçebilmek ve hedeflerden sapmayı en küçükleyecek şekilde uygun sipariş miktarlarını belirleyebilmek için sayılabilir ve sayılamayan faktörlerin de

modele dahil edildiği bütünleşik bir yaklaşım önerilmiştir. Tedarikçi önceliklerinin belirlenmesinde A.A.S. kullanılmıştır. Bir buzdolabı işletmesi ile çalışan dört farklı plastik enjeksiyon işletmesi, fayda, maliyet, fırsat ve risk (B.O.C.R.) kümelerinin altında yer alan 18 ölçüte göre değerlendirilmiştir. Tedarikçilerin kapasite kısıtı göz önünde bulundurularak, talep, bütçe, hatalı oranı ve toplam satış değerinden sapmayı en küçükleyecek şekilde hedef programlama modeli oluşturulmuş, böylece model kapasite ve farklı diğer kısıtları olan tedarikçilere uygulanabilir hale getirilmiştir.

Üstün ve Aktar Demirtaş (2004), Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti ve Rum Kesiminin kazanç ve kayıpları göz önüne alınarak Avrupa ve Dünya barışını da yakından ilgilendiren Kıbrıs sorununun çözümü ile ilgilenmiştir. Problemin karmaşık yapısı, çok ölçütlü bir problem olması, geribildirim, karşılıklı etkileşimler ve özellikle çok fazla niteliksel ölçütü içermesi nedeniyle çözüm yöntemi olarak A.A.S. kullanılmıştır. A.A.S. ile her iki tarafın alternatifleri, fayda, maliyet, fırsat ve risk (B.O.C.R.) ölçütlerine göre değerlendirilerek kazanç matrisleri oluşturulmuştur. Oyun teorisi kullanılarak her iki tarafın kazanç matrisleriyle birlikte problem, "iki kişili sıfır toplamlı olmayan oyun" şeklinde ele alınarak denge çözümler araştırılmıştır. Modelin çözümünden Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti için en iyi alternatifin 1980 Birleşmiş Milletler planı olduğu görülmüştür. Ancak Rum Kesimi için baskın alternatif Annan Planı olduğundan bir uzlaşamama sonucu ortaya çıkmaktadır. Mevcut durumun korunması Rum Kesiminin lehinedir. Türk tarafının bu dengeyi bozacak yönde bir tavır sergilemesi şarttır.

Oh ve diğ. (2009), haberleşme endüstrisinde hızlı teknik gelişim ve düzenleyici değişikler tarafından teşvik edilen çarpıcı değişimler süregeldiğini vurgulamıştır. Özellikle Kore'de, mobil hizmetlerin yayılma hızı %90'lar seviyesindeyken, yeni müşteriler için yeterli alan bulunmamaktadır. Buna ek olarak, günümüzün yeni hizmetleri piyasaya sürülmeden önce karar verme aşamasında birçok faktörden etkilenmektedir. Bu hususta karar vericiler için asıl mesele yeni bir hizmetin başarılı olup olamayacağı konusudur. Ancak, yeni bir servisin uygunluğunu değerlendirmek için bazı metotlar ortaya konulmuştur. Çok az sayıda çalışmada ise rekabetçi hizmetler arasında karşılaştırmalı avantajların değerlendirilmesi ele alınmıştır, fakat bazı metotlar temel olarak uzmanların öznel fikirlerine dayanmaktadır. Önerilen

model A.A.S.'nin avantajlarına dayanarak haberleşme hizmetlerini değerlendirmeye etki eden, haberleşme alanındaki hizmet sağlayıcılara kendi stratejileri noktasında yeni bir hizmet seçimine yardım eden çok boyutlu faktörleri dikkate almıştır. Ayrıca, değerlendirme ölçülerini genelleştirmek amacıyla modele dengeli sonuç kartı bakış açısı adapte edilmiştir. Ek olarak, Kore'de yeni bir görüntülü telefon hizmeti önerilen modele dayanılarak değerlendirilmiştir.

Tuzkaya ve diğ. (2008)'de, sakıncalı bir tesisin yerleşimi olası tutarsız ölçütler arasında yapılan bazı karşılaştırmalar ve birçok amacı içeren değerlendirme prosedürü şeklindeki problemlerin çözümü için çok yönlü bir problem olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada sakıncalı tesis yerleşim seçimine Analitik Ağ Süreci tekniğini önermiştir. Böyle bir tesisin yerleşim yeri için hangi ölçütlerin dikkate alınacağı, bu ölçütler arasındaki ilişkinin ne olacağı ve bunların ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin ve iki çevre örgütünün uzmanlarının görüşleri alınmıştır. Dört örnek yer değerlendirilmiş ve en uygun olan yer seçilmiştir. Daha sonra bu elde edilen sonuca duyarlılık analizi yapılmıştır.

Köne ve Büke (2007)'de, Türkiye'de sürdürülebilir kalkınma politikası kapsamında elektrik üretimi için en iyi yakıt karışımının belirlenmesi için Analitik Ağ Süreci modeli önerilmiştir. Önerilen model iki alternatif senaryoya uygulanmıştır. Bu senaryolar zayıf ve güçlü sürdürülebilirlik yönünden yapılandırılmıştır. Bu yapılandırma çevrenin korunması ve sürdürülebilir enerji kaynakları tedariki şeklindeki enerji üretiminin sürdürülebilirliğinin iki temel boyutu ışığında yapılmıştır. Modelin tüm alternatif senaryoları içinden Türk elektrik sektörü ithal doğal gaza bağlı olmasına rağmen en yüksek değerli alternatif yerel-yenilenebilir kaynak olan hidro enerji olmuştur. Nükleer enerjinin oranı henüz kullanılamamasına rağmen ikinci olarak bulunmuştur. Modelin sonuçları sürdürülebilir kalkınmanın başarılması için yenilenebilir enerji oranının yüklenmiş kapasite içinde daha da arttırılmasını önermiştir.

Yazgan ve diğ. (2009)'da, kurumsal kaynak planlama yazılımı seçiminin çok ölçütlü karar verme problemi olarak bilindiği vurgulanmıştır. Bu yazılım seçimi problemi ölçütlerin ve alt ölçütlerin ilişkilerini ve karşılıklı ilişkilerini göz önünde

bulundurmasından ötürü Analitik Ağ Süreci ile modellenmiştir. Kurumsal kaynak planlama yazılımı seçimi için model oluşturulurken birçok uzmanın fikri alınmış, sonrasında bu fikirler beklenen sonucun elde edilmesi için geometrik ortalama metodu gibi metotlarla tek bir değere çevrilir. Yazılım seçimi için de ihtiyaç duyulan uzman sayısını önerilen model ile azaltmak mümkündür. Önerilen model ile Analitik Ağ Süreci ve yapay sinir ağları modelleri ayarlandığında, yazılım seçimi tek bir uzmanın fikirleri kullanılarak kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Ek olarak, tek bir karar vericinin fikirlerinin öznelliğinden kaçınılacaktır. Yazılım önceliklerinin hesaplanmasında Analitik Ağ Süreci sonuçları kullanılarak geliştirilen yapay sinir ağları modeli denenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yapay sinir ağları modeli yazılım seçimi için uygun bulunmuştur.

Demirtaş ve Özgün (2008)'de, tedarikçi seçimi somut ve soyut faktörlerin her ikisini de içerin çok ölçütlü bir problem olarak tanımlanmıştır. Bu problemlerde, tedarikçiler kapasite ya da diğer kısıtlara sahipse iki problem ortaya çıkmaktadır. Hangi tedarikçi en iyisidir ve seçilen tedarikçiden ne kadar satın alma yapılacaktır? Bu çalışmada, somut ve soyut faktörlere göre en iyi tedarikçinin seçimi ve seçilen tedarikçiden satın almayı maksimize, maliyet ve hata oranını minimize edecek optimum miktarı belirleyen Analitik Ağ Süreci ve çok amaçlı karma tam sayılı lineer programlamanın entegrasyonu yaklaşımı önerilmiştir. Her bir tedarikçi için öncelikler Analitik Ağ Süreci kullanılarak hesaplanmıştır. Bir buzdolabı fabrikası ile çalışan dört plastik döküm firması on dört ölçüte göre değerlendirilmiştir. Tedarikçi öncelikleri ilk amaç fonksiyonu parametresi olarak kullanılacaktır. Bu çok amaçlı gerçek yaşam problemi iki farklı metot kullanılarak çözülmüştür. Sonuçta karar vericilerin düşünceleri göz önünde bulundurularak en tercik edilir baskın olmayan çözümler belirlenmiştir ve bu tekniklerle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Wu ve diğ. (2009)'da, hammadde maliyeti veya bileşen parçalarının maliyetinin ürün maliyetinin üzerinde olduğu durumlarda tedarikçi seçiminin işletme için kritik bir süreç haline geldiği belirtilmiştir. Aynı zamanda tedarikçiler işletmeden daha fazla sipariş alma stratejisi olarak toplu ürün satışını da önermektedirler. Böyle durumlarda, satın alma yöneticileri bu problemleri eş zamanlı olarak çözebilmek için karar verme araçlarına ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışmada Analitik Ağ Süreci ve

karma tam sayılı programlama yöntemleri kullanılarak tedarikçi seçimini optimize etmek için entegre çok amaçlı bir karar verme süreci önerilmiştir. Delphi metodu kullanılarak uzmanlardan elde edilen ölçütler, bir Analitik Ağ Süreci modeli oluşturulmasında kullanılmıştır. Sonuçlar birim başına maliyet ve hatalı ürün maliyetinin önemli bileşenler olduğunu göstermiştir. Analitik Ağ Süreci sonuçları tedarikçinin toplu ürün satışı stratejisini kullandığı durumlarda sipariş miktarını belirlemek için karma tam sayılı programlamada amaç fonksiyonunun katsayıları olarak kullanılmıştır. Kuramsal bir örnek üzerinde yapılan değerlendirme sonuçları tedarikçi seçimi için önerilen yöntemin faydalı olduğunu göstermiştir.

Ming-Lang ve diğ. (2009)'da, tedarik zinciri yönetimi stratejisinde uygun tedarikçi seçiminin karmaşıklık, soyutluk ve belirsizlik gibi değerlendirme ölçütlerine ihtiyaç duymasından ötürü zor bir konu olduğu belirtilmiştir. Bu yayın uygun tedarikçi seçiminde uzman gruba yardımcı olacak yeni bir hiyerarşik değerlendirme yapısı önermektedir. Değerlendirme yapısının mantığı çoklu ölçütlerin bulunduğu durumlarda belirli alternatifler kümesinden en uygun alternatifi seçebilen çok ölçütlü karar verme analizine dayanmaktadır. Analitik Ağ Süreci tekniği eş zamanlı olarak ölçütlerin bağımlılığını ve geri besleme ilişkilerini hesaba katabilmektedir. Baskılı devre kartı üreten bir işletmede uygulama çalışması gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar tedarik zinciri yönetimi açısından birincil ölçütlerin belirlenmesinde ve uygun tedarikçinin seçiminde etkin olmasından ötürü önerilen değerlendirme yapısının basit ve makul olduğunu göstermiştir.

5.2. A.T. Yöntemi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Gunasekera ve Ali (1995), bir metal şekil verme sürecinin tasarımı için hiyerarşik tasarım ve analiz yöntemi geliştirdi. Geliştirilen yöntem kavramsal tasarım, ilk tasarım ve son tasarımdan oluşan üç adımlı tasarım prosedürünü içermektedir. Kavramsal tasarım, kısıtlar altında analiz edilecek ve optimuma ulaştıracak parametrelere karar vermek için kullanılmıştır. Bu adımda, mümkün olduğu kadar tüm parametreler tanımlanır, tasarım alanı genişletilir ve daha sonra sistematik bir şekilde daha az önemli parametreler ortadan kaldırılarak tasarım alanı daraltılmaktadır. Aksiyomlarla tasarım yöntemi (özellikle bağımsızlık aksiyomu)

kavramsal tasarımların ortaya çıkarılmasında güçlü bir yöntem olduğu için, kavramsal tasarım aşamasında kullanılmak üzere seçilmiştir. İlk tasarım aşamasında basitleştirilmiş modeller kullanılırken son tasarım adımında ise tasarımın uygunluğunu ispatlamak için sonlu elemanlar yöntemi kullanılmıştır.

Suh ve diğerleri (1998), müşteri istekleri doğrultusunda ideal bir üretim sistemi tasarlamak için, yalın prensipleri içeren bir yöntemi Aksiyomatik Tasarım yaklaşımı kullanarak geliştirdi. Geliştirilen yöntem ile en üst düzeydeki fonksiyonel ihtiyacı (Fİ1) "yatırımın geri dönüşünü maksimum yapımını" karşılamak için kalite, maliyet ve teslim süresi ölçütlerini sağlayan bir üretim sisteminin tasarımı amaçlanmaktadır. Yöntem, karma ürünler üreten bir üretim sistemini tasarlamak isteyen tasarımcı için yol gösterici özelliğini taşımaktadır. Üretim sisteminin tasarlanmasında Aksiyomatik Tasarım yaklaşımını kullanan ilk çalışma olup bağımsızlık aksiyomunu kullanmıştır.

Cochran ve diğerleri (2000), üretim sistemi tasarımı ile performans ölçümü arasındaki sebep/sonuç ilişkilerini sistem tasarımı bakış açısıyla açıklayan bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma, Aksiyomlarla Tasarım yöntemi yardımıyla bir firmanın amaçlarına uygun performans ölçülerinin geliştirilmesini sağlayan, yeni bir stratejik performans ölçüm yöntemini içermektedir.

Chen ve diğerleri (2000), üretim hücrelerinin performansını arttırmak için simülasyon yöntemini de kullanan bilgi tabanlı bir karar destek sistemi geliştirdiler. Karar verme sürecini sağlayan hiyerarşik bir bilgi tabanlı yapıyı oluşturmak için Aksiyomlarla Tasarım yöntemi rehber olarak kullanılmıştır. Takip edilen bağımsızlık aksiyomu yardımıyla etkili ve tutarlı çözümler üreten bilgi tabanlı yapı sistematik bir şekilde oluşturulmuştur.

Suh (1995), ürün kalitesi ve süreç verimliliğini etkileyen ürün ve süreç tasarımı aşamasında verilen kararlara yardımcı olması için kavramsal bir çerçeve geliştirilmiştir. Önerilen yöntem, kaliteyi geliştirmek için kullanılan istatistiksel süreç kontrolü ve diğer yöntemlerin Aksiyomatik Tasarım yaklaşımı yani bağımsızlık ve bilgi aksiyomları ile tutarlı olmasını önermektedir. Ürünlerin kalitesini kontrol edebilmek için, bağımsızlık aksiyomu ve bazı teoremlere

dayandırılarak tasarım ölçütleri bu çalışma ile ortaya çıkarılmış ve tartışılmıştır. Bu ölçütler kullanılan bazı kalite kontrol yöntemlerinin kullanımına sınırlar getirmektedir. Çalışma ile ilave olarak, bir ürün veya süreç tasarımında birden fazla kabul edilebilir tasarım olduğu zaman, en iyi tasarımı seçmek için bilgi aksiyomunun kullanılması da önerilmektedir.

Cha ve Cho (1999), tasarımı mevcut olan bir DVD'yi değerlendiren ve yine bu DVD tasarımını Aksiyomatik Tasarım yaklaşımı ile geliştiren bir yöntemi sunmuştur. Önerilen yöntemle DVD performansının geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle, performans gelişimini sağlayan fonksiyonel ihtiyaçlar belirlenmekte ve Aksiyomatik Tasarım yöntemi ile DVD tasarımı geliştirilmektedir. Bu çalışma sırasında Aksiyomatik Tasarım yaklaşımının bağımsızlık aksiyomu kullanılmıştır.

Baxter ve diğ. (2002), bir tedarik tasarım sürecini desteklemek için Aksiyomlarla Tasarım yaklaşımı ile bir yöntem geliştirdi. Makalede tedarik zinciri sisteminin performansını değerlendirmek için maliyet, kalite, zaman, risk ve sorumluluk göz önünde bulundurulması gereken ana faktörler olarak belirtilmiştir. Yapılan çalışma ile Leeds üniversitesi öğrencileri tarafından yapılan formüla tipi tek kişilik yarış arabası için gerekli tedarik zinciri tasarımında Aksiyomatik Tasarım uygulaması ele alınmaktadır. Öğrencilerin arabaları tasarlamak, yapmak ve test etmek için 8 ay gibi kısa süreleri olduğundan, doğru parçanın en kısa zamanda ve en uygun maliyetle temin edilmesi oldukça önemlidir. Geliştirilen yöntemde uygulanan bağımsızlık aksiyomu ile tedarik zincirinin doğru parçaları temin etmesi sağlanmaktadır. Yine uygulanan bilgi aksiyomu, tedarik zincirinin başarması gereken kalite, maliyet, zaman, risk ve sorumluluk gibi faktörler arasında uzlaşmanın sağlanmasını amaçlamaktadır. Bu çalışma ile tasarlanan tedarik zinciri uygulanan sisteme özgüdür.

Kulak ve Durmuşoğlu (2004), fonksiyonel olarak yerleştirilmiş üretim sistemini hücrelerden oluşan üretim sistemine dönüştürmek isteyen tasarımcılar için Aksiyomlarla Tasarım prensiplerine göre hazırlanmış bütünsel bir yöntemi sunmaktadır. Bağımsızlık aksiyomuna göre geliştirilen bu yöntem, hücresel üretim sistemi dönüşüm sürecindeki tüm adımları sistematik bir biçimde sağlar. Ayrıca belirlenen performans ölçütlerine göre hücresel üretim sisteminin değerlendirilmesini

ve geliştirilmesini sağlayan geri besleme sistemini de içermektedir. Yöntem alüminyum esaslı merdiven, rampa ve köprü ürünleri üreten bir firmada uygulamaya alınmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen gelişmeler yine çalışma kapsamında gösterilmektedir.

Çelik ve diğ. (2009), teknik gemi yöneticileri için tersanelerin yerleştirme tesislerinde bir sistematik değerlendirme modeli, bir karar desteği oluşturmak ve etkili bir yöntem içinde bu sorumluluğu uygulamaya yönelik çalışmışlardır. Gemi yönetim şirketleri ve tersaneleri arasında en yakın ilişkiler, yeni gemilerin tasarım aşaması başlangıcı ile başlamakta ve faaliyette bulunan gemilerin yaşam döngüsü boyunca devam etmektedir. Gemi bakım programının içeriği içinde en büyük lojistik dağıtımı olarak kabul edilen periyodik yerleştirme tesisleri gemi sahipleri tarafından kritik süreçlerdir. Dolayısıyla bu süreç, zaman ve maliyet kısıtları göz önünde tutularak servis kalitesi, kapasite kısıtlaması ve coğrafi avantajlar gibi çeşitli beklentilere cevap vermek için iyi planlanmalı ve organize edilmedir. Bu nedenle gemi yönetim şirketleri için, bu seçim probleminin en uygun tersanelerin bulunması için birçok ölçüt bakımından giderek önemi artmaktadır. Çok amaçlı bulanık Aksiyomatik Tasarım yaklaşımı gemi tersaneleri arasındaki seçimler için kullanılmıştır. Bu nedenle Bulanık Aksiyomatik Tasarımda her bir ölçütün tasarım aralığı tanımlanır. Bu yayının asıl katkısı Bulanık Aksiyomatik Tasarım çerçevesinde grup kararlarını yöneten şartların geliştirilmesinde ve denizcilik endüstrisinde gerçek bir durum için uygulamanın yapılmasında görülmüştür.

Kulak ve diğ. (2005), geleneksel üretim sistemini süreç eğiliminden Aksiyomatik Tasarım prensiplerine dayanan hücresel eğilime değiştirmeye hazır olanlar için bir çerçeve ve bir yol haritası sağlar. Geri besleme mekanizmasının sürekli iyileştirilmesi için önceden seçilmiş performans ölçütlerine karşı hücresel tasarımı geliştirmek ve değerlendirmek için önerilmiştir. Bir üretim şirketinde, önerilen yöntemin tam uygulanması ve çıkan performans iyileştirmeleri de verilmektedir.

Zhang ve diğ. (2007), Aksiyomatik Tasarımın iyi bir tasarım elde etmek için etkili araçlar ve mantıksal analiz süreçleri sağlayabildiğine değinmişlerdir. Fakat Aksiyomatik Tasarımda sınırlamalar vardır. Örneğin, hem fonksiyonel yapılı model

henüz standartlaştırılmamış hem de tasarım problemlerini çözebilen yöntem bulunamamıştır. Bu çalışmada, Aksiyomatik Tasarımda çalıştırılan kolaylaştırıcı teknolojilerde olduğu gibi temel fonksiyon ve TRIZ 'in bütünleşmesi önerilir. İlk önce, modelleme için zikzaklı haritalama kullanılmasıyla elde edilen fonksiyon-yapı modelinin farklılıklarını büyük miktarda azaltmak amacıyla temel fonksiyonla başlanmıştır. İkinci aşamada, tasarımda problem çözümü için teorik temel olarak, TRIZ'de çelişki, gelişim ve etkideki anahtar kelimeler ve temel fonksiyon birleştirilmiştir.

Durmuşoğlu ve Kulak (2008), Aksiyomatik Tasarım prensipleri kullanılarak etkin işleyen bir ofis tasarımı için bir yöntem geliştirmiştir. Aksiyomatik Tasarım, tasarım hedefleri biçimlendiği zaman tüm gerekli bilginin iyi anlaşılan modellerinin kullanımına izin vermektedir. Bu prensipler ofis hücreleri tasarlamak için kullanılmış ve bu yöntemin ofis işlemlerini iyileştireceği ve rekabetçiliğe, müşteri tedarik süresinin kısaltılması ile katkı sağlayacağı öne sürülmüştür. Gerçek dünya uygulaması sonuçlarıyla beraber hücre biçim ve işleminden oluşan ofis hücre tasarımında uygulanan yöntemin detaylı bir tanımlaması sunulmuştur. Yöntem çok miktarda, katma değeri olmayan alternatifleri elimine ettiği için, bulgular yöntemin ofis işlemlerini geliştirmekte iyi çalıştığını göstermiştir.

Kahraman ve Çebi (2008)'de, Aksiyomatik Tasarım, istenilen fonksiyonlar ve temin edilen araçlar arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla tasarım nesneleri ve aksiyomlar seti tanımlamak için bir çerçeve sağlar nitelikte tanımlanmıştır. Aksiyomatik Tasarımda bulanıklık, bulanık ortamda alternatifleri değerlendirmek amacıyla bazı araştırmacılar tarafından ele alınmıştır. Bu çalışmada, üç önemli araç eksikleri gidermek amacıyla Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemine eklenmiştir. Birincisi hiyerarşik yapıları göz önüne alma kabiliyetine sahip hiyerarşidir. İkincisi bulanık ortamda pozitif bilgiyi hesaba katma yeteneğine sahip keskinlik aracıdır. Sonuncusu sıralama yeteneğidir. Esasen Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemi çok ölçütlü karar verme problemlerinin tüm çeşitlerinin çözümünde kullanılmak için geliştirilmiştir. Ayrıca bir üniversite asistanı seçim problemi geliştirilen yöntemin kullanılırlığını göstermek için yapılmıştır.

Bang ve Heo (2009), Aksiyomatik Tasarım teorisi pratik kullanımı öne sürmek amacıyla nano-akışkanların tasarımını sistematikleştirmekte kullanılmıştır. Termik akışkan sisteminde nano-akışkanlar için deneysel veriler, yeni akışkanların termal performans yönünden ısı transfer akışkanlarının gelişmiş hale gelmesinin sağlandığı gösterilmiştir. Katı-sıvı karışımları, termik özelliklerin arttırılması süresince termik akışkan sistemlerin ekonomik kullanım için maliyet pompalama yönünden kaçınılmaz bir dezavantajı meydana koymaktadır. Ayrıca literatürde bulunan deneysel veriler arasında uzlaşma eksikliği bulunmaktadır. Mevcut çalışmada nano–akışkanların gelişiminde hiçbir anlaşılabilir tasarım stratejisi olmayacağını bulunmuştur. Aksiyomatik Tasarım teorisinin bağımsızlık aksiyomuna göre işlevsel gereksinimler ve nano-akışkanlar sisteminin parametreleri arasındaki aşırı bağlar tüm sistemin fonksiyonel amaçlarının karşılanmasını engellemiştir. Nano-akışkanların parçaları doğal olarak bağlanmış olmasına rağmen, nano-akışkan parçaları Aksiyomatik Tasarım prensiplerinin yardımıyla bağlantı düzeyinin elimine edilmesi ve / veya azaltılması mümkündür. Aksiyomatik Tasarım açısından bu, nano-akışkan sistemin fonksiyonel başarı ışığında uygulanır olduğunun tespit edilebileceğini ifade etmektedir. Bu çalışma, nano-akışkan araştırmasında standart bir iletişim protokolü kurmak için katkıda bulunmuştur.

Cavique ve Coelho (2009), Aksiyomatik Tasarımı yeni tasarım nesneleri geliştirmeye yardımcı olan ve tasarımın kalitesinin değerlendirilmesine olanak sağlayan bir teori olarak tanımlamıştır. Bu yazının amacı sıcak havalandırma ve klima sistemlerinin tasarımı ve bazı özel uygulamalarının tasarım kalitesi hakkında sonuçlara ulaşmak için bu teoriyi uygulamaktır. Odak noktası güney Avrupa iklimlerinde ticari yapılarda enerji tüketimi ve konfordur. Tartışma fanlı ısıtıcılar, indüksiyon üniteleri ve soğuk tavanlar gibi termal üniteler ile birlikte değişken hava debisi sistemlerinin ve özel açık hava sistemlerinin kısa bir açıklamasını içermektedir. İlave olarak, ekstra soğutma aracı sağlamak amacıyla bazen özel açık hava sistemleri tasarımı çok fazla soğutulmuş açık hava içermelidir.

Gonçalves-Coelho ve Mourao (2007), Aksiyomatik Tasarımın her bir ürün ve ilgili üretim süreci arasındaki ilişkinin seçimi için nasıl imkan sağladığını göstermektedir. Aksiyomatik Tasarımın bilgi aksiyomunun mekanik bir bileşenin izleyen detaylı

tasarımını seçmek için en uygun üretim süreci seçimine uygulanışı bir örnek olarak tanımlanmıştır.

Lee ve diğerleri (2007)'de, makine kontrol sistemi gelişimi üzerine çalışılmıştır. Makine kontrol sistemi gelişimi geliştiricinin tecrübesine ve deneme yanılmasına bağlıdır. Bu özel yaklaşım uzunca ve maliyetli bir geliştirme periyodu ile sistem geliştirmenin başarısını baltalar ve muhtemelen bir iyileştirme ve bakım çevrimi ile sonlanır. Sonlandırılmış sistem ayrıca değiştirilebilirliğini ve yeniden kullanılabilirliğini kaybeder. Bu yayın makine kontrol sistemlerinin sistematik tasarım ve uygulaması için Aksiyomatik Tasarıma dayanan bir yapı sunmaktadır. Sistem tasarımı konularının farklı seviyeleri bu yapısal yaklaşımda gösterilmiştir. Bu yayında sunulan metodolojiye dayanarak, endüstriyel ölçüde bir Kimyasal-Mekanik Parlatma makinesi için bir kontrol sistemi geliştirilmiştir.

Tang ve diğerleri (2008), Aksiyomatik Tasarım ve tasarım yapı matrisinin entegrasyonu ile ilgili çalışılmıştır. Aksiyomatik Tasarım ve tasarım yapı matrisi, en ilişkili araştırmaların sadece bunların temel fikirlerini uyguladığı iki popüler tasarım metodudur. Bu yayın Aksiyomatik Tasarım ve tasarım yapı matrisinin her ikisinin dezavantajlarını analiz etmektedir. Aksiyomatik Tasarım metodu tasarımcıya fonksiyonel gereksinimlerin karşılanacağı uygun tasarım parametrelerini bulmada rehberlik etmektedir. Fakat Aksiyomatik Tasarım tasarımcıyı tasarımın kalitesine karar verdirecek geometriyi, 3 boyutlu çıktıyı, arayüzü (örneğin mantıksal ve fiziksel bağlanırlık) içeren tasarım parametrelerini bilebilmesi konusunda desteklemez. Tasarım yapı matrisi mevcut ürün bileşenleri arasındaki etkileşimli ilişkiyi kaydetme ve analiz etme avantajına sahiptir. Ancak, kavramsal tasarım aşamasında ya da daha önceden hiç tasarlanmamış yeni bir ürün için tasarım yapı matrisi kullanmak zordur.

Derinlemesine gözlemler sonrasında, Aksiyomatik Tasarım ve tasarım yapı matrisi arasında güçlü tamamlayıcılar olduğu bulunmuştur ve her iki tarafın entegrasyonu daha kaliteli tasarım için desteklenmiştir. Bu çalışmanın ana çıktısı Aksiyomatik Tasarım ve tasarım yapı matrisi arasında mantıksal entegrasyonun biçimsel yorumudur. Bu entegrasyon durumu altında, tasarım süreci Aksiyomatik Tasarımın tasarım matrisi ve buna ilişkin tasarım yapı matrisinin tekrarlayan etkileşimi olarak

görülmektedir. Bu yolla, Aksiyomatik Tasarım ve tasarım yapı matrisi birbirinden faydalanabilir. Bir bilgisayar destekli kavramsal tasarım sistemi önerilen entegrasyonu gerçekleştirmek için geliştirilmiştir.

Heo ve Lee (2007), Aksiyomatik Tasarım kullanılarak nükleer enerji santrallerinde acil durum soğutma sistemlerinin tasarım sürecini inceleyecek bir metodoloji önermektedir. Bu özellikle hassasiyetleri belirlemede ve çözümler üretmede önemlidir. Kore'de orta düzey güç reaktörünün geliştirilmesinden meydana getirilen ileri güç reaktörü acil durum soğutma sistemine dahil edilmiştir. Acil durum soğutma sisteminin performans ve güvenliğini arttırmak için, bağımsızlık ya da fazlalık gibi farklı tasarım stratejileri uygulanmıştır.

Aksiyomatik Tasarım açısından tasarım stratejilerinin yayılımını değerlendiren alternatif bir bakış açısı önerilmiştir. Aksiyomatik Tasarım, tasarım süreçlerini düzenlemek için iki tasarım temeli ve görüntüleme araçları önermektedir. Aksiyomatik Tasarımın önemli bir faydası tasarım stratejilerinin yayılımı için uygun öncelikleri sağlayabilmesidir. Aksiyomatik Tasarım tarafından oluşturulan tersine mühendislik, tasarım stratejileri koordinasyonunun nükleer santralin acil durum soğutma sistemlerinin tasarım sürecinin geliştirildiğini gösterebilmiştir.

Özel ve Özyörük (2007)'de, bir beyaz eşya üretici firması için tedarikçi firma seçimi problemi ele alınmış ve problemin çözümü için Aksiyomatik Tasarım yöntemi önerilmiştir. Aksiyomatik Tasarım karar verme sürecinde hem nicel hem de nitel ölçütlerin dikkate alınmasını gerektiren problemlerin çözümünde kullanılabilecek çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden birisidir.

Bu çalışmada Aksiyomatik Tasarımın bilgi aksiyomuna dayanarak alternatif tedarikçiler arasından minimum bilgi içeriğine sahip olan tedarikçi firmanın seçimine yönelik bir uygulama yapılmıştır. Tedarikçi seçim sürecini etkileyen ölçütlerin bir kısmı sayısal verilerle ifade edilemediği için değerlendirme üçgensel bulanık sayılar ile yapılmış ve değerlendirmede bulanık Aksiyomatik Tasarım kullanılmıştır. Ayrıca ölçütlerin kendi aralarında önceliklerinin olduğu durum göz önüne alınarak Ağırlıklı

Bulanık Aksiyomatik Tasarım kullanılmış ve her iki yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır.

Çebi ve diğerleri (2008)'de, Bulanık Bilgi Aksiyomu yöntemi kullanılarak gemi makine dairesindeki farklı nitelikteki sistemler için karakteristik ve fonksiyonel özellikleri doğrultusunda entegre bakım-onarım yönetimi gereksinimi ortaya konulmuştur. Teknik sistemlerin verimliliği, güvenilirliği ve ekonomik ömrü gibi kritik parametreler bakım-onarım faaliyetlerinin etkinliği ile doğrudan ilişkilidir. Pratikte bu süreç; işletilen sistemin karakteristik özellikleri doğrultusunda farklı bakım yaklaşımlarından uygun olanın seçilmesi ile oluşturulan bakım-onarım yaklaşımları çerçevesinde yürütülmektedir. Uygulanan karar modeli çıktıları kullanılarak, mevcut durumda planlı bakım sistemi uygulanan ticari gemiler için genişletilmiş ve daha etkin bir bakım-onarım yönetimi sistematiği oluşturulmuştur.

Çebi ve diğerleri (2009), Analitik Ağ Süreci yönteminin uygulamalarında alternatif sayısının belirli bir sınırı aşması durumunda karar modeli çıktılarının tutarlığında belirgin sapmalar görülmesinden dolayı bu çalışma ile sorunun aşılması hedeflenmiştir. Analitik Ağ Süreci yöntemi üzerine bilgi aksiyomu açılımı olarak önerilen melez bir yaklaşımla karar ölçütleri ağırlıklandırılırken bilgi aksiyomu yöntemi ile alternatifler değerlendirilmektedir.

Önerilen yaklaşımın alternatif sayısının fazla olduğu ve ölçütler arası ilişkilerin mevcut olduğu karar verme problemlerinin çözümüne katkı sağlaması beklenmiştir. Yapılan çalışmada İstanbul'da yapılacak bir alışveriş merkezi için uygun bölgenin seçimi belirlenen ölçütler doğrultusunda önerilen yöntem ile gerçekleştirilmiştir.

Kulak ve Kahraman (2005)'e göre, Aksiyomatik Tasarımda temel kavram tasarım aksiyomlarının varlığıdır. Bu aksiyomların ilki bağımsızlık aksiyomu ve ikincisi bilgi aksiyomudur. Bilgi aksiyomu minimum bilgiye sahip olan en iyi alternatifin seçimine çözüm getirir. Analitik Hiyerarşi Süreci bazı ölçütler verilen bir alternatifler seti arasındaki en iyi seçim için bir karar alma metodu olan diğer çok ölçütlü yöntemdir.

Bu metot özellikle geniş ölçekli çok ölçütün göz önünde bulundurulduğu ve çoğunlukla öznel alternatiflerin değerlendirildiği problemlerde kapsamlı şekilde uygulanmıştır. Çok ölçütlü taşımacılık şirketi seçimi etkin tedarikçi zinciri için çok önemli bir işlemdir. Tanımlanan ölçütler altında çok ölçütlü Aksiyomatik Tasarım ve analitik hiyerarşi sürecinin her ikisi de kullanılarak en iyi şirket seçimi gerçekleştirilecektir. Bulanık çok ölçütlü Aksiyomatik Tasarım yaklaşımı geliştirilir ve literatürdeki bulanık analitik hiyerarşi süreci metotlarından biriyle karşılaştırılır. Bu seçim süreci keskin Aksiyomatik Tasarım ve bulanık Aksiyomatik Tasarım içeren bir yazılım yardımıyla başarıyla tamamlanmıştır.

BÖLÜM 6. UYGULAMA: ANALİTİK AĞ SÜRECİ, AKSİYOMATİK TASARIM VE AĞIRLIKLANDIRILMIŞ AKSİYOMATİK TASARIM YAKLAŞIMLARI İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Bu çalışmanın yapılmasındaki amaç, tedarikçi seçiminde sıklıkla kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olan A.A.S. yaklaşımı kullanılarak elde edilen çözüm ile tedarikçi seçimi problemlerinde literatürde henüz az sayıda uygulama alanı bulmuş A.T. yaklaşımı çözümünün kıyaslanmasıdır. Bu bağlamda A.T. yaklaşımının tedarikçi seçiminde kullanılabilirliği ortaya konmaya çalışılmıştır. Sonrasında bu iki yaklaşımın bütünleştirilmesiyle, A.A.S. yaklaşımından elde edilen ağırlıların kullanılarak Ağırlıklandırılmış A.T. yaklaşımı ile yeni bir değerlendirme yapılmıştır.

Tezin uygulama aşamasında otomotiv sektöründe iç dekorasyon imalatı yapan bir işletmede koltuk kılıfı için tedarikçi seçimi gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında tedarikçi seçimi için A.A.S., A.T. ve Ağırlıklandırılmış A.T. yaklaşımları kullanılmıştır. Tedarikçi seçimi için işletmenin göz önünde bulundurduğu ölçütler doğrultusunda tedarikçiler işletme çalışanları tarafından değerlendirilmiş, bu değerlendirmeler ile de hesaplamalar üç yaklaşım ile ayrı ayrı gerçekleştirilerek tedarikçi seçimi yapılmıştır.

Uygulama aşamasında, tedarikçi seçimi için işletme açısından önem taşıyan ölçütler işletme ile görüşülerek belirlenmiştir. Bu ölçütler aşağıdaki gibidir.

1. Fiyat: Tedarikçi seçimi yaparken müşteri açısından en önemli ölçüt olarak öne çıkmaktadır. Her firmanın satın alma departmanın amaçlarından biri en düşük maliyete sahip ürünü satın alabilmektir.

1.1. Ürün Birim Fiyatı: Ürünü oluşturan tüm bileşenlerin fiyatlarının ayrıntılı olarak görülebildiği ve tedarikçi firmaların tedarikçi seçimi gerçekleştirilen firmaya bir araçlık koltuk kılıfı seti için verdikleri fiyatları ifade etmektedir. Alternatif tedarikçilerden alınan fiyatlar birbirleriyle kıyaslanarak ikili karşılaştırmalar yapılmıştır.

2. Geçmiş Performans: Tedarikçi seçimi yaparken seçimi yapan firma tedarikçilerin geçmiş performanslarını göz önünde bulundurmaktadır. Geçmiş performans uygulamanın gerçekleştirildiği firma açısından üç ana başlık altında ele alınmıştır .

2.1. Tedarikçi Firmaların Aldığı Cezalar: Tedarikçi müşterisine karşı anlaşmalarla belirlenen çerçevede bazı yükümlülüklere sahiptir. Anlaşma şartlarına göre tedarikçi firmalara ürünü zamanında ve beklenen kalitede teslim etmediği koşullarda bir takım yaptırımlar uygulanır. Bu yaptırımların bir kısmı para cezası olurken bir kısmı ise P.P.M. adı verilen hata oranı ile ilgilidir. Bu ölçütte karşılaştırma yapılırken tedarikçilerin geçmişte aldığı cezalar müşteri satın alma departmanı tarafından değerlendirilmiştir.

2.2.Firmanın Fiyat Değişkenliği: Müşteri gözünde fiyatlarların geçmişteki değişkenliği tedarikçiler değerlendirilirken önemli bir noktadır. Alternatif tedarikçiler daha önceden tedarikçi seçimi yapan firmayla çalışmışlarsa geçmişteki bir ürün seti için verdiği fiyatlar diğer tedarikçilerin fiyatları ile karşılaştırılır. Tedarikçilerin fiyatlarındaki tutarlılık ve az kırılganlık firma gözündeki yerini belirler. Bu ölçütte değerlendirme tedarikçi firmaların daha önceden vermiş oldukları fiyat oranlardaki değişim aralıkları göz önünde bulundurularak göreli biçimde değerlendirilmiştir.

2.3. Ürün Değişimine Hızlı Yanıt Verebilme: Dinamik üretim süreçlerinde ürün tasarım aşamasında müşteriler tedarikçilerden hızlı geri dönüşler almak isterler. Bu amaçla tedarikçilerin proje ekiplerinin, müşterilerinin ürün tasarım değişim taleplerine cevap verebilecek yapıda olması istenir. Buradan hareketle tedarikçi firmaların müşteri firmanın tasarım taleplerine verdikleri geri dönüş hızları göz önünde bulundurularak, geçmiş veriler ışığında değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

3. Ürün Kalitesi: Kalite, günümüzde işletmeler tarafından stratejik bir kavram haline gelirken, tüketiciler tarafından tercihleri belirleyen ana unsurlardan biri haline gelmiştir. Bir ürünün kalitesi, tüketici ihtiyaçlarını en ekonomik düzeyde karşılamayı amaçlayan mühendislik ve imalat özelliklerinin bileşenlerinden oluşmaktadır. Bu nedenle ürün kalitesini etkileyen unsurlar aşağıdaki gibi iki ana başlık altında ele alınmıştır.

3.1. Hammadde kalitesi: Kalite ve güvenlik standartları birçok sektörde olduğu gibi otomotiv sektöründe büyük öneme sahiptir. Değerlendirilmesi yapılan üründe kullanılan hammadde olan kumaş için istenilen kalite ve güvenlik standartları oldukça yüksektir. Hammadde (kumaş) değerlendirilirken yanmazlık, metrekaredeki ağrılığı, renk, dokuma kalitesi, esneklik su geçirgenliği ve laminasyon kalitesi vb. gibi ölçütler ön plana çıkar. Bunlar firma kalite departmanı çalışanları tarafından göz önünde bulundurularak alternatif tedarikçiler göreceli olarak değerlendirilmiştir.

3.2. İşçilik: Kılıf yoğun iş gücü kullanılarak oluşturulan bir ürün çeşididir. Bu tür ürün gruplarında istenilen kalite standardını sağlayabilecek yetkin, deneyimli iş gücüne ve yeterli makine teçhizata ihtiyaç vardır. Tüm bunlar ürün kalitesini oluşturan alt unsurlardır. Ürün kalitesinde işçiliğin değerlendirilmesi tedarikçi firmaların deneyim ve tecrübeleri göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir..

4. Stratejik Karar: Sınırlı ve giderek düşen kar oranları, aşırı kapasite, küreselleşme zorunluluğu ve yeni teknolojilerin geliştirilmesinde giderek artan maliyetler, gelişen rekabetçi ortamda satın alma politikalarını önemli hale getirmiştir. Bunlar firmaların sektör içersindeki varlığını devam ettirebilmesi açısından hayati öneme sahip olan stratejik kararlardır. Müşteri tarafından tedarikçi seçimine etki eden faktörler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

4.1. Piyasa Rekabet Koşulları: Gelişen piyasa koşullarında aynı ürün kalemlerini üreten birçok firma mevcuttur. Bu ortamda tedarikçi firmalar müşteriye hammadde sağlarken aynı zamanda müşterinin rakibi konumunda olabilir. Bu nedenle tedarikçi belirlemede satın alma departmanı için tedarikçi firmaların piyasa konumları da belirleyici bir ölçüt olarak ön plana çıkmaktadır. Bu ölçütün

değerlendirmesi satın alma departmanı tarafından tedarikçi firmaların piyasadaki konumları göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

4.2. Lojistik Konum: Günümüzde tüm sektörlerde firmalar maliyetlerini düşürmek için stok miktarlarını minimum seviyeye çekmektedir. Bu nedenle tedarikçi seçiminde firmalar lojistik konuma da önem vermektedir. Bu durum malzeme temininin sorunsuz ve en kısa sürede sağlanması açısından stratejik öneme sahiptir. Bu bağlamda değerlendirme yapılırken alternatif tedarikçilerin müşteriye olan mesafesi baz alınmıştır.

4.3. Kurumsal Yapı: Müşteri tedarikçi seçerken aynı zamanda çalışacağı firmanın sahip olduğu şirket politikalarına da önem vermektedir. Sektörün çalışma anlayışını benimseyen ve sektörün ihtiyaçlarına hızlı şekilde cevap veren politikalar üreten tedarikçiler müşterinin seçiminde etkin rol oynar. Bu durum göz önüne alınarak tedarikçilerin kurumsal yapıları müşteri firma çalışanları tarafından kıyaslanmıştır.

4.4. Ekonomik Koşullar: Değişen piyasa koşullarında firmalar maliyetlerini düşürücü önlemler almak amacıyla bazı ticari kararlar almak durumunda kalabilirler. Bu durum ürün gruplarının tedarikçisinin değiştirilmesi gibi sonuçlar doğurabilmektedir. Burada tedarikçi firmanın fiyat politika anlayışı, değişen ekonomik koşullar karşısında müşterisini koruma isteği belirleyici olmaktadır. Tedarikçi firmaların bu koşullardaki tutumları müşteri firma tarafından değerlendirilmiştir.

Belirlenen ölçütler doğrultusunda işletme çalışanları tedarikçileri değerlendirmiş ve tedarikçi seçimi için hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

6.1. A.A.S. Yaklaşımıyla Tedarikçi Seçimi

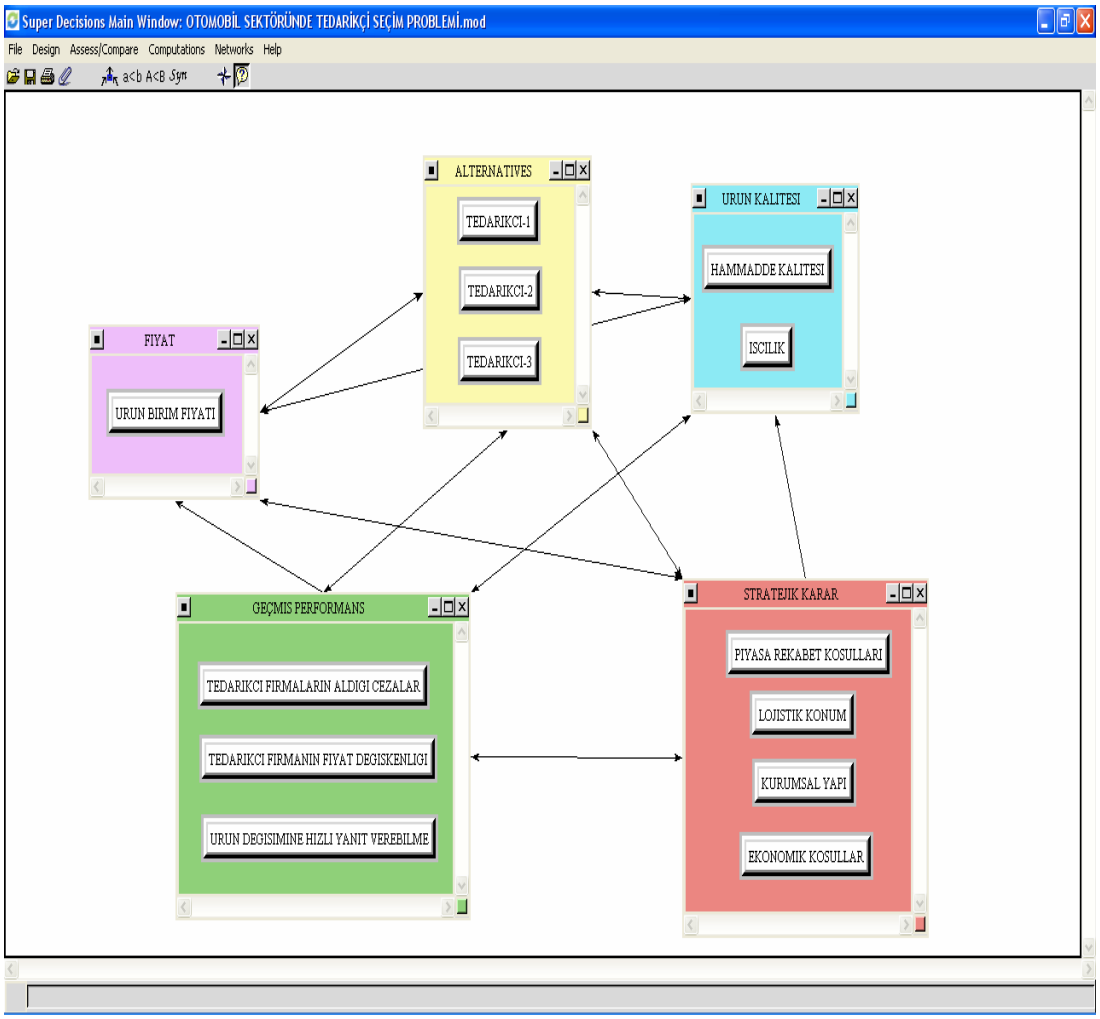
Tedarikçi seçimi probleminin çözümüne etki eden bileşenlerin, fiyat, geçmiş performans, ürün kalitesi ve stratejik karar olarak ele alınması gerektiği ortaya koyulmuştur. Bu bileşenlerin elemanları ise fiyat bileşeni için ürün birim fiyatı, geçmiş performans bileşeni için tedarikçi firmaların aldığı cezalar, tedarikçi firmanın fiyat değişkenlikleri, ürün değişimine hızlı yanıt verebilme, ürün kalitesi bileşeni için

hammadde kalitesi, işçilik, stratejik karar bileşeni için piyasa rekabet koşulları, lojistik konum, stratejik karar ve ekonomik koşullar olarak belirlenmiştir Bu bileşenlerin kendi içlerinde ve farklı bileşene ait elemanlarla da etkileşim içinde olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle çözümü kurulan karar probleminin gerçek sistemle daha çok benzerlik göstermesinden dolayı A.A.S yöntemi tercih edilerek probleme adapte edilmiştir.

Çalışmanın ilk aşaması daha önceden belirlediğimiz ölçütlerin kümelenmesidir. Bu nedenle belirlenen ölçütlerin birbirleri ile benzer olanların tespiti yapılmıştır. Bu süreçte zorlayıcı durum, belirlenen ölçütlerin doğru biçimde sınıflandırılması ve bu ölçütlerin doğru adlandırmaların yapılmasıdır. Bileşen isimlerinin anlatılmak istenileni iyi şekilde yansıtması ve ölçütlerin bileşenler içersinde sınıflandırılması çözüm süreci açısından oldukça önemlidir.

Uygulamada kullanılacak bileşen ve elemanların tespitinden sonra aralarında bulunan etkileşimin belirlenmesi konusu gündeme gelmektedir. Bunun için yine işletmenin ilgili bölümleri ile yapılan görüşmeler neticesinde ilişki matrisi ortaya konmuştur (EK-A1). Bu çalışma sonucunda A.A.S. yönteminin kullanılmasının gerekliliği belirlenen ilişkilerin karmaşıklığı nedeniyle net bir biçimde görülmektedir.

İlişkileri tespit edilen karar modeli A.A.S. yöntemi ile karar vermek için hazırlanmış olan “super decisions” isimli program kullanılarak hazırlanmıştır**.** Şekil 6.1’de tüm bileşenleri, elemanları ve aralarındaki etkileşimlerin belirlendiği karar modeli görülmektedir.



Şekil 6.1: Tedarikçi Seçimi için A.A.S. Modeli

Karar modeli kurulduktan sonra modelin yapılandırılması aşamasına gelir. Bu aşamada yapılması gereken işlem ölçütlerin etkiledikleri kavrama göre ikili olarak karşılaştırılarak supermatrise yerleştirilmesi için öz vektörlerinin hesaplanmasıdır. Oluşturulan ilişkiler neticesinde tüm ikili karşılaştırma matrisleri super decisions programına girildiği takdirde program öz vektör hesabını yapıp ağırlıklandırılmamış supermatrisi oluşturduktan sonra supermatrisi ağırlıklandırarak limit matrisi hesaplamaktadır.

Çalışmaya konu olan A.A.S. karar modelinde ölçütler arasındaki ilişkiler belirlendikten sonra, belirlenen bu ilişkiler doğrultusunda gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır. Gerekli ikili karşılaştırmalar elde edilerek programa girildikten, limit

matris (limit matrix) elde edilmiştir. Söz konusu matris EK-A2'deki tabloda verilmektedir.

Tablo 6.1'de Tedarikçi–1, Tedarikçi–2 ve Tedarikçi–3 için A.A.S. yaklaşımı ile ortaya konulan tedarikçi seçimi sonucu olarak, Tedarikçi–1 için %39,82, Tedarikçi–2 için %31,13 ve Tedarikçi–3 için %29,05 ağırlıkları elde edilmiştir. A.A.S. yaklaşımına göre Tedarikçi-1'in seçildiği görülmektedir.

Tablo 6.1: A.A.S. yaklaşımı ile edilen tedarikçi ağırlıkları

	Ağırlık
Tedarikçi-1	% 39,82
Tedarikçi-2	% 31,13
Tedarikçi-3	% 29,05

6.2. A.T. Yaklaşımıyla Tedarikçi Seçimi

Tedarikçi firma seçiminde aksiyomatik tasarım yaklaşımının kullanımı için bölüm 4.5.2.'de anlatılan bilgi aksiyomundan faydalanılmıştır. Her bir alternatifin sahip olduğu bilgi içeriğinin hesaplanabilmesi için fonksiyonel ihtiyaçların yani belirlenen ölçütlerin tasarım aralıklarının belirlenmesi gerekir.

Tedarikçi firmalar için tasarım ve sistem aralıkları verilerini gerçekleştirme değerleri bazı ölçütler için sayısal değildir. Bu ölçütler Firmanın Fiyatının Değişkenliği (B2), Ürün Değişimine Hızlı Yanıt Verebilme (B3), Piyasa Rekabet Koşulları (D1) ve Ekonomik Koşullar (D4)'dır. Bu ölçütlerin tasarım ve sistem aralıklarının ifadesinde Tablo 6.2'de gösterilen skaladan faydalanılmıştır.

Tablo 6.2: Sayısal olmayan ölçütler için değerlendirme skalası

SAYISAL DEĞERLER	TANIM
1	Kötü / Zayıf
3	Orta
5	İyi
7	Çok iyi
9	Mükemmel
2,4,6,8	Ara değerler

Çalışma grubu ile birlikte yapılan çalışma sonucunda bazı ölçütler için Tablo 6.2 kullanılarak firmanın mevcut verileri yardımıyla belirlenen tasarım aralıkları (kısıtlar) Tablo 6.3'de verilmiştir.

Tablo 6.3: Tedarikçi seçimi için tasarım aralıkları (kısıtlar)

Ölçütler	**Tasarım Aralığı**
Ürün Birim Fiyatı (A1)	31–34 Euro
Alınan Cezalar(B1)	300–1000 (1000.000 parça için)
Firmanın Fiyatının Değişkenliği(B2)	5–7 aralığı
Ürün Değişimine Hızlı Yanıt Verebilme (B3)	7–9 aralığı (hızlı cevap verme)
Hammadde kalitesi (C1)	%90 ve üzeri (100 üründen en az 90'nın sağlam olması istenmektedir.)
İşçilik (C2)	3yıl- 5yıl (tecrübe)
Piyasa Rekabet Koşulları (D1)	6–8 aralığı (rakip olma durumu)
Lojistik Konum (D2)	120–240 dk. (zaman)
Kurumsal Yapı (D3)	85 puan - üzeri (içsel değerlendirme sonucu)
Ekonomik Koşullar (D4)	5–9 aralığı (ürün firmasını değiştirme)

Tasarım aralıklarının belirlenmesinden sonra, tedarikçi firmaların belirlenen ölçütleri ne ölçüde gerçekleştirdiklerinin ifadesi için sistem aralıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Tedarikçi firmalar için işletmelerin mevcut durumları ve geçmiş performansları göz önünde bulundurularak bu aralık değerleri çalışma grubu ile birlikte ortaya konulmuştur. Değerlendirmesi yapılacak tedarikçi firmaların, belirlenen ölçütler için gerçekleştirdikleri sistem aralıkları değerleri ise Tablo 6.4'de verilmiştir.

Tablo 6.4: Tedarikçi firmalar için sistem aralıkları

	Tedarikçi-1	**Tedarikçi-2**	**Tedarikçi-3**
Ürün Birim Fiyatı (A1)	31-35 euro	32-36 euro	33-36 euro
Alınan Cezalar(B1)	517-1119	560-1190	670-1329
Firmanın Fiyatının Değişkenliği(B2)	4--7 aralığı	4--6 aralığı	3--6 aralığı
Ürün Değişimine Hızlı Yanıt Verebilme (B3)	6-9 aralığı	5-9 aralığı	5-8 aralığı
Hammadde kalitesi (C1)	%90 - %95	%88 - %96	%84 - %93
İşçilik (C2)	4-6 aralığı	4-6 aralığı	3-6 aralığı
Piyasa Rekabet Koşulları (D1)	5-8 aralığı	7-9 aralığı	4-7 aralığı
Lojistik Konum (D2)	180-275 dk.	220-290 dk.	90-140 dk.
Kurumsal Yapı (D3)	83-92 aralığı	81-94 aralığı	80-88 aralığı
Ekonomik Koşullar (D4)	4-6 aralığı	4-7 aralığı	4-8 aralığı

Tasarım aralıkları ve sistem aralıkları değerlerinin ortaya konulmasından sonra tedarikçi firmalar için bilgi içerikleri hesaplanabilir. Bilgi içeriklerinin hesaplanmasında eşitlik 4.16 kullanılmıştır.

Tedarikçi-1'in ölçütler için bilgi içerikleri eşitlik 4.16 yardımı ile aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$I_{ÜBF1} = \log_2 (35 – 31) / (34 – 31) = \log_2 (4 / 3) = 0,415$

$I_{AC1} = \log_2 (1119 – 517) / (1000 – 517) = \log_2 (602 / 483) = 0,317$

$I_{FFD1} = \log_2 (7 – 4) / (7 – 5) = \log_2 (3 / 2) = 0,584$

$I_{ÜHV1} = \log_2 (9 – 6) / (9 – 7) = \log_2 (3 / 2) = 0,584$

$I_{HK1} = \log_2 (95 – 90) / (95 – 90) = \log_2 (5 / 5) = 0$

$I_{İ1} = \log_2 (7 – 4) / (7 – 5) = \log_2 (3 / 2) = 0,584$

$I_{PRK1} = \log_2 (8 – 5) / (8 – 6) = \log_2 (3 / 2) = 0,584$

$I_{LK1} = \log_2 (275 – 180) / (240 – 180) = \log_2 (95 / 60) = 0,662$

$I_{KY1} = \log_2 (92 – 83) / (92 – 85) = \log_2 (9 / 7) = 0,362$

$I_{EK1} = \log_2 (6 – 4) / (6 – 5) = \log_2 (2 / 1) = 1$

Tedarikçi-2'nin ölçütler için bilgi içerikleri eşitlik 4.16 yardımı ile aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$I_{ÜBF2} = \log_2 (36 – 32) / (34 – 32) = \log_2 (4 / 2) = 1$

$I_{AC2} = \log_2 (1190 – 560) / (1000 – 560) = \log_2 (630 / 440) = 0,517$

$I_{FFD2} = \log_2 (6 – 4) / (5 – 5) = \log_2 (2 / 1) = 1$

$I_{ÜHV2} = \log_2 (9 – 5) / (9 – 7) = \log_2 (4 / 2) = 1$

$I_{HK2} = \log_2 (96 – 88) / (96 – 90) = \log_2 (8 / 6) = 0,415$

$I_{İ2} = \log_2 (6 – 4) / (6 – 5) = \log_2 (2 / 1) = 1$

$I_{PRK2} = \log_2 (9 – 7) / (8 – 7) = \log_2 (2 / 1) = 1$

$I_{LK2} = \log_2 (290 – 220) / (240 – 220) = \log_2 (70 / 20) = 1,807$

$I_{KY2} = \log_2 (94 – 81) / (94 – 85) = \log_2 (13 / 9) = 0,530$

$I_{EK2} = \log_2 (7 – 4) / (7 – 5) = \log_2 (3 / 2) = 0,584$

Tedarikçi-3'ün ölçütler için bilgi içerikleri eşitlik 4.16 yardımı ile aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$I_{ÜBF3} = \log_2 (36 – 33) / (34 – 33) = \log_2 (3 / 1) = 1,584$

$I_{AC3} = \log_2 (1329 – 670) / (1000 – 670) = \log_2 (659 / 330) = 0,997$

$I_{FFD3} = \log_2 (6 – 3) / (6 – 5) = \log_2 (3 / 1) = 1,584$

$I_{ÜHV3} = \log_2 (8 – 5) / (8 – 6) = \log_2 (3 / 2) = 0,584$

$I_{HK3} = \log_2 (93 – 84) / (93 – 90) = \log_2 (9 / 3) = 1,584$

$I_{İ3} = \log_2 (6 – 3) / (6 – 5) = \log_2 (3 / 1) = 1,584$

$I_{PRK3} = \log_2 (7 – 4) / (7 – 6) = \log_2 (3 / 1) = 1,584$

$I_{LK3} = \log_2 (140 – 90) / (140 – 120) = \log_2 (50 / 20) = 1,321$

$I_{KY3} = \log_2 (88 – 80) / (88 – 85) = \log_2 (8 / 3) = 1,415$

$I_{EK3} = \log_2 (8 – 4) / (8 – 5) = \log_2 (4 / 3) = 0,415$

Tüm tedarikçilerin ölçütler için hesaplanan bilgi içerikleri Tablo 6.5'de gösterilmiştir.

Tablo 6.5: Tedarikçi firmalar için bilgi içeriği sonuçları

	Tedarikçi-1	**Tedarikçi-2**	**Tedarikçi-3**
$I_{ÜBF}$	0,415	1	1,584
I_{AC}	0,317	0,517	0,997
I_{FFD}	0,584	1	1,584
$I_{ÜHV}$	0,584	1	0,584
I_{HK}	0	0,415	1,584
$I_{İ}$	0,584	1	1,584
I_{PRK}	0,584	1	1,584
I_{LK}	0,662	1,807	1,321
I_{KY}	0,362	0,530	1,415
I_{EK}	1	0,584	0,415
$\sum I$	5,098	8,855	12,659

A.T. yaklaşımının bilgi aksiyomuna göre bilgi içeriği en düşük olan tasarım en iyi tasarımdır. Buradan hareketle tedarikçi seçimi için A.T. yaklaşımı kullanımı sonucunda her bir tedarikçinin ölçütler için bilgi içeriği değerleri toplamından en küçük değerde olan tedarikçi işletme için en uygun tedarikçidir. Tablo 6.5'de son satır incelendiğinde; Tedarikçi-1'in bilgi içeriği değerleri toplamı $\sum I_1$ = 5,098, Tedarikçi-2'nin bilgi içeriği değerleri toplamı $\sum I_2$ = 8,855 ve Tedarikçi-3'ün bilgi içeriği değerleri toplamı $\sum I_3$ = 12,659 olarak hesaplanmıştır. En küçük bilgi içeriği

toplam değerini Tedarikçi-1 sağladığından, A.T. yaklaşımına göre tercih edilen tedarikçi olmuştur.

6.3. Ağırlıklandırılmış A.T. Yaklaşımıyla Tedarikçi Seçimi

A.T. yaklaşımı ile bilgi içerikleri hesaplanırken her ölçütün ağırlığı eşit olarak kabul edilmiştir. Oysa birçok durumda yöneticiler için ölçütlerin birbirlerine göre önemi farklı olmaktadır. Buda ölçütler için ağırlık değerlerinin hesaplanması sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Ölçüt değerlerinin farklı ağırlık değerine sahip olduğu durumlarda bilgi içeriklerini hesaplamak için mevcut formülasyonlara ek olarak aşağıdaki (6.1) eşitliği kullanılır ve bu yapı Ağırlıklandırılmış A.T. yaklaşımı olarak adlandırılır (Kulak ve Kahraman, 2005).

$$I_{ij} = \begin{cases} \left[\log_2\left(\frac{1}{p_{ij}}\right)\right]^{1/wj}, & 0 \le I_{ij} < 1 \\ \left[\log_2\left(\frac{1}{p_{ij}}\right)\right]^{wj}, & I_{ij} > 1 \\ w_j, & I_{ij} = 1 \end{cases} \qquad (6.1)$$

Tedarikçi firma seçiminde kullanılan ölçütlerin ağırlıkları A.A.S. yaklaşımından elde edilmiştir ve Tablo 6.6'da gösterilmiştir.

Tablo 6.6: Ölçütler için ağırlık değerleri

Kriter	ÜBF	AC	FFD	ÜHV	HK	İ	PRK	LK	KY	EK
Ağırlık (wj)	0,3835	0,0864	0,0499	0,0108	0,0995	0,2757	0,0556	0,0006	0,0107	0,0271

Tablo 6.6'dan ölçüt ağırlıkları ve eşitlik (6.1) kullanılarak Tedarikçi-1'in tüm ölçütler için bilgi içerikleri aşağıdaki gibi hesaplanır;

$I_{ÜBF1} = 0,415 \leq 1$ olduğundan, $I_{ÜBF1} = (0,415)^{(1 / 0,3835)} = 0,10096$

$I_{AC1} = 0,317 \leq 1$ olduğundan, $I_{AC1} = (0,317)^{(1 / 0,0864)} = 0,000001$

$I_{FFD1} = 0,584 \leq 1$ olduğundan, $I_{FFD1} = (0,584)^{(1 / 0,0499)} = 0,00002$

$I_{ÜHV1} = 0,584 \leq 1$ olduğundan, $I_{ÜHV1} = (0,584)^{(1 / 0,0108)} \sim 0$

$I_{HK1} = 0$ olduğundan, $I_{HK1} = 0$

$I_{İ1} = 0,584 \leq 1$ olduğundan, $I_{İ1} = (0,584)^{(1 / 0,2757)} = 0,14302$

$I_{PRK1} = 0,584 \leq 1$ olduğundan, $I_{PRK1} = (0,584)^{(1 / 0,0556)} = 0,00006$

$I_{LK1} = 0,662 \leq 1$ olduğundan, $I_{LK1} = (0,662)^{(1 / 0,0006)} \sim 0$

$I_{KY1} = 0,362 \leq 1$ olduğundan, $I_{KY1} = (0,362)^{(1 / 0,0107)} \sim 0$

$I_{EK1} = 1$ olduğundan, $I_{EK1} = w_{EK} = 0,0271$

Tedarikçi-2'nin tüm ölçütler için bilgi içerikleri aşağıdaki gibi hesaplanır;

$I_{ÜBF2} = 1$ olduğundan, $I_{ÜBF2} = w_{ÜBF} = 0,3835$

$I_{AC2} = 0,517 \leq 1$ olduğundan, $I_{AC2} = (0,517)^{(1 / 0,0864)} = 0,00049$

$I_{FFD2} = 1$ olduğundan, $I_{FFD2} = w_{FFD} = 0,04990$

$I_{ÜHV2} = 1$ olduğundan, $I_{ÜHV2} = w_{ÜHV} = 0,0108$

$I_{HK2} = 0,415 \leq 1$ olduğundan, $I_{HK2} = (0,415)^{(1 / 0,0995)} = 0,00014$

$I_{İ2} = 1$ olduğundan, $I_{İ2} = w_{İ} = 0,2757$

$I_{PRK2} = 1$ olduğundan, $I_{PRK2} = w_{PRK} = 0,0556$

$I_{LK2} = 1,807 \geq 1$ olduğundan, $I_{LK2} = (1,807)^{(0,0006)} = 1,00033$

$I_{KY2} = 0,530 \leq 1$ olduğundan, $I_{KY2} = (0,530)^{(1 / 0,0107)} \sim 0$

$I_{EK2} = 0,584 \leq 1$ olduğundan, $I_{EK2} = (0,584)^{(1 / 0,0271)} \sim 0$

Tedarikçi-3'ün tüm ölçütler için bilgi içerikleri aşağıdaki gibi hesaplanır;

$I_{ÜBF3} = 1,584 \geq 1$ olduğundan, $I_{ÜBF3} = (1,584)\ (0,3835) = 1,19319$

$I_{AC3} = 0,997 \leq 1$ olduğundan, $I_{AC3} = (0,997)^{(1 / 0,0864)} = 0,97499$

$I_{FFD3} = 1,584 \geq 1$ olduğundan, $I_{FFD3} = (1,584)\ (0,0499) = 1,02324$

$I_{ÜHV3} = 0,584 \leq 1$ olduğundan, $I_{ÜHV3} = (0,584)\ (1 / 0,0108) \sim 0$

$I_{HK3} = 1,584 \geq 1$ olduğundan, $I_{HK3} = (1,584)^{(0,0995)} = 1,04693$

$I_{İ3} = 1,584 \geq 1$ olduğundan, $I_{İ3} = (1,584)\ (0,2757) = 1,13540$

$I_{PRK3} = 1,584 \geq 1$ olduğundan, $I_{PRK3} = (1,584)\ (0,0556) = 1,02595$

$I_{LK3} = 1{,}321 \geq 1$ olduğundan, $I_{LK3} = (1{,}321)^{(0{,}0006)} = 1{,}00015$

$I_{KY3} = 1{,}415 \geq 1$ olduğundan, $I_{KY3} = (1{,}415)^{(0{,}0107)} = 1{,}00373$

$I_{EK3} = 0{,}415 \leq 1$ olduğundan, $I_{EK3} = (0{,}415)^{(0{,}0271)} \sim 0$

Tedarikçiler için, Ağırlıklandırılmış A.T. yaklaşımına göre elde edilen bilgi içerikleri Tablo 6.7'de gösterilmiştir.

Tablo 6.7: Tedarikçi firmalar için ağırlıklandırılmış A.T. yaklaşımı bilgi içeriği sonuçları

	Tedarikçi-1	**Tedarikçi-2**	**Tedarikçi-3**
$I_{ÜBF}$	0,10096	0,3835	1,19319
I_{AC}	0,000001	0,00049	0,97499
I_{FFD}	0,00002	0,04990	1,02324
$I_{ÜHV}$	0	0,0108	0
I_{HK}	0	0,00014	1,04693
$I_{İ}$	0,14302	0,2757	1,13540
I_{PRK}	0,00006	0,0556	1,02595
I_{LK}	0	1,00033	1,00015
I_{KY}	0	0	1,00373
I_{EK}	0,0271	0	0
$\sum I$	0,27115	1,77653	8,40361

Tablo 6.7'de son satır incelendiğinde; Tedarikçi-1'in bilgi içeriği değerleri toplamı $\sum I_1 = 0{,}27115$, Tedarikçi-2'nin bilgi içeriği değerleri toplamı $\sum I_2 = 1{,}77653$ ve Tedarikçi-3'ün bilgi içeriği değerleri toplamı $\sum I_3 = 8{,}40361$ olarak hesaplanmıştır. Tedarikçi-1, en küçük bilgi içeriği toplam değerini sağlamasından ötürü Ağırlıklandırılmış A.T. yaklaşımına göre tercih edilen tedarikçi olmuştur.

BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tedarik zinciri yönetim sürecinin en önemli parçalarından biri satın alma süreçleridir. Bu süreçlerde doğru kararlar alabilmek sistemin daha etkin olmasında büyük katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte gelişen dünyada müşteri istek ve beklentileri her geçen gün değişiklik göstermekte ve bu satın alma süreçlerini daha karmaşık bir hale getirmektedir. Bu gelişmeler satın alma kararlarının verilmesinde, tedarikçi seçiminin daha sistematik yaklaşımlardan oluşturulmasının gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda işletmelerin malzeme alımında en uygun tedarikçinin belirlenmesi konusu çeşitli teknikler kullanılarak birçok çalışmada ele alınmıştır. Yöneylem araştırmasının konusu olan birçok teknik de bu konuda kullanılmaktadır. Yapılan literatür araştırması sonucunda bu tekniklerden A.A.S yönteminin tedarikçi seçiminde sıklıkla kullanıldığı ve A.T. yönteminin ise bu alanda yeni kullanılmaya başlandığı görülmüştür. Bu düşünceden hareketle problem iki yönden ele alınmıştır. İlk olarak A.A.S. yöntemi ve A.T. yöntemi ile problem çözümü gerçekleştirilmiş, bu yöntemlerin karşılaştırması yapılarak avantajları ve dezavantajları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Daha sonra bu yöntemlerin avantajlı yönleri bütünleştirilmiş, A.A.S. yöntemiyle belirlenen ölçüt ağırlıkları yardımıyla yeni bir çözüm Ağırlıklandırılmış A.T. yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada otomotiv sektörü için önemli olan iç dekorasyon ürünlerinin imalatını gerçekleştiren bir firmada koltuk kılıfı üreten tedarikçiler arasından en uygun tedarikçinin seçilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda öncelikle firma ile görüşülerek karar probleminin yapısına uygun nicel ve nitel ölçütler tespit edilmiştir. Sonrasında problem; bu ölçütler baz alınarak aşağıda detaylı olarak verilen üç farklı çözüm yöntemi ile ele alınmıştır.

A.A.S yaklaşımıyla ele alınan problemin çözümü için belirlenen ölçütler modellenerek ölçütlerin aralarındaki ilişkiler tespit edilmiştir. Sonrasında ise kurulan model super decisions programı ile çözümlenerek tedarikçi seçimi

gerçekleştirilmiştir. A.T. yaklaşımıyla yine aynı ölçütler baz alınarak tedarikçi firmalar için T.A. ve S.A. firma beklentileri, görüşleri ve elindeki mevcut veriler yardımıyla belirlenmiş yapılan çözümleme sonucunda aynı problem için sonuçlar elde edilmiştir. Son olarak ise bu iki yaklaşımın entegrasyonu ile A.A.S. çözümlemesinden elde edilen ölçüt ağırlıkları yardımıyla Ağırlıklandırılmış A.T. yöntemi ile yine aynı problem ele alınmıştır.

Yapılan üç farklı değerlendirme sonuçları tablo 7.1'de görülmektedir.

Tablo 7.1: A.A.S., A.T., Ağırlıklandırılmış A.T. yaklaşımları ile elde edilen sonuçlar

	A.A.S. Yaklaşımı Sonuçları	**A.T. Yaklaşımı Sonuçları**	**Ağırlıklandırılmış A.T. Yaklaşımı Sonuçları**
	Ağırlık (%)	$\sum I$	$\sum I$
Tedarikçi-1	**% 39,82**	**5,098**	**0,27115**
Tedarikçi-2	% 31,13	8,855	1,77653
Tedarikçi-3	% 29,05	12,659	8,40361

Sonuçlar incelendiğinde üç çözüm yöntemiyle de aynı tedarikçinin seçildiği görülmüştür. Ancak bu çözümler detaylı olarak incelendiğinde A.A.S. yaklaşımıyla ölçütlerin ilişkileri daha net ortaya koyulduğu, ölçütlerin ağırlıklarını belirlemeye imkan sağladığı ve tedarikçi seçiminde etkin sonuç verdiği görülmektedir. Ancak verilerin değerlendirme aşaması A.T. yöntemi ile kıyaslandığında daha zor ve fazla zaman almıştır. A.T. yaklaşımının çözüm sonuçları, belirlenen ölçütlere göre istenilen durumun, yani tasarım aralıklarının belirlenmesi aşamasının ve tedarikçi firmaların mevcut durumlarının değerlendirilmesi sürecini A.A.S yöntemine göre daha kolay ve daha az zamanda gerçekleştirerek çözümlerin elde edildiği görülmüştür. A.T. yaklaşımının ölçütler ağırlıklandırılamadığı için seçimin gerçekleştirilmesinde tüm ölçütlerin aynı ağırlık değerine sahip olması dezavantajıdır. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak amacıyla bu iki yöntem entegre edilerek problem Ağırlıklandırılmış A.T. yaklaşımıyla yeniden ele alındığında çözüm yine Tedarikçi-1'in en uygun tedarikçi olduğunu göstermiştir. Bu yöntem diğer

yöntemlere göre iki farklı şekilde değerlendirildiği için daha kompleks bir süreç gerektirmiştir.

Bu değerlendirmelerden yola çıkarak karar vericinin hızlı bir şeklide karar verme durumları ile karşı karşıya kaldığı durumlarda yardımcı bir yöntem olarak A.T. yaklaşımını kullanılabileceği söylenebilir. Ancak ölçüt ağırlıklarının farklı önem ağırlıklarına sahip olduğu durumlar karar vericinin kararını etkileyebilir. Bu durumlarda karar vericinin hata olasılığını ortadan kaldırmak ve A.T. yaklaşımıyla yapılan çözümü desteklemek amacıyla A.A.S. yaklaşımıyla veya Ağılıklandırılmış A.T. yaklaşımıyla problemin yeniden ele alınması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Agarwal, A. ve Shankar, R., "Analyzing Alternatives For Improvement in Supply Chain Performance", ***Work Study***, 51, 32-37, (2002).

Aktar Demirtaş, E. ve Üstün, Ö., "Tedarikçi Seçimi ve Sipariş Tahsisinde Analitik Serim Süreçleri ve Hedef Programlama Yaklaşımları", ***YA/EM XXIV. Ulusal Kongresi,*** Çukurova-Adana, 15-18 Haziran (2004).

Alikalfa, E. P. ve Sağır Özdemir, M., "The Best Policy for European Union and Turkey Relationship: The Analytic Network Process", ***Proceedings of the 7th International Symposium on The Analytic Hierarchy Process",*** ISAHP, Bali, Indonesia, 97-107, (2003).

Atalay, T., "Tedarikçi Değerlendirme ve Denetim Sisteminin Kurulması ve Osmanlı Bankası Uygulama Örneği", ***9. Ulusal Kalite Kongresi,*** İstanbul, 21-22 Kasım (2000).

Bang, I.C. ve Heo, G., "An Axiomatic Design Approach in Development of Nanofluid Coolants", ***Applied Thermal Engineering,*** 29, 75–90, (2009).

Baxter, J. E., Agouridas, V., McKay, A. ve Pennington, A., "Supply Chain Design: An Application of Axiomatic Design", ***Proceedings of ICAD2002, Second International Conference on Axiomatic Design,*** Cambridge, MA., (2002).

Blair, A. R., Nachtmann, R., Saaty, T. L. ve Whitaker, R., "Forecasting the Resurgence of the US Economy in 2001: An Expert Judgment Approach", ***Socio-Economic Plannning Sciences,*** 36, 77-91, (2002).

Cavique, M. ve Gonçalves-Coelho, A. M., "Axiomatic design and HVAC systems: An efficient design decision-making criterion", ***Energy and Buildings,*** 41, 146–153 (2009).

Cengiz, Y. B., "Yöneylem Araştırması Ders Notları", ***Yıldız Teknik Üniversitesi***, İstanbul, (2000).

Cha, S. ve Cho, K., " Development of DVD for the Next Generation by Axiomatic Approach", ***Annals of the CIRP,*** 48, 85-89, (1999).

Chen, S. J., Chen, L. C. ve Lin L., "Knowledge-based Support for Simulation Analysis of Manufacturing Cells", ***Computers in Industry,*** 44, 33-49, (2000).

Cochran, D. S., Kim, Y. S. ve Kim, J., "The Alignment of Performance Measurement with the Manufacturing System Design", ***Proceedings of ICAD2002, First International Conference on Axiomatic Design***, Cambridge, MA., (2000).

Çebi, S., Çelik, M. ve Kahraman, C., "Gemi Sistemleri için Entegre Bakım-Onarım Yönetimi Gereksiniminin Analizi", ***Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi,*** Cilt:3, Sayı:4, 17-24, (2008).

Çebi, S., Çelik, M. ve Kahraman, C., "Analitik Ağ Süreci Yöntemi Üzerine Bulanık Bilgi Aksiyomu Açılımı", ***Endüstri Mühendisliği Dergisi***, Cilt:20, Sayı:1, 5-18, (2009).

Çelik, M., Kahraman, C., Çebi, S., ve Er, D., "Fuzzy Axiomatic Design-Based Performance Evaluation Model for Docking Facilities in Shipbuilding Industry: The Case of Turkish Shipyards", ***Expert Systems with Applications,*** 36, 599-615, (2009).

Dağdeviren, M. ve Eren, T., "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması", ***Gazi Üniversitesi Müh./Mim. Fakültesi Dergisi,*** 16 (2), 41-52, (2001).

De Boer, L., Labro, E. ve Morlacchi, P., "A Review of Methods Supporting Supplier Selection", ***European Journal of Purchasing and Supply Management,*** 7 (2), 75-89, (2001).

Demirtaş, E. A. ve Üstün, Ö., "An Integrated Multiobjective Decision Making Process for Supplier Selection and Order Allocation", ***Omega,*** 36, 76-90 (2008).

Durmuşoğlu, M. B. ve Kulak, O., "A Methodology for the Design of Office Cells Using Axiomatic Design Principles", ***Omega,*** 36, 633 – 652, (2008).

Erkiletlioğlu, A., "Askeri Lojistik Politikaların Belirlenmesinde Analitik Şebeke Yönetimi", ***Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul, (2000).

Fox, M., Chionglo, J. ve Barbuceanu, M., "The Integrated Supply Chain Management System", ***Enterprise Integration Laboratory, Dept. of Industrial Engineering Techinal Report,*** University of Toronto, (1992).

Ganeshan, R. ve Harrison, T.P., "An Introduction to Supply Chain Management", ***Department of Management Science and Information Systems Working Paper,*** Penn State University, U.S.A, (1995).

Gonçalves-Coelho, A. M. ve Mourao A. J. F., "Axiomatic design as support for decision-making in a design for manufacturing context: A case study", ***International Journal Production Economics,*** 109, 81–89, (2007).

Gunasekera, J. S. ve Ali, A. F., "A Three-step Approach to Designing a Metal-forming Process", ***JOM-Journal of the Minerals Metals and Materials Society,*** 47, 22-25, (1995).

Haktanırlar Ulutaş, B., "Determination of the Appropriate Energy Policy for Turkey." ***Energy,*** 30, 1146-1161, (2005).

Harker, P. T. ve Vargas, L. G., "The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's Analytic Hierarchy Process", ***Management Science,*** 33, 1383-1403, (1987).

Heo, G. ve Lee, S. K., "Design Evaluation of Emergency Core Cooling Systems Using Axiomatic Design", ***Nuclear Engineering and Design,*** 237, 38–46, (2007).

İGEM, "Kobi'lerin Uluslararası Rekabet Güçlerini Artırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi", ***Dış Ticaret Müsteşarlığı, İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi,*** Ankara, (2005).

Kahraman, C. ve Çebi, S., "A New Multi-Attribute Decision Making Method: Hierarchical Fuzzy Axiomatic Design", ***Expert Systems with Applications: An International Journal,*** 36, 4848–4861, (2009).

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,*** 44, 171-190, (2002).

Köne, A. Ç. ve Büke, T., "An Analytical Network Process (ANP) Evaluation of Alternative Fuels for Electricity Generation in Turkey", ***Energy Policy,*** 35, 5220-5228, (2007).

Kulak, O. ve Durmuşoğlu, M. B., "Hücresel Üretim Sistemleri Tasarımı için Aksiyomlarla Tasarım Prensiplerine Dayalı Bütünsel bir Yöntem", ***İTÜ Dergisi/d Mühendislik,*** Cilt:3, Sayı:6, 33-46, (2004).

Kulak, O. ve Kahraman, C., "Multi-Attribute Comparison of Advanced Manufacturing Systems Using Fuzzy vs. Crisp Axiomatic Design Approach", ***International Journal Production Economics,*** 95, 415–424, (2005).

Kulak, O., Durmuşoğlu, M. B. ve Tüfekçi, S., "A Complete Cellular Manufacturing System Design Methodology Based on Axiomatic Design Principles", ***Computers & Industrial Engineering,*** 48, 765–787, (2005).

Lambert, D.M., Cooper, M.C. ve Pagh, J.D., "Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities", ***The International Journal of Logistics Management,*** 9 (2), 1-19, (1998).

Lee, J. W. ve Kim, S. H., "An integrated approach for independent information system projection", ***International Journal of Project Management,*** 19, 111-118, (2001).

Lee, K. D., Suh, N. P. ve Oh, J. H., "Axiomatic Design of Machine Control System", ***Manufacturing Technology,*** 50, 109-114, (2007).

Lummus, R.R., Krumwide, D.W. ve Vokurka, R.J., "The Relationship of Logistics to Supply Chain Management: Developing a Common Industry Definition", ***Industrial Management & Data Systems,*** 101 (8), 426-432, (2001).

Meade, L. ve Sarkis, J., "Strategic Analysis of Logistics and Supply Chain Management Systems Using The Analytical Network Process, Transportation", ***Reseach-Logistics and Trasportation Review,*** 34, 201-215, (1998).

Meade, L ve Sarkis, J., "Analyzing Orgnizational Project Alternatives For Agile Manufacturing Process: An Analytic Network Approach", ***International Journal of Production Research,*** 37, 241-261, (1999).

Metz, P.J., "Demystifying Supply Chain Management", ***Supply Chain Management Review***, 2 (4), 1-10, (1998).

Miller, G. A., " The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information", ***Psychological Review,*** 101, 343-352, (1956).

Min, H. ve Zahou, G., "Supply Chain Modeling: Past, Present and Future", ***Computer and Industrial Engineering***, 43, 231-249, (2002).

Ming-Lang, T. Chiang, J. H. ve Lan, L.W., "Selection of Optimal Supplier in Supply Chain Management Strategy with Analytic Network Process and Choquet Integral", ***Computers & Industrial Engineering,*** (2009).

Niemira, M. P. ve Saaty, T. L., "An Analytic Network Process Model for Financial-Crisis Forecasting", ***International Journal of Forecasting,*** 20, 573-587, (2004).

Oh, Y., Suh, E., Hong, J. ve Hwang, H., "A feasibility Test Model for New Telecom Service Development Using MCDM Method. A Case Study of Video Telephone Service in Korea", ***Expert Systems with Applications,*** 36, 6375-6388, (2009).

Özel, B. ve Özyörük, B., "Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Tedarikçi Firma Seçimi", ***Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi,*** Cilt:22, Sayı:3, 415-423, (2007).

Pamukçu, B., "Analitik Ağ Süreci ve Bir Uygulama", ***Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü,*** İstanbul, (2003).

Partovi, F. Y. ve Corredoira, R. A., "Quality function deployment for the good of soccer", ***European Journal of Operational Research,*** 137, 642-656, (2002).

Partovi, F. Y., "An Analytic Model for Locating Facilities Strategically", ***Omega***, 34, 41–55, (2006).

Saaty, T. L., "The Analytic Hierarchy Process", ***Priority Setting Resource Allocation, McGraw-Hill,*** Newyork (1980).

Saaty, T. L., "Absolute and Relative Measurement With The Analytic Hierarchy Process The Most Liveable Cities in The United States", ***Socio-Economic Planning Sciences,*** 20, 327-331, (1986a).

Saaty, T. L., "Exploring Optimization Through Hierarchies and Ratio Scales", ***Socio-Economic Planning Sciences,*** 20, 355-360, (1986b).

Saaty, T. L., "Mutlicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process", ***RWS Publ.,*** Pittsburg, 1-54, (1988).

Saaty, T. L., " How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process ", ***European Journal of Operational Research,*** 48, 9-26, (1990).

Saaty, T. L., "The Analytic Network Process: Decision Making With Dependence and Feedback", ***RWS Publ.,*** Pittsburg, (1996).

Sağır Özdemir, M., "Analitik Serim Süreci ve EM'deki Uygulamaları", ***YA/EM XXIV. Ulusal Kongresi,*** Gaziantep-Adana, 15-18 Haziran (2004).

Sarkis, J., "A methodological framework for evaluating environmentally conscious manufacturing programs", ***Computers & Industrial Engineering,*** 36, 793-810, (1999).

Sarkis, J. ve Talluri, S., "A synergistic framework for evaluating business process improvements", ***The International Journal of Flexible Manufacturing Systems,*** 14, 53-71, (2002).

Sarkis, J. ve Sundarraj, R. P., "Hub location at digital equipmant corporation: A comprehensive analysis of qualitative and quantitative factors", ***European Journal of Operational Research,*** 137, 336–347, (2002).

Suh, N. P., "The Principles of Design", ***Oxford University Press,*** New York (1990).

Suh, N. P., "Designing-in of Quality Through Axiomatic Design", ***IEEE Transactions on Reliability,*** 44, 256-264, (1995).

Suh, N. P., "Design of Systems", ***Annals of CIRP,*** 46, 75-80, (1997).

Suh, N. P., Cochran, D. S. ve Paulo C. L., "Manufacturing System Design", ***Annals of the CIRP,*** 47, 627-639, (1998).

Suh, N. P., "Axiomatic Design: Advances and Applications", ***Oxford University Press,*** New York, (2001).

Şen, S., "Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi Sistemine ait Bir Karar Destek Modeli Geliştirilmesi ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi", ***Yayınlanmamış Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul, (2007).

Tam, M.C.Y. ve Tummala, V.M.R., "An Application of the AHP in Vendor Selection of a Telecommunications System", ***Omega,*** 29, 171-182, (2001).

Tang, D., Zhang, G. ve Dai, S., "Design as Integration of Axiomatic Design and Design Structure Matrix", ***Robotics and Computer-Integrated Manufacturing,*** 25, 610-619, (2009).

Tuzkaya, G., Önüt, S., Tuzkaya, U. R. ve Gülsün B., "An Analytic Network Process Approach for Locating Undesirable Facilities. An Example from Istanbul, Turkey", ***Journal of Environmental Management,*** 88, 970-983, (2008).

Üstün, Ö. ve Aktar Demirtaş, E., " Karar Vermede Analitik Serim Süreci ve Oyun Teorisi Yaklaşımı: Kıbrıs Sorunu", ***YA/EM XXIV. Ulusal Kongresi,*** Gaziantep-Adana, 15-18 Haziran (2004).

Wu, W. Y., Sukoco, B. M., Li, C. Y. ve Chen, S. H., "An Integrated Multi-Objective Decision-Making Process for Supplier Selection with Bundling Problem", ***Expert Systems with Applications,*** 36, 2327-2337, (2009).

Yazgan, H. R. Boran, S. ve Göztepe, K., "An ERP Software Selection Process with Using Artificial Neural Network Based on Analytic Network Process Approach", ***Expert Systems with Applications,*** 36, 9214-9222, (2009).

Zhang, R., Cha, J. ve Lu, Y., "A Conceptual Design Model Using Axiomatic Design, Functional Basis and TRIZ", ***Industrial Engineering and Engineering Management,*** 1807-1810, (2007).

http://www.superdecisions.com (**Ziyaret Tarihi: 21 Şubat 2009**)

A1. İLİŞKİ MATRİSİ

		TEDARİKÇİLER			GEÇMİŞ PERFORMANS (B)			FİYAT (A)	ÜRÜN KALİTESİ (C)		STRATEJİK KARAR (D)			
		X	Y	Z	Firmanın Aldığı Cezalar (B1)	Firmanın Fiyat Değişkenliği (B2)	Ürün Değişimine Hızlı Yanıt Verebilme (B3)	Ürün Birim Fiyatı (A1)	Hammadde kalitesi (C1)	İşçilik (C2)	Piyasa Rekabet Koşulları (D1)	Lojistik Konum (D2)	Kurumsal Yapı (D3)	Ekonomik Koşullar (D4)
TEDARİKÇİLER	X													
	Y													
	Z													
GEÇMİŞ PERFORMANS (B)	Firmanın Aldığı Cezalar(B1)													
	Firmanın Fiyatının Değişkenliği(B2)													
	Ürün Değişimine Hızlı Yanıt Verebilme (B3)													
FİYAT (A)	Ürün Birim Fiyatı (A1)													
ÜRÜN KALİTESİ (C)	Hammadde kalitesi (C1)													
	İşçilik (C2)													
STRATEJİK KARAR (D)	Piyasa Rekabet Koşulları (D1)													
	Lojistik Konum (D2)													
	Kurumsal Yapı (D3)													
	Ekonomik Koşullar (D4)													

A2. LİMİT MATRİS

		TEDARİKÇİLER			GEÇMİŞ PERFORMANS (B)			FİYAT (A)	ÜRÜN KALİTESİ (C)		STRATEJİK KARAR (D)			
		X	Y	Z	Firmanın Aldığı Cezalar (B1)	Firmanın Fiyat Değişkenliği (B2)	Ürün Değişimine Hızlı Yanıt Verebilme (B3)	Ürün Birim Fiyatı (A1)	Hammadde kalitesi (C1)	İşçilik (C2)	Piyasa Rekabet Koşulları (D1)	Lojistik Konum (D2)	Kurumsal Yapı (D3)	Ekonomik Koşullar (D4)
TEDARİKÇİLER	X	0,06118	0,06118	0,06118	0,06118	0,06118	0,06118	0,06118	0,06118	0,06118	0,06118	0,06118	0,06118	0,06118
	Y	0,04688	0,04688	0,04688	0,04688	0,04688	0,04688	0,04688	0,04688	0,04688	0,04688	0,04688	0,04688	0,04688
	Z	0,04385	0,04385	0,04385	0,04385	0,04385	0,04385	0,04385	0,04385	0,04385	0,04385	0,04385	0,04385	0,04385
GEÇMİŞ PERFORMANS (B)	Firmanın Aldığı Cezalar(B1)	0,07334	0,07334	0,07334	0,07334	0,07334	0,07334	0,07334	0,07334	0,07334	0,07334	0,07334	0,07334	0,07334
	Firmanın Fiyatının Değişkenliği(B2)	0,04232	0,04232	0,04232	0,04232	0,04232	0,04232	0,04232	0,04232	0,04232	0,04232	0,04232	0,04232	0,04232
	Ürün Değişimine Hızlı Yanıt Verebilme (B3)	0,00915	0,00915	0,00915	0,00915	0,00915	0,00915	0,00915	0,00915	0,00915	0,00915	0,00915	0,00915	0,00915
FİYAT (A)	Ürün Birim Fiyatı (A1)	0,32525	0,32525	0,32525	0,32525	0,32525	0,32525	0,32525	0,32525	0,32525	0,32525	0,32525	0,32525	0,32525
ÜRÜN KALİTESİ (C)	Hammadde kalitesi (C1)	0,08445	0,08445	0,08445	0,08445	0,08445	0,08445	0,08445	0,08445	0,08445	0,08445	0,08445	0,08445	0,08445
	İşçilik (C2)	0,23383	0,23383	0,23383	0,23383	0,23383	0,23383	0,23383	0,23383	0,23383	0,23383	0,23383	0,23383	0,23383
STRATEJİK KARAR (D)	Piyasa Rekabet Koşulları (D1)	0,04718	0,04718	0,04718	0,04718	0,04718	0,04718	0,04718	0,04718	0,04718	0,04718	0,04718	0,04718	0,04718
	Lojistik Konum (D2)	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048
	Kurumsal Yapı (D3)	0,00911	0,00911	0,00911	0,00911	0,00911	0,00911	0,00911	0,00911	0,00911	0,00911	0,00911	0,00911	0,00911
	Ekonomik Koşullar (D4)	0,02296	0,02296	0,02296	0,02296	0,02296	0,02296	0,02296	0,02296	0,02296	0,02296	0,02296	0,02296	0,02296

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Bartın'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Isparta'da tamamladı. 2001 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 2005 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. Eylül 2005'de Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Eğitimine başladı.