

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE CHOQUET İNTEGRAL YÖNTEMİ İLE
DEPO YERİ SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Erkan ÇAKA

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Mühendislik Yönetimi Programı

HAZİRAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE CHOQUET İNTEGRAL YÖNTEMİ İLE
DEPO YERİ SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Erkan ÇAKA
(507081207)**

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Mühendislik Yönetimi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN

HAZİRAN 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 507081207 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Erkan ÇAKA**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE CHOQUET İNTEGRAL YÖNTEMİ İLE DEPO YERİ SEÇİMİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Zeki AYAĞ
Kadir Has Üniversitesi

Y. Doç. Dr. Şule İtir SATOĞLU
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2012**
Savunma Tarihi : **06 Haziran 2012**

Eğitim hayatım süresince hep yanımda yer alan Anne ve Babama,

ÖNSÖZ

Günümüzde rekabetin etkisi ile lojistik aktiviteler büyük önem kazanmıştır. Üretim proseslerinin standartlaştığı günümüz endüstri anlayışı içerisinde rekabette ayakta kalmak için tedarik zinciri fonksiyonlarının işleyişi kritik önem kazanmaktadır. Lojistik altyapısını sağlam kuran firmalar, müşteri memnuniyetini sağlamada ve rakipleri karşısında rekabette öne geçmede avantaj yakalayabilmektedir. Bu süreçte de ikmal hatlarının lojistik aktiviteleri tamamlayıcı ve destekleyici yapıda olması büyük önem sağlamaktadır. İkmal hatlarının en önemli unsurlarından biride kullanılan depolardır.

Bu çalışmada depo seçimi için karar vericiler açısından kriterler arasındaki bağımlılık ilişkisi üzerinde durularak Choquet integralinden yararlanılmıştır. Kurulan model sayesinde karar vericilerin kriterler üzerinden belirledikleri yorumlara göre en ideal seçeneği bulmaları için fikir verilmiştir. Kurulan model ile de depo seçim aktiviteleri için genel anlamda karar vermeye yarayacak bir anlayış oluşturulmuştur.

Tez çalışmasını hazırlama sürecimde her konuda yardımcı olan danışman hocam Prof. Dr. Cengiz Kahraman'a teşekkürlerimi sunarım. Tezin oluşma aşamasında desteklerini yanımda hissettiğim ve çalışmakta olduğum Kraft Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ne teşekkür etmek isterim. Yüksek lisans eğitimim süresince destek olan TÜBİTAK ve TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme ve Daire Başkanlığına ayrıca teşekkür etmek isterim. Sürekli bir motivasyon kaynağı sağlayan başta annem ve babam olmak üzere aileme teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2012

Erkan Çaka
Endüstri Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE LOJİSTİK	3
2.1 Amaç	3
2.2 Literatürde Yer Alan Tedarik Zinciri Yönetimi Tanımları	3
2.3 Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi.....	4
2.3.1 Lojistiğin merkezileştirilmesi	5
2.3.2 Toplam maliyet yönetimi	5
2.3.3 Entegre lojistik yönetimi	6
2.3.4 Tedarik zinciri yönetimi	8
2.4 Tedarik Zinciri Yönetiminin Fonksiyonları	9
2.5 Tedarik Zinciri Yönetiminin Amaçları	10
2.6 Tedarik Zinciri Yönetimini Etkileyen Faktörler	11
2.6.1 Müşteri talepleri	11
2.6.2 Küreselleşme	12
2.6.3 Rekabet.....	12
2.6.4 Bilgi ve iletişim	13
2.6.5 Resmi etkiler	13
2.6.6 Çevre	14
2.7 Tedarik Zinciri Yönetiminin Kısıtları	14
2.8 Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçleri	15
2.9 Lojistik	16
2.10 Lojistik ve TZY ile İlişkisi	17
2.11 Lojistik Faaliyetleri	18
2.11.1 Nakliye	19
2.11.2 Stok yönetimi	19
2.11.3 Depolama	19
2.11.4 Paketleme	19
2.11.5 Malzeme elleçleme	19
2.11.6 Sipariş işleme	20
2.11.7 Tahmin	20
2.11.8 Üretim planlama.....	20
2.11.9 Satın alma.....	20

2.11.10 Müşteri hizmeti	20
2.11.11 Yer seçimi	21
2.11.12 Diğer faaliyetler.....	21
2.12 Lojistik’de Depolama	21
2.12.1 Depo türleri	22
2.12.1.1 Hizmet amaçlarına göre depoların sınıflandırılması	22
2.12.1.2 Sahiplik durumuna göre depoların sınıflandırılması	24
2.12.2 Depolama operasyonları.....	26
2.12.2.1 Taşıma operasyonları	26
2.12.2.2 Stoklama operasyonları	28
2.13 Depo Yeri Seçimi	29
2.13.1 Toplam maliyet	31
2.13.2 Operasyonel maliyet.....	31
2.13.3 Yatırım maliyeti	31
2.13.4 Deponun fiziksel özellikleri	31
2.13.5 Depo yeri	32
2.13.6 Önemli ulaşım noktalarına ve pazarlara yakınlık.....	32
2.13.7 Çevresel etmenler	32
2.13.8 Kapasite.....	32
2.13.9 Hacim kullanım oranı.....	33
2.13.10 Ürün tipi	33
2.13.11 Ürünün fiziksel özellikleri.....	33
2.13.12 Depolama sistemi	33
2.13.13 Malzeme taşıma sistemi	34
2.13.14 Ürün karakteristikleri	34
2.13.15 İş güvenliği.....	34
2.13.16 Ürün depolama koşulları	34
2.13.17 Kalifiye iş gücü	35
2.13.18 Sertifikasyon.....	35
2.13.19 Sevkiyat sıklığı.....	35
2.13.20 Katma değer yaratan faaliyet kapasitesi	36
2.13.21 Genişleme imkanı.....	36
2.13.22 Organizasyonel yeterlilik	36
2.13.23 Operasyonel yeterlilik	37
2.13.24 Sevkiyat süreleri.....	37
2.13.25 Stok yönetim sistemi	37
2.13.26 Taşıma maliyeti	37
2.13.27 Yasal prosedürler.....	38
3. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME	39
3.1 Tanım.....	39
3.2 Sınıflandırma	40
3.3 Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV)	40
3.3.1 Ağırlıklandırılmış değer fonksiyonu modeli	40
3.3.2 Basit toplamli ağırlıklandırma yöntemi.....	40
3.3.3 Ağırlıklı çarpım yöntemi	41
3.3.4 ELECTRE tekniği	41
3.3.5 Leksikografik model	41
3.3.6 Kötümserlik modeli.....	41
3.3.7 İyimserlik modeli	42

3.3.8 İdeal noktalarda çok boyutlu ağırlıklandırma – TOPSIS (technique for ordered preference by similarities to ideal solution).....	42
3.3.9 Analitik hiyerarşi süreci	42
3.3.10 Analitik şebeke süreci	43
3.3.11 VIKOR (vise kriterijumska optimizacija i kompromisno resenje) yöntemi	43
3.3.12 PROMETHEE (preference ranking organization method for enrichment evaluations) yöntemi	43
3.3.13 ORESTE yöntemi	44
3.3.14 DEMATEL (the decision making trial and evaluation laboratory) metodu	44
3.3.15 Choquet integrali	44
3.4 Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV)	45
3.4.1 Hedef programlama.....	45
3.4.2 Etkileşimli hedef programlama	45
3.4.3 Değer fonksiyonu yöntemi	45
3.4.4 Sınırlanmış amaçlar yöntemi	46
3.4.5 Toplu kriter yöntemi	46
3.4.6 Ardışık sıralama yöntemi	46
3.4.7 Hedefe erişim modeli	46
3.4.8 Steuer yöntemi	47
3.4.9 Yedek değer ikame yöntemi	47
3.4.10 Etkileşimli uzlaşık programlama	47
3.5 Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılması	47
4. CHOQUET İNTEGRALİ	49
4.1 Tanım	49
4.2 Bulanık Aritmetik.....	49
4.3 Aralık Değerli Bulanık Ölçütler	50
4.4 λ Bulanık Değerli Tanımlama Yöntemleri.....	51
4.4.1 Singleton bulanık değer oranı standardı.....	51
4.4.2 Shapley değer standardı	52
4.4.3 Girdi sayısı standardı	52
4.5 Matematiksel Gösterimi	52
4.6 Aralık Değerli Choquet İntegrali.....	53
4.6.1 Zayıf sıra operatörü	53
4.6.2 Tercihlerin gösterimi	54
4.6.3 Aralık değerler	54
4.6.4 Aralık değer açılımı	55
4.6.5 Tercihlerin aralık değerleri.....	56
4.7 Genelleştirilmiş Choquet Bulanık İntegrali.....	57
4.7.1 Önerme 1	57
4.7.2 Önerme 2	57
4.7.3 Önerme 3	57
4.7.4 Önerme 4	57
4.8 Genelleştirilmiş Choquet Bulanık İntegrali Algoritması	57
4.8.1 Adım 1	58
4.8.2 Adım 2.....	58
4.8.3 Adım 3.....	58
4.8.4 Adım 4.....	58
4.8.5 Adım 5.....	58

4.8.6 Adım 6.....	58
4.8.7 Adım 7.....	59
4.8.8 Adım 8.....	59
4.9 İki Toplamlı Choquet İntegrali Toplanma Operatörü	59
5. VAKA ANALİZİ.....	61
5.1 Problemin Tanımı.....	61
5.2 Seçim Kriterleri	62
5.2.1 Maliyet	62
5.2.1.1 İşçilik maliyeti.....	62
5.2.1.2 Sevkiyat maliyeti.....	63
5.2.1.3 Depolama maliyeti	63
5.2.2 İş gücü	64
5.2.2.1 Kalifiye eleman	64
5.2.2.2 Katma değer yaratan faaliyet kapasitesi	64
5.2.3 Çevresel etmenler.....	64
5.2.3.1 Pazara yakınlık	65
5.2.3.2 Ulaşım alternatifleri.....	65
5.2.3.3 Yasal prosedürler ve firma güvenilirliği	65
5.2.4 Altyapı.....	66
5.2.4.1 Depo kapasitesi	66
5.2.4.2 Depolama ve malzeme taşıma sistemleri	66
5.2.4.3 Sevkiyat sıklığı.....	67
5.2.4.4 Depolama koşulları	67
5.3 Alternatifler	67
5.4 Uygulama	68
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	89
6.1 Çalışmanın Uygulama Alanı	90
KAYNAKLAR.....	93
ÖZGEÇMİŞ.....	99

KISALTMALAR

TZY	: Tedarik Zinciri Yönetimi
ÇÖKV	: Çok Ölçütlü Karar Verme
ÇAKV	: Çok Amaçlı Karar Verme
ÇNKV	: Çok Nitelikli Karar Verme
TOPSIS	: Technique for Ordered Preference by Similarities to Ideal Solution
VIKOR	: Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje
PROMETHEE	: Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
DEMATEL	: The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Depo yeri seçimi kriterleri literature çizelgesi	29
Çizelge 5.1 : Depo yeri seçim kriterleri.....	62
Çizelge 5.2 : Yamuk bulanık sayılar ve sözel önem dereceleri arasındaki ilişki	69
Çizelge 5.3 : Depo yeri seçimi servis sağlayısı değerlendirme ölçütleri.....	69
Çizelge 5.4 : Tek karar verici üzerinden sözel ifadeler	70
Çizelge 5.5 : Beklenen performans, önemlilik dereceleri ve servis sağlayıcıların performansı	71
Çizelge 5.6 : $\alpha = 0$ için normalleştirilmiş servis sağlayıcı performans değerleri.....	75
Çizelge 5.7 : $\alpha = 1$ için normalleştirilmiş servis sağlayıcı performans değerleri.....	76
Çizelge 5.8 : $\alpha = 0$ için bulanık değerler	77
Çizelge 5.9 : $\alpha = 1$ için bulanık değerler	78
Çizelge 5.10 : $\alpha = 0$ için bulanık ölçütler	79
Çizelge 5.11 : $\alpha = 1$ için bulanık ölçütler	80
Çizelge 5.12 : $\alpha = 0$ için servis sağlayıcıların ana kriter performansları	81
Çizelge 5.13 : $\alpha = 1$ için servis sağlayıcıların ana kriter performansları	82
Çizelge 5.14 : Toplam tedarikçi performans değerleri	83
Çizelge 5.15 : Genel performans değerleri	85
Çizelge 5.16 : Servis sağlayıcıların toplam performanslarının durulaştırılması.....	86
Çizelge 5.17 : Performans sonuçları	88

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 : Tedarik zinciri yönetimi gelişiminde dört yönetim dönemi	5
Şekil 4.1 : Bulanık değer ve bulanık integral.	51
Şekil 4.2 : Girdi sayısı standardı örneği.....	52

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE CHOQUET İNTEGRAL YÖNTEMİ İLE DEPO YERİ SEÇİMİ

ÖZET

Tedarik zinciri yönetimi, hammadde siparişinin verilmesinden müşteriye sevkiyat edilmesine kadar geçen aktivitelerin müşteri memnuniyetini en üst seviyeye taşınmasını hedefleyecek şekilde mümkün olan en verimli şekilde uygulanmasıdır. Özellikle rekabetin arttığı günümüzde tedarik zinciri yönetimi, kaynakların verimliliğinin artması, operasyonların iyileştirilmesi, müşteriye ulaştırılan ürünün maliyetinin azaltılması, daha az stok maliyeti, daha kısa üretim zamanı, daha güçlü organizasyonel yapılar, daha net karlar gibi toplam verimliliği arttıracak faaliyetlere odaklanır.

Yönetimsel ve temel fonksiyonlar olarak ikiye ayrılan tedarik zinciri yönetiminin temel amacı, toplam tedarik zinciri maliyetini istenilen talebi karşılayacak şekilde organize ederken minimum tutmaktır. Tedarik zinciri yönetimini etkileyen altı temel faktör bulunur. Bunlar; müşteri talepleri, küreselleşme, rekabet, bilgi ve iletişim, resmi etkiler ve çevredir. Bu faktörlerden etkilenen tedarik zinciri yönetimi için alınacak kararlar ise üç ana kısıt değerlendirilerek alınır. Bunlar; kapasite, hizmet uyumu ve talep miktarı ve kapsamıdır.

Lojistik; doğru ürünün, doğru miktarda, doğru şartlarda, doğru yerde, doğru zamanda, doğru maliyet ile, doğru müşteri için kullanılabilirliğini sağlamaktır. Lojistiğin genel amacı; ürün, hammadde, yarı mamul ve yardımcı malzemelerin ihtiyaç duyulduğunda, uygun koşullarda, ihtiyaç olan yerde en düşük maliyet ile teslimatını sağlamaktır. Faaliyet alanı; başlangıçta ulaşım ve depolama ile sınırlı olan lojistik; satın alma, dağıtım, stok yönetimi, sipariş yönetimi ve işleme, paketleme, parça ve hizmet desteği, üretim çizelgeleme, geri dönen ürünler, talep tahmini, atıkların geri kazanımı ve imha edilmesi ve hatta müşteri hizmetlerini de içine alarak genişlemiştir.

Lojistiğin önemli bir kolu olan depolama ise lojistik faaliyetlerin iyi organize edilmesi için kritik bir önem taşımaktadır. Depo yerinin neresinin olacağı kararı ise toplam zinciri etkileyen önemli kararlardan biridir. Bu yüzden depo yeri seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken oldukça fazla kriter mevcuttur.

Karar verme, kişilerin iki ya da daha fazla kriter ile sayılabilen ya da sayılamayan bir grup alternatif arasından seçim yapmasıdır . Bu yüzden bir karar verme işlemi olması için öncelikle seçim yapılabilecek birden fazla alternatif ve bu alternatifler arasında en iyiyi seçmede kullanılacak birden fazla kriter bulunması gerekiyor. Çok ölçütlü karar verme için sistematik olarak ortaya konulmuş birçok yöntem kullanılmaktadır. Genel anlamda ise 2 sınıfa ayrılır. Bunlar; çok nitelikli karar verme ve çok amaçlı karar vermedir.

Bulanık mantık ile karar vermeye yarayan çözüm metodlarından biri olan choquet integrali, karar vericilerin yorumları ile kriterlerin sözel yorumlardan sayısal yorumlara atanarak çözümüne dayanan bir yöntemdir. Choquet integrali kurulan modellerin doğruluğunu kontrol etmek ya da seçim kriterlerini parçalara ayırarak değerlendirmek için kullanılan numerik yapıya sahip bir bulanık integraldir. Bir bulanık integrali oluşturmak için, geleneksel anlayışta bir operatör değer kullanmak yerine, bulanık yapının entegre edilip, kullanılacağı bir ayırt edici belirlemek gerekir. Bir choquet integralinin başarılı bir şekilde kurulması, her bir ölçütün ya da ölçütlerin kombinasyonlarının, önemini ortaya koyan bulanık ölçütlerin beyan ettiği gösterimlere dayanır.

Bu çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren uluslararası bir firmanın, Türkiye’de çalıştığı üçüncü parti servis sağlayıcılarını konsolide edip, tek lokasyon ile ilerlemeye çalışması için karar verme süreci incelendi. Beş farklı ürün kategorisi ile gıda alanında faaliyet gösteren ABC firmasının Türkiye’de iki farklı üretim tesisine hizmet verecek servis sağlayıcıyı seçmesi için olası üç alternatifi bulunmakta.

Firma ile yapılan çalışma sonucu maliyet, iş gücü, çevresel etmenler ve altyapı olmak üzere dört ana seçim kriteri belirlendi. Bu seçim kriterlerine bağlı alt kriter sayısı ise oniki tanedir.

Karar verme aşamasında ilk olarak yamuk bulanık sayılar ve bu sayılara karşılık sözel karşılıklar belirlendi. Daha sonra firma ile yapılan yüzyüze görüşmede her ana kriter ve alt kriter için önem dereceleri ve alternatif çözümlerin performans değerleri belirlendi.

Choquet integral yöntemi kullanılarak ilk önce iki farklı α değeri için performans ve önem dereceleri normalleştirildi. Daha sonra ise normalleşen değerlere karşılık gelen bulanık ölçüm değerleri belirlendi. Bulanık ölçüm değerlerinden yola çıkılarak her ana kritere karşılık gelen alternatiflere ait performans değerleri ortaya çıkarıldı.

Alternatiflerin genel performans değerlerine ulaşabilmek için ise ana kriterlerin performans değerlerinden yola çıkılıp, aynı hesaplama yöntemi kullanılarak her alternatif için genel performans indisleri ortaya çıkarıldı. Daha sonra durulaştırılan performans değerleri sonucunda da alternatiflerin genel performans sonuçları elde edildi.

Stratejik bir karar alınarak yapılan işlemlerde, elde bulunan alternatifler arasından seçim yapıldığında objektif bir göz ile toplamda en avantajlı olacak alternatifin seçilmesi oldukça önemlidir. Bu çalışma ile de choquet integrali yöntemi ile elde edilen alternatifler arasından en verimli sonucun elde edilebileceği alternatif bulunarak, karar vericiye karar verme aşamasında destek olunabileceği ortaya çıkarıldı.

WAREHOUSE LOCATION SELECTION IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT WITH CHOQUET INTEGRAL

SUMMARY

Supply chain management includes all activities from the beginning of the ordering materials to the delivering for the consumers with integrating and doing these activities effectively as much as possible for targeting the highest customer satisfaction. Supply chain management focus on increasing efficiency of resources, increasing operational activities, decreasing cost of product or service, lesser stock cost, more excess efficiency, lesser production time, lesser procurement time, more strength organizational structure, more excess profit, more excess client addictions, creating the adjunct systems than disjunct systems to access the needs above etc. in the competitive area. Competition became more important in the world and companies need the supply chain management to rehabilitate the operations, increase the utilization of foreign source, increase the cost of delivery, globalization, increase the significance of e-commerce, stock management etc.

Supply Chain Management is involved two functions. These are main and operational functions. Main functions are pieces the supply chain design. Supply chain design is the process of determining the supply chain infrastructure- the plants, distribution centers, transportations models and lanes, production processes etc. that will be used to satisfy customer demands. The operational functions are pieces supply chain operation or execution. Supply chain executing is the process of determining solutions to more tactical and operational issues such as local inventory polices and deployment, manufacturing and service schedules, transportation plans etc.

Main purpose of supply chain management is minimize the total supply chain cost while organizing most effective customer response. There are six different factors which are effecting supply chain management. These are; customer orders, globalization, competition, knowledge and communication, legal effects and environment. Decision making are making with considering three constraints for supply chain management. These are; capacity, service consistency and demand and demand scope.

Logistics is the process of delivering goods, service or people to the demand point from the origin for enabling the efficient inventory level, flexible demand response, globalization of end points for everywhere with purposing the minimum cost. Logistics is the considering of items forecasting, planning, organizing, coordinating and controlling. The purpose of logistics activities is the right products and/or services in the right quantity with the right quality, at the right point in time and at the right cost.

Logistics' activity area includes transportation and storage in the beginning, but it have been expanded with purchasing, distribution, stock management, demand management, service and spare part support, production plan, return activities, demand forecast, waste recovery and extermination, customer supports etc.

Storage, which is an important part of logistics, is a critical activity for organize logistics activities effectively. Warehouse location problem is one of the main problems of, which are effecting total supply chain. Because of that, there are too many criterias, which be should beware on while deciding the location of warehouse.

Decision making is the choice of most effective alternative with using a group of criterias from a group of alternatives which are countable or uncountable. Because of that for a decision making problem, we need alternatives, which are more than one, and criterias, which help us to choice most effective alternative. There are different type of methods for multiple criteria decision making. They are separating two main categories. These are; multiple objective decision making and multiple attribute decision making.

Choquet integral is one of the solution method for decision making problems with using fuzzy logic. It is a method that change interpretation of decision makers to logical values and solve the problem with mathematical accounting. Choquet integral has a numeric structure that it control the correctiveness of models and examine all criterias with dividing the min pieces. A discriminative should be decided to implement and use a fuzzy structurte instead of traditionally using an operator. A successful choquet integral should include show a criterion value for all criterias or main criterias.

In this study, a warehouse location problem was examined. A global company, which is actively working in Turkey, too, want to consolidate all third party service providers' warehouse and want to work with only one of them with giving all third party activities, too. This company has five main product categories and two different production areas in Turkey. There are three different alternatives to serve these two production areas as third party service provider.

Firstly, selection criterias are chosen with meeting with company consultants, who help us to focus on needs and wants of company. Four of main criterias are chosen to decide most effective third party service provider. These are; cost, manpower, environmental effects and infrastructure. Also, subcriterias are chosen for these main criterias. Three sub criterias are defined for cost criteria. These are; labor cost, transportation cost and stocking cost. Trained man and add value activity capacity are the sub criterias of manpower. Also, three sub criterias, which are close to market, transportation alternatives and legal procedures and reliability, are defined for environmental effects. Finally, four sub criterias are chosen to infrastructure criteria. These are; capacity, stocking and material handling systems, dispatching frequency and stocking alternatives.

Firstly, trapezoidal fuzzy numbers and degrees of linguistic importance of criterias are defined to decision making process. After that, linguistic expected service, degrees of importance and service providers' service degree of all sub and main criterias are chosen with company consultants. Also, tolerance zone are defined for all sun and main criterias.

Then, performance and degree of importance values are normalized for two different α values with using choquet integral. Fuzzy measures are calculated with using normalized performance and degree of importance values.

After that, performance of all sub and main criterias are calculated for all alternatives with using fuzzy measures. This calculation is made for two different α values, which will help us to have a solution.

Finally, general service quality of all alternatives are calculated with using main criterias' performance values. It is calculated with using same method of calculating criterias' performance value. To get the final performance result, two α values' output are combined and then, new performance values are defuzzified. After defuzzified calculation, most effective are chosen, which have the most highest defuzzified value of this calculation for general performance values.

Choosing the most advantage alternative from all alternatives is important with an objective look-up for strategic decision making. Focusing on all criterias is a hard issue for decision maker that decision maker should think all of criterias for all alternatives. Choquet integral is one of the decision making solution method for this type problems that it can be used to choose most effective alternative for this type problem as an output of this study. It also shows that choquet integral is one of the decision making methods which can help decision maker to choose best alternative with using a group of decision makers.

1. GİRİŞ

Karar verme, bugünün sosyal ve iş çevrelerinde karmaşık bir işlem hâline gelmiştir. Gelecek hakkındaki belirsizlik ve yarışma ortamının doğası büyük ölçüde karar vermenin zorluğunu artırmıştır. Bilgi ve teknoloji hızla değişmekte ve yeni problemler ortaya çıkmaktadır. Karar vericiler için en iyi seçeneğin bulunması oldukça zor bir iştir. Karar vericiler, alternatifler arasından seçim yaparken birden fazla kriteri dikkate alarak birbiri ile çelişen amaçları en etkin şekilde gerçekleştiren seçeneği bulmak zorundadırlar. Karar vericiler mevcut kaynaklarını ve hareket alanlarını, diğer kişi ve birimleri ne şekilde etkileyeceğini gözden geçirerek karar verirler. Kaynakların yetersiz olması durumunda verilen kararlar işletme için her zaman en iyi karar olmayabilir. Kararların etkinliği istenen sonuçların sağlanmasıyla ilgilidir ve arzulanan sonuçlara ulaşma kararın etkinliğini belirler (Ersöz ve Kabak, 2010).

Karar analizinin temel adımları; sorunun tanımlanması, tüm olası seçeneklerin listelenmesi, karar vermenin kontrolünde olmayan / doğanın sunduğu tüm olası olayların listelenmesi, her seçeneğin her olay için elde edeceği sonuçları gösteren karar tablosunun oluşturulması, bir karar modelinin seçilmesi (doğa durumuna göre), modelin uygulanması ve bir seçeneğin seçilerek karar verilmesidir (Topçu, 2000).

Karar, insanın her an karşı karşıya kaldığı alternatifler içerisinde yaptığı seçimlerin genel bir ifadesidir. Karar için, “Gerçek hayata ilişkin bir problemde elimizdeki kısıt kaynakların kalıcı olarak tahsisidir.” şeklinde bir tanımlama da yapılabilir (Baykoç, 2001).

Karar verme kavramının birçok araştırmacı tarafından kendi alanları ile ilgili tanımları yapılmıştır. Örneğin; Karar verme, birden fazla boyutu olan olay ve olayların mevcut olduğu durumlarda seçim yapmaktır (Özkan, 1992). Karar verme, mevcut tüm alternatifler arasından amaç veya amaçlara en uygun ve mümkün olan bir veya birkaçını seçme sürecidir (Filiz, 2004). Karar verme işlemi, karar vericinin değişik seçeneklerle karşı karşıya bulunduğu durumlarda, bunlar arasından kendi

amaçlarına uygun, kendisince belirlenmiş ölçütlere en uygun olanı seçebilmesidir (Tekin, 1996).

1.1 Tezin Amacı

Lojistik alanında meydana gelen gelişmeler ve teknoloji ve globalleşmenin gelişmesi sonucu elde edilen ilerlemeler, lojistik alanında yapılacak uygulama ve geliştirmelerde ciddi analiz ve problem çözücü aktivitelere ihtiyaç doğurmaktadır. Lojistik yönetiminin en önemli unsurlarından biri olan depolama aktivitesi ve dağıtım kanalı oluşturma ve kullanma kararları, özellikle rekabet unsurlarının etkin olduğu günümüzde önemli bir hale gelmiştir.

Bu çalışma ile depolama yapılacak alanın belirlenmesi ve mevcut alternatifler arasından en optimum alternatifin kullanılması amaçlanmıştır. Çalışmada Choquet İntegrali kullanılarak bulanık karar verme yöntemi ile olası alternatifler arasında en uygun olan seçeneği belirlemek hedeflenmiştir. Ayrıca kurulacak olan model ile benzer lokasyon seçme problemlerine de alternatif bir çözüm geliştirmek hedeflenmiştir. Özellikle karar verme aşamalarında daha sistematik ve sayısal analizlere dayalı bir çözüm alternatifini sunularak lojistik aktivitelerin daha verimli yapılabilmesi için sanayi kuruluşlarına destek vermek amaçlanmıştır.

2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE LOJİSTİK

2.1 Amaç

Bu bölümde tedarik zinciri yönetiminin (TZY) ve lojistiğin literatür araştırmasına değineceğiz. Literatürde yer alan ana TZY tanımlarını inceleyip, genel bir kaniya ulaşacağız. Ardından lojistik ile ilgili literatürde yer alan bilgilere bakıp, depo yeri seçimi için yapılmış benzer uygulamaları inceleyeceğiz.

2.2 Literatürde Yer Alan Tedarik Zinciri Yönetimi Tanımları

Waters TZY ile ilgili yaptığı tanımda sistem maliyetlerini minimize etmek için tedarikçileri, üreticileri, depoları ve satış noktalarını etkili bir şekilde entegre eden, doğru miktarda, doğru zamanda ve doğru yerde olacak şekilde üretim ve dağıtım miktarını belirleyip, müşteri servis kalitesini arttırmaya yönelik faaliyetlerin uygulamaları olduğundan bahsetmiştir (Waters, 1999). Bir diğer tanımda ise TZY'nin komplike bir lojistik sistem olduğu ve bu sistemin hammaddelerin bitmiş ürüne çevrilip, dağıtım noktalarına kadar ulaştığı operasyonları kapsadığı belirtilmiş (Ghiani ve Laporte ve Musmanno, 2004).

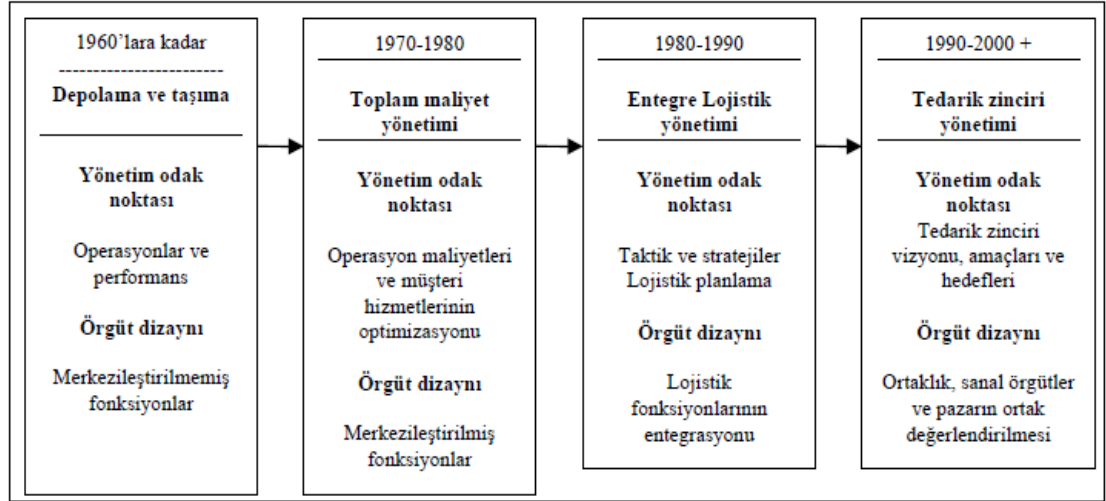
TZY'nin önemli bir ayağının tedarikçiler olduğu ile ilgili bir başka tanımlama da ise tedarikçi maliyetlerini azaltmak için uzun dönemli ilişkilerin kurulması, iletişime önem verilerek fonksiyonel takımlar kurulması ve bu takımlar ile birlikte tedarikçilerin geliştirilmesi sağlanarak, hem hammadde maliyetlerini azaltma, hem de müşteri, tedarikçi ilişkisini ölçerek güçlendirme yoluna gidilmesi gerektiği belirtiliyor (Chen ve Paulraj, 2004). TZY'nin asıl amacı ile ilgili yapılan bir tanımda ise TZY'nin müşteri memnuniyetini mümkün olan en verimli şekilde sağlamak için tedarik zinciri operasyonlarının planlanması, yapılan planların uygulanması ve kontrol edilmesi süreci olduğuna değinilmiş (Barnes, 2007).

TZY'ni özetleyecek olur isek, TZY hammadde siparişinin verilmesinden müşteriye sevkiyat edilmesine kadar geçen aktivitelerin müşteri memnuniyetini en üst seviyeye taşınmasını hedefleyecek şekilde mümkün olan en verimli şekilde uygulanmasıdır. Özellikle rekabetin arttığı günümüzde TZY kaynakların verimliliğinin artması, operasyonların iyileştirilmesi, müşteriye ulaştırılan ürünün maliyetinin azaltılması, daha az stok maliyeti, daha kısa üretim zamanı, daha güçlü organizasyonel yapılar, daha net karlar gibi toplam verimliliği arttıracak faaliyetlere odaklanır (Dekker, 2004).

2.3 Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi

Tedarik zinciri yönetimi, günümüzün en güçlü stratejik işletme kavramlarından biri olarak görülmesine rağmen, gelişimi modern lojistik gelişimi ile yakından ilgilidir. TZY, tedarik kanalında köklü değişiklikler yaratan bir yaklaşım olmasına rağmen lojistik yönetimde meydana gelen önemli değişiklikler sonucu gelişimi söz konusu olmuştur. Geçtiğimiz 30 yıl içinde lojistik bugünün lider üretim ve dağıtım işletmeleri içinde, tek bir operasyon faaliyeti olmaktan çok temel bir stratejik bileşen haline gelmiştir. Literatürde tedarik zinciri yönetimi kavramının tarihsel olarak gelişimi farklı yaklaşımlar ile ele alınmıştır. Bazı akademisyenler TZY'nin gelişimini üretim ve operasyon yönetimi açısından ele alırken, bazıları stratejik açıdan ele almakta, diğerleri de fiziksel dağıtım yönetimi, lojistik, entegre lojistik ve TZY dönüşümü ile açıklamışlardır.

Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi ve bugünkü haline gelmesi dört önemli ve diğerlerinden ayrılan dönem halinde incelenebilir. Şekil 1.1'de de gösterildiği gibi bu dönemler; lojistiğin merkezileşmemesi, toplam maliyet yönetimi, entegre lojistik yönetimi, tedarik zinciri yönetimi olarak sıralanabilir (Ross, 2000).



Şekil 1.1 : Tedarik zinciri yönetimi gelişiminde dört yönetim dönemi.

2.3.1 Lojistiğin merkezileştirilmesi

1900'li yıllardan başlayarak 1960'lı yıllara kadar gelen bu dönemde, lojistik işletmeler için temel bir rekabet avantajı olarak görülmemektedir. Lojistik çoğunlukla, depolama ve taşıma gibi temel fiziksel dağıtım fonksiyonları olarak görülmektedir (Ross, 2000). Bu dönemde işletmelerde lojistiğe, pazarlama, satış ve üretimden daha az önem verilmekte ve esas işi olarak da; envanter, taşıma, depolama, sipariş işleme gibi faaliyetleri yürüten taktiksel bir faaliyet olarak örgütlenmektedir.

1900-1960 yılları arasında lojistiğin karlılığa çok fazla etkisinin olmadığı, dolayısıyla lojistik faaliyetlerine ek sermaye yatırımlarının lüzumsuz olduğu düşünülmektedir. Bilgisayarların gelişmemiş ve yaygınlaşmamış olması ve piyasalardaki iktisadi durgunluk lojistiğin gelişmemesinin sebepleri olarak sayılabilir.

İşletmeler bu dönemde dikey örgüt yapılarına sahiptirler ve faaliyetlerin optimizasyonu tamamen fonksiyonlar üzerinde odaklanmıştır. Üretim sistemleri de daha çok materyal gereksinimleri planlaması üzerinde durmaktadır (Chandra ve Kumar, 2000).

2.3.2 Toplam maliyet yönetimi

Lojistiğin merkezileşmemesi döneminin bitip fonksiyonel merkezileşme döneminin başlaması çeşitli ekonomik ve örgütsel konular ile ilgilidir. Lojistiğin merkezileşmeye doğru gitmesi ile ilgili olarak; enflasyon, yüksek faiz oranları,

materyal ve enerji kısıtlıkları, yüksek işsizlik oranları ve dünya ekonomilerinin senkronizasyonu gibi çeşitli ekonomik baskılar, bilgisayarlı bilgi sistemlerinin gelişmesi ve sayısal analiz tekniklerinin lojistik yönetiminde uygulanması, toplam lojistik paradigmasının uygulanması, ulusal pazarlarda artan rekabet baskısı, lojistik faaliyetlerinin işletme karlılığı üzerindeki etkisinin anlaşılması, lojistik maliyet kalemlerindeki gelişme alanlarına daha önce hiç bakılmamış olması, lojistik maliyetlerini düşürmekte standart yöntemlerin başarısız olması, işletmenin ilgisinin tamamen üretim ve satıştan kaynaklanan maliyetlere yönelmesi sonucu, lojistik maliyetlerinin bir karlılık alanı olarak görülmemesi faktörleri etkilidir (Ross, 2000).

Bu dönemde temel olarak; lojistik avantajı sağlamanın tüm sistemin toplam performansı ile ilgili olduğu, materyal elleçleme, depolama, taşıma ve envanter kontrolü harcamalarının tüm entegre sistemin performansı ve toplam maliyeti ile ilgili olduğu, birbirinden bağımsız, otonom fonksiyonlar yerine, tüm sistemin toplam performansında önemli rol oynayan lojistik faaliyetleri arasında direkt bir ilişkinin olduğu ve lojistik fonksiyonları arasındaki entegrasyonun toplam performans da bir sinerji etkisi yarattığı, kabul edilmektedir.

Toplam maliyet yaklaşımının açık bir ifadesini vermek gerekirse; örneğin, daha hızlı taşıma türleri diğer geleneksel ve yavaş olanların yerini aldıkça, envanter bulundurma ve depolama maliyetleri azalacaktır (Gattorna ve Walters, 1996). Örneğin havayolu taşımacılığı diğerlerinden daha maliyetli bir taşıma yolu olmasına rağmen daha düşük envanter ve depolama maliyetlerini sağladığı için tercih edilebilir (Douglas ve diğerleri, 1992). Bu durumda lojistik faaliyetlerine tüm bir sistem maliyeti olarak bakmak daha verimli olacaktır. Toplam maliyet; lojistik misyonu gerçekleştirmek için gerekli tüm harcamaların (müşteri hizmet seviyeleri, taşıma maliyetleri, depolama maliyetleri, sipariş işleme ve bilgi maliyetleri, lot miktarları maliyetleri, envanter bulundurma maliyetleri vb...) bir ölçüsü olarak ifade edilmiştir (Lambert ve Stock, 1992).

Bu dönemin sonlarında modern lojistik uygulamalarının başladığı kabul edilebilir. Bu dönemde süreçler önem kazanmış ve süreçlerin analizi faaliyetleri başlamıştır (Chandra ve Kumar, 2000).

2.3.3 Entegre lojistik yönetimi

1980’li yıllarda işletme dünyasında özellikle iki kavram çok önem kazanmıştır; rekabet ve kalite geliştirme. Bu dönemde işletmeler özellikle iki önemli yönetim

felsefesi olan tam zamanında ve toplam kalite yönetimi peşinde koşmaktadırlar. Artık işletmeler yüksek kalite – düşük fiyat, ürün geliştirme ve pazara sunma zamanının kısalığı, daha esnek ve yalın üretim süreçleri geliştirebilmek, iş güçlerinin yaratıcı ve katılımcı olması gibi rekabet avantajı olarak kullanılabilecek yeni kavramlar peşinde koşmaktadırlar. Bu yeni global rekabet çevresinde işletmeler daha önce çok fazla önem vermedikleri ancak bu dönemde rekabet avantajı olarak kullanabileceklerini anladıkları lojistik fonksiyonlarının entegrasyonuna önem vermektedirler.

Lojistik fonksiyonlarının entegrasyonuna sebep olarak; taşıma gibi lojistik faaliyetlerinde çok önemli olan enerjinin maliyeti ve bulunabilirliği konularındaki sorunlar, sermaye bulunabilirliğinde ve maliyetindeki artış, taşıma faaliyetlerinin özelleştirilmesi ve deregulasyonu, uluslararası ticarete meydana gelen gelişmeler, gelişmiş müşteri hizmetlerine olan talep, ekolojik ve sosyal kültürel kavramlar, bilgi işlem ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler gibi etkenler gösterilebilir (Gourdin, 2000).

Entegre lojistik kavramının iki temel unsurdan oluştuğu söylenebilir. Birinci unsur, lojistiğe yeni bir örgütsel rol verilmesidir. Toplam maliyet döneminde örgütler, maliyet avantajlarından yararlanmak amacı ile, merkezileşmiş depolama, taşıma ve müşteri hizmeti faaliyetlerine odaklanmışlardır. Bu dönemde ise, bu faaliyetlere ek olarak, envanter yönetimi, sipariş işleme, üretim planlama ve satın alma gibi faaliyetler de eklenmiştir (Ross, 2000). Böylelikle, tüm bu faaliyetlerin tek bir lojistik sistem olarak düşünülmesi ile sadece maliyetler değil aynı zamanda da sürekli liderlik konusunda da önemli avantajlar sağlanmaktadır. Bu entegrasyona iç entegrasyon da denilmektedir (Coppacino, 1997).

İkinci unsur, lojistik hakkında yeni bir düşünce tekniği olarak ifade edilebilir ve dış entegrasyon olarak tanımlanabilir. Bu entegrasyonda, işletmedeki diğer fonksiyonlar ile lojistik fonksiyonunun entegrasyonu söz konusudur. Böylece lojistik fonksiyonu diğer fonksiyonlar ile aynı öneme sahip olmakta ve böylece lojistik planlarının yapılması konusunda eski destek rolü yerine stratejik bir rol almaktadır (Coppacino, 1997). Üretim ve pazarlama ile lojistik bölümleri entegre edilmektedir. Bunun yanı sıra tedarikçiler ve diğer işletmelerin lojistik fonksiyonları ile de bir entegrasyon söz konusudur. Dış entegrasyon, lojistik faaliyetlerinin işletme sınırları dışında entegre edilmesidir (Chen ve Paulraj, 2004).

Bu dönem ile birlikte, lojistik fonksiyonu bir rekabet aracı haline gelmiştir. Entegrasyon sayesinde işletmeler, stratejik amaçlarına maliyet/operasyonlar ve hizmet/ değer avantajları ile kavuşabilmektedirler. Bu sayede işletmeler, işletme içi lojistik faaliyetleri ve stratejileri ile kanal içinde müşteri hizmeti ve toplam maliyet konusunda ilerleyebilmek için ortak olduğu iş ortaklarının tedarik zincirleri ile entegre edebilmektedir.

2.3.4 Tedarik zinciri yönetimi

1990'lı yılların başından itibaren işletmeler pazarlarda meydana gelen değişikliklere, tedarik kanalında birbirleri ile ittifak halindeki işletmeler matrisinden kaynaklanan yeni üretim yeteneklerini kullanarak ve entegre lojistik fonksiyonlarını genişleterek cevap vermeye çalışmaktadırlar. Globalleşmenin hız kazanması, hizmet kalitesinde artan beklentiler, üçüncü parti hizmet sağlayıcıların artması, ittifak ve ortaklıklar, organizasyonların yeniden yapılanması, ve bilgi iletişim teknolojilerinin etkisi işletmelerin dramatik bir değişikliğe itmiştir. Yukarıda da ifade edildiği gibi, lojistik yönetiminin üçüncü dönemi; müşteri hizmetlerini en düşük maliyet ile artırabilmek amacıyla iç lojistik faaliyetleri ve stratejileri ile kanaldaki iş ortakların stratejilerinin entegrasyonuna dayanmaktaydı. Yeni bir rekabet avantajı olarak ifade edilebilecek olan bu dördüncü dönemde ise, kanal ortaklarının arasında sadece bir lojistik entegrasyondan ziyade, bu ortaklar ile çok yakın ilişkilerin geliştirilmesi söz konusudur. TZY'nin gelişimindeki diğer dönemler, lojistiği pazarlama ve satış amaçlarına ulaşmak için gerekli kaynakları sağlamanın en iyi işletme içi stratejik kaynak olarak görürken, TZY döneminde, lojistik entegrasyon faaliyetleri, kanal sınırlarına ulaşan ve çok önemli rekabet avantajı sağlayabilecek olan yetenekleri birbirlerine bağlayabilecek olan sanal organizasyonlar seviyesine ulaşmaktadır. Bu dönem genel hatları ile üç unsurdan oluşur. Bunlar; lojistik yönetiminin gelişmesi, entegre lojistik yönetiminin işletme sınırları dışında ortaya çıkan rekabet avantajı fırsatlarından yararlanabilmek için uzatılması ve lojistik ve kanal yönetiminin yeni stratejik görüntüsüdür (Ross, 2000).

Lojistik yönetiminin genişlemesinin de işletmeler, sadece lojistik faaliyetlerinin optimizasyonu değil aynı zamanda, talep yönetimi, pazarlama ve satış, üretim, finansman ve lojistik gibi tüm işletme fonksiyonlarının, ürün dizaynı, üretim, teslimat, müşteri hizmetleri, maliyet yönetimi ve katma değerli hizmetleri geliştirebilmek için entegre edilmesine odaklanmışlardır. Bu durumda işletmelerin

üst yönetimleri, stratejik planlama ve örgütsel yapılarını lojistik fonksiyonun gücü çerçevesinde değerlendirmektedirler.

Entegre lojistik yönetiminin işletme sınırları dışında ortaya çıkan rekabet avantajı fırsatlarından yararlanabilmek için uzatılması en basit durumda bile, işletme fonksiyonlarının hem içeride hem de dışarıda entegre edilmesi, işletmelere dağıtıcıları, müşterileri ve üçüncü parti ittifakları arasında rekabet avantajı sağlayabilecek verimli yaratıcı ilişkiler sağlamaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılması ile işletmeler kanal ortakları ile birlikte kendilerini tek bir işletme olarak görmekte ve pazar değeri yaratmak konusunda yeni yollar bulabilmektedirler.

Lojistik ve kanal yönetiminin yeni stratejik görüntüsü, bu dönemde ki taktik uygulamalar, TZY'nin kanal envanterinin akışının hızlandırılması, iç işletme fonksiyonlarının ortaklarıninkiler ile birlikte optimizasyonu, sürekli olarak maliyeti azaltabilecek ve verimliliği yükseltebilecek bir mekanizmayı oluşturabilmek gibi geleneksel lojistik faaliyetler üzerinde durmaktadır. Ancak TZY'nin gerçek gücü, stratejik boyutlarında görülmektedir. Dış oryantasyon ve ağ kurma yetenekleri olan bu dönem işletmeleri, pazarı paylaşmak, kanal ortaklarını da bağlayan bir rekabet vizyonuna sahip olmak, yeni fırsatları ortaya çıkarabilmek gibi avantajlara sahip olabilmektedirler.

2.4 Tedarik Zinciri Yönetiminin Fonksiyonları

Tedarik zinciri yönetimini 2 farklı fonksiyonel yapıda inceleyebiliriz. Bunlar yönetimsel ve temel fonksiyonlardır.

TZY'nin yönetimsel fonksiyonları 3'e ayrılır. Bunlar; stratejik, taktiksel ve operasyonel fonksiyonlardır. Stratejik fonksiyonlar tedarik zincirinin yapısını oluşturan fonksiyonlardır. Bu yapıda fabrikalar, dağıtım merkezleri, dağıtım modeli ve hatları, üretim prosesleri gibi birimler bulunur. Taktiksel ve operasyonel fonksiyonlar ise TZY'nin operasyon ya da yönetimsel parçalarıdır (Harrison ve diğerleri, 2003). TZY'nin temel yapısını ise Üretim, Stok, Lokasyon, Dağıtım ve Bilgi olmak üzere 5 fonksiyon oluşturur.

2.5 Tedarik Zinciri Yönetiminin Amaçları

TZY'nin temel amacı toplam tedarik zinciri maliyetini istenilen talebi karşılayacak şekilde organize ederken minimum tutmaktır. Toplam TZY maliyetini minimum tutmak için ise TZY içinde maliyet getiren kalemler üzerinde çalışmalar yapılır. Bu kalemler; hammadde ve diğer satın alma maliyetleri, tesis kurma maliyeti, direkt ve endirekt üretim maliyetleri, stok maliyeti, taşıma ve sevkiyat maliyetleri gibi maliyet kalemleridir (Shapiro, 2001).

TZY'nde temel amaçlar doğrultusunda stok minimize edilmeye çalışılır. Bunun sonucunda da stoklar azaltılarak, depolama maliyetinin azaltılması beklenir. Sonuç olarak da toplam maliyeti oluşturan unsurlardan biri azaltılmış olur. Stok seviyesini azaltmanın yanında müşteri memnuniyetini de paralelde en üst seviyede tutmak gerekir. Bunun içinde ürünün bulunabilirliği ve müşterinin ürüne ulaşması sağlanır. Özellikle rekabetin yoğun olduğu günümüzde alternatif ürünlerin çokluğunun da getirdiği etki ile ürünün son tüketiciye istenilen miktar kadar sağlanmasını kritik bir hedef haline getirmiştir. Yüksek müşteri memnuniyeti sağlamak için dağıtım hızının geliştirilmiş ve müşteri beklentilerini karşılayacak şekilde optimize edilmiş olması sağlanmalıdır. Müşteri memnuniyetini sağlamak için ise toplam maliyete etki eden faktörleri de düşünmek gerekir. Ulaştırma, depolama ve işgücü maliyetlerini arttırarak müşteri memnuniyeti sağlanır ise TZY'nin toplam maliyeti arttırılmış olur ve başarısız bir organizasyon oluşur. Bu yüzden müşteri memnuniyetini olası en yüksek hedefe getirirken, bunun yanında toplam maliyete etki eden unsurlara da dikkat edip, maliyet kalemlerini minimize etmeye çalışılmalıdır (Carmichael, 1998).

Başarılı bir tedarik zincirine sahip olmak için tedarik zincirini oluşturan birimler arasında işbirliği sağlanmalıdır. Bu yüzden tedarik zincirine etki eden bütün birimler arasında (tedarikçi, tedarikçinin tedarikçisi, müşteri, dağıtım kanalları, üçüncü parti servis sağlayıcılar vs.) karşılıklı bilgi değişimi ve ortak planlama yapılması gereklidir. Bu işbirliği yapıldığında ortak hedef olarak da nihai kullanıcıların ihtiyaçları dikkate alınmalıdır. Yani toplam TZY'nin temel işbirliğinin ortak noktası, müşterilerin ihtiyaçları sonucunda şekillenmeli. Bu işbirliği birçok firmanın ortak çalışmasını gerektirdiği için belirli operasyonel seviyelerde çapraz koordinasyon sağlanarak operasyon işlemlerinin daha hızlı ve etkili yürütülmesi sağlanabilir. Bu tür bir yapının sağlıklı oluşturulması için de bütün taraflar arasında uzun vadeli

işbirliğine dayanan bir güven ortamı oluşturulmalı. Sonuç olarak da kurulması planlanan işbirliğinde taraflar arasında ortak bir vizyon ve kültür oluşturulmasının yanında riskler ve kazançlar da herkesin yararına olacak şekilde adil bir paylaşım ile belirlenmeli (Baki, 2004).

Bu işbirliği sağlanır ve taraflar arasındaki işbirliği bütünleşir ise tedarik zincirinin bir ucundan diğer ucuna çarpıtılan bilginin, tamamen ortadan kaldırılması sağlanarak tedarik zincirindeki şeffaflığı arttıracaktır. Organize etme, planlama ve kontrole dayanılarak yapılan işbirliği ile, aşırı stoklar ortadan kaldırılacak temin süreleri ve belirsizlikler azalacak ve kapasite kullanım oranı yükselecektir (Skjoett-Larsen, 2000).

2.6 Tedarik Zinciri Yönetimini Etkileyen Faktörler

Günümüz tedarik zinciri anlayışı içerisinde dikkat edilmesi gereken ve tedarik zinciri yönetimine direct olarak etki eden altı ana faktör vardır. Bunlar; müşteri talepleri, küreselleşme, rekabet, bilgi ve iletişim, resmi etkiler ve çevredir (Bovet ve Sheffi, 1998).

2.6.1 Müşteri talepleri

Yapılan iş için en önemli unsur müşteri talebini yerine getirmektir. Bu yüzden “Müşteri ne ister?” sorusuna cevap vermek gerekir. Günümüz koşullarında müşteri istekleri arttığı için bu soruya cevap olarak “herşeyi” diyebiliriz. Buna karşılık hizmet veren firmalar ise kendilerine maksimum karı yapacak şekilde minimum maliyet çıkartmak isterler. Müşteriyi memnun edip, yüksek kalitede hizmet sunmak istemelerinin yanı sıra maliyeti de en asgari seviyeye çekmek isterler.

Günümüz piyasasında çoğu ürün ve çoğu Pazar için müşteri talebinin herşey olduğunu kabul etmek gerekir ve rekabette ayakta kalabilmek için buna uygun olarak hareket etmek gerekir. Müşteri her zaman alacağı ürün ya da hizmete pahalı olmadan, yüksek ve hızlı bir servis ağı ile anında hazır olacak şekilde almak ister. Sunulan hizmet paketi, seçenek, servis, hız, maliyet gibi seçenekler dikkate alınarak hızla arttırılacaktır.

Günümüzde müşteriler, ekonominin diğer bölümlerinde olduğu gibi her alanda iyileştirici ve maliyet azaltıcı performanslar beklemektedir. Buna en uygun

örneklerden birini Toyota ve Ford firmaları gerçekleştirmiştir. 1998 yılında çıkardıkları araçlar bir önceki yıl çıkarttıkları araçlara göre daha iyi aksesuar özelliklerine sahip olmasına rağmen daha az maliyet ile üretilmiştir. Müşteri memnuniyetini arttırırken maliyeti de arttırmak yerine azaltmaları ciddi bir başarıdır. Bu örnekte anlaşılabileceği gibi günümüzde trend, müşteriler istediklerinde ne isterler ise onu önermeye ve her yeni uygulama ile daha ucuzunu mal etmeye doğru gidiyor (Bovet ve Sheffi, 1998).

2.6.2 Küreselleşme

İletişim ve haberleşme teknolojilerinin çok geliştiği günümüzde, insanlar arasındaki etkileşimde oldukça arttı. Bu nedenle birçok gözlemci orta vadede küresel anlamda demografik ve ekonomik güçlerde ciddi değişimler beklemektedir. Özellikle gelişen ekonomilere sahip olan ülkelerin ürettikleri ucuz ürünlerin cazibesi keşfedilmeye başlanmıştır. Ekonomi pazarları tarafından incelenen bu faktörler ile birlikte söz konusu trend bu tür gelişmekte olan ekonomilerin itici gücü olacaktır.

Ekonomik güçlerin zorlanması ile birleşen demokratik faktörler, uluslararası gelir uçurumunu ortadan kaldıracak bir yakınlaşma içindedir. Bu yüzden 21. Yüzyılda dünya pazarlarının değişik bir kimliğe bürünmesini sağlayacaktır. Özellikle Latin Amerika ve Asya-Pasifik gibi bölgelerde müşteri, ürün, birleşik merkezlerde çalışma, dolaysız ekonomik, sosyal ve çevresel etkiler gibi nedenler ile geleneksel ekonomik yapıda kendilerine ciddi bir yer edineceklerdir. Bu nedenler ile şirketler kendilerine dünya çapında kıyaslanabilir bir çerçeve sağlamak zorundadırlar. İletişim devriminin yaşandığı ve müşteri kültüründe küreselleşmenin olduğu günümüzde, buna ayak uyduramayan firmalar için pazardaki benzer firmaların yapacağı uygulamalar ciddi risk yaratabilir (Bovet ve Sheffi, 1998).

2.6.3 Rekabet

Rekabet koşulları her zaman tedarik zincirini inovatif düşünce için zorlamaya devam edecektir. Rekabeti besleyen pekçok kaynak mevcuttur. Küreselleşmenin artışı, endüstriyel teknolojinin ilerlemesi, bilişim hizmetlerindeki gelişmeler, ortak sermaye girişimleri, yaratıcı iş tasarımı gibi güçler geleneksel pazarların lider firmaları tarafından oluşturulmaktadır. Pazar bölüşümlerinin verimliliği arttıkça, şirketler rekabet alanlarını ve kar bölgelerini yeniden belirlemeye başlayacaktır. Mevcut

şirketlerin rekabet aktiviteleri daha yoğun ve daha acımasız olacaktır. Uzak ülkelerde yaşanması muhtemel küçük mücadeleler “küresel köy” diye adlandırılan küresel bir fenomen haline gelecektir. Bu dinamik nedeni ile çoğu endüstride oyunun yeniden belirlenmesi doğrultusunda yeni düzeylerde rekabet artacaktır (Bovet ve Sheffi, 1998).

2.6.4 Bilgi ve iletişim

Gelecekte tedarik zinciri liderlerine önemli bir rol sağlayacak olan bilgi patlaması, günümüze kadar olan gelişmeler nedeni ile inanılmaz görünmekte ve tarihsel standartların dışına taşmaktadır.

İnternet kullanımının artışı ile alınan ve dağıtılan bütün ürünler bu kullanımdan etkilenecektir. Ayrıca internet, müşterilerine alışveriş yapabilme yeteneği ile birlikte, her ürünün tüm özelliklerini öğrenebilme ve çoğu ürünü online kataloglarından satın alma imkanı sağlamaktadır. İlerleyen dönemde müşterilerin ve satıcıların her ödemede daha değerlendirici ve istemci olacağı beklenilmektedir. Yaşam standardının artışı ile çok büyük oranda müşteri, doğrudan alışverişini seçmektedir. Ulusal sınırları kaldıran internet üzerindeki doğrudan perakende satışlar tüm Dünya’da etkili olmaktadır.

Güçlü modelleme teknikleri, müterilerin yaşam standardını ve iş verilerini arttırmaktadır. Tedarik zinciri kararlarındaki hızlı yükseliş, hem tedarik zinciri optimizasyonunu, hem de veri oluşumu ile işlemleri kolaylaştıran, bilgisayar kapasitelerinin bir sonucudur. Bunların sonucunda yakın zamanda iş dünyasındaki hamleler oldukça hızlanmaktadır (Bovet ve Sheffi, 1998).

2.6.5 Resmi etkiler

Tedarik zincirinin gelişmesinde yerel hükümetlerin etkisi oldukça fazladır. Özellikle hem üretim sanayindeki paylaşımlar, hem de bölgesel kurulan ortak pazarlar sonrası ortaya çıkan çıkan network dağılımındaki değişiklikler bu etkiyi göstermektedir. Gerçek anlamda küresel kaynakların çoğu ürün iletim hatları neticesinde ortaya çıkmıştır (Bovet ve Sheffi, 1998).

2.6.6 Çevre

Tedarik zinciri tasarımlarını etkileyen diğer faktörler ise geri dönüşüm, çevre verimliliği ve atıklarda minimizasyon gibi nedenlerdir. Geri dönüşüm için en iyi örneklerden biri toner kartuş üretimi için yapılan faaliyetlerdir. Ayrıca otomotiv sanayiinde de başarılı geri dönüşüm projeleri uygulanmaktadır. Özellikle çevreyi koruma adına çıkan yasalar ve atık yönetimi ile ilgili uygulamalar nedeni ile tedarik zinciri yapılarında çevrede önemli bir kıstas olmuştur. Çevre faaliyetlerini ayrıca kazanca çevirmek ise zincirin kuruluşunda ortaya çıkacak aktivitelerin uyumluluğuna göre belirlenecektir (Bovet ve Sheffi, 1998).

2.7 Tedarik Zinciri Yönetiminin Kısıtları

Tedarik zinciri yönetiminde, bir işletmenin seçebileceği bir dizi alternatif karar seçeneği üzerine etki eden 3 ana etmen vardır. Karar alternatiflerinin yapılabilirliklerini ve fizibilitesini belirleyen bu etmenler kapasite, hizmet uyumu ve talep miktarı ve kapsamıdır (Min ve Zhou, 2002).

Kapasite tedarik zinciri içinde yer alan birimlerin maksimum uygunluğunu belirler. Üretim ve stoklama için kullanılabilir alan ile birlikte tedarik zincirini oluşturan birimlerin finans, üretim, tedarik ve teknik yeterliliklerini belirler.

Hizmet uyumu, müşteri memnuniyetini belirlemek için kullanılan en önemli kısıttır. Tedarik zincirinin ana hedefinin müşterilerin hizmet ihtiyacını karşılamak ya da müşterilerin ihtiyacının da ötesinde bir hizmet vermek olduğu için karar vermede önemli etmenlerden biridir. Genelde bu kısıtta dağıtım süresi, üretimler arası süre, belirlenen sürelerde üretim, sevkiyat zamanı gibi değerler yer alır.

Tedarik zincirini oluşturan bütün yapıları harekete geçirmek için müşterinin talebinin ne olacağı ve neleri kapsayacağı kritik bir süreçtir. Yapıyı oluştururken ya da analiz ederken neyi karşılamamız gerektiğini bilmemiz için talebi bilmemiz ve ona göre aksiyon almamız gerekir. Bu yüzden tedarik sürecini dengelemek ve bütün birimleri harekete geçirmek için öncelikle kapsamı ve miktarı bilip, ona göre faaliyetleri yerine getirmek gerekir.

2.8 Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçleri

TZY için global anlamda tanımlanan sekiz süreç vardır. Bu süreçler Global Tedarik Zinciri Forumu üyeleri tarafından tanımlanmıştır. Bunlar; müşteri ilişkileri yönetimi, müşteri hizmet yönetimi, talep yönetimi, sipariş işleme, imalat akış yönetimi, satın alma, ürün geliştirme ve ticarileştirme ve iadelerdir (Croxtton ve diğerleri, 2001).

Müşteriler ile ilişkilerin düzenlenmesi ve sağlanması için her tedarik zinciri bir müşteri ilişkileri yönetimi sürecine ihtiyaç duyar. Bu süreçte firma, hedef müşteri gruplarını belirler ve hedef müşteri grubuna yönelik ürün ve hizmet anlaşmaları hazırlar (Seybold, 2001). Bu süreçte görev alan birimler de süreçleri geliştirip, talep değişkenlerini inceleyerek, toplam süreçte katma değeri olmayan faaliyetleri azaltmak için müşteriler ile koordinasyon sağlar.

Müşteri hizmet yönetimi sürecinde ise firma müşteri ile karşı karşıya gelir ve müşterinin ürünü elde edebilme kısıtları, yükleme zamanları, sipariş durumları gibi bilgilerin düzenleyip, müşteriler ile koordinasyonu sağlar. Bu süreçte müşteri ilişkileri yönetimi süreci ile belirlenen ürün ve hizmet anlaşmalarının operasyonel olarak yürütülmesi de sağlanır.

Talep yönetimi süreci yaptıkları talep tahminleri ile üretim, satınalma ve dağıtım kanallarının koordineli bir şekilde çalışmasını sağlar. Ayrıca müşteri ihtiyaçları ile firmanın kapasitesel olarak arz dengesini sağlayan süreçtir.

Sipariş işleme süreci ile de, belirlenen talep ve değişen müşteri ihtiyaçları doğrultusunda siparişleri yerine getirip, müşteri ihtiyaçlarını maksimum seviyede sağlamak için üretim, lojistik ve pazarlama birimlerinin bütünleştirilmesi amaçlanır. Bu süreç ile müşteri ihtiyaçlarını karşılamanın yanında, toplam teslim maliyetlerini de azaltmak ana hedeflerden biridir.

İmalat akış yönetimi ise üretim hatlarının müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilecek ve siparişleri zamanında teslim edecek şekilde üretim hatlarının esnekliğini sağlamak için kullanılır. Ürünleri hazırlarken hedef pazara en iyi şekilde hizmet verecek ve toplam stok maliyetini minimize edip, çeşitliliği sağlayacak şekilde hat esnekliklerinin sağlanması, rekabet ve müşteri memnuniyeti için oldukça kritik bir süreçtir.

Tedarikçiler toplam zincirin önemli bir halkasıdır. Firmanın belirli esnekliklere sahip olması ve pazardaki değişkenlere uyum sağlayabilmesi için tedarikçilerinden gerekli desteği alması gerekir. Bu yüzden de firmalar tedarikçi ilişkilerini geliştirerek karşılıklı güven ortamı oluşturup, ürün ve hizmet anlaşmaları yapmalıdır.

Rekabet yaygınlaştıkça müşteri ihtiyaçlarının ve isteklerinin çeşitlenmesi, yeni ürün geliştirme süreci üzerinde ciddi bir baskı yapmaktadır. Özellikle rakip firmalara karşı avantaj sağlamak için ürün geliştirme sürecine önem verilmeli ve geliştirilen ürünlerin ticarileştirilmesi için sürecin dikkatli yönetilmesi gerekmektedir.

Günümüzde tersine lojistik ve iade gibi kavramlar oldukça önem kazanmaya ve rekabet şartlarında firmalara ciddi avantajlar kazandırmaya başladı. Bu doğrultuda tedarik zinciri içinde iade süreci oluşturulması ve bu sürecin değerlendirilerek avantajlarından yararlanılması gerekmektedir. İyi bir iade yönetimi sistemi oluşturularak firmalar verimliliklerini artırma yoluna gidebilirler.

2.9 Lojistik

Lojistik ile ilgili farklı kurum ve bilim adamları farklı tanımlamalar yapmışlardır. Bunlar tanımsal olarak birbirinden farklı olmasına rağmen, temel anlam olarak birbirlerinden pek de farklı anlam içermezler. Her tanımlamanın geçerli olduğu ve katkı sağladığı bir unsur gözüküyor.

İlk olarak lojistik sektörünün en büyük global profesyonel organizasyonu olan Lojistik Yönetimi Konseyinin (The Council of Logistics Management) tanımlamasına göre lojistik; müşteri isteklerini karşılamak için, hammaddenin başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadar olan tedarik zinciri içindeki malzemelerin, servis hizmetlerinin ve bilgi akışının etkili ve verimli bir şekilde, her iki yöne doğru hareketinin ve depolanmasının, planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesidir (Url-1). Bu tanımlama ile hammadde, yarı mamul ve mamulden oluşan madde ve malzemelerin, tedarik noktaları, fabrikalar, depolar ve pazar yerlerinden ya da tüketicilerden oluşan farklı ulaşım noktaları arasında taşınması gerekliliğini ve firmaların bu mal ve hizmetleri organizasyonların beklentisi içinde olduğu ihtiyaçları karşılamak maksadı ile uygun düzeylerde ve güvenli bir şekilde yerine getirmeyi organize etmeleri gerekliliğini gösterir. Bu tanımlama ile taşıma ve depolama olmak üzere iki aktivite üzerinde durulur.

Planlama, uygulama ve kontrol aşamalarından oluşan lojistiğin yönetsel bir doğası vardır. Ayrıca bu tanımda da üstünde durulduğu gibi lojistiğin en temel hedefi müşteri ve tüketici isteklerini karşılamaktır (Coyle ve diğerleri, 1992).

Lojistik Mühendisleri Birliğinin (Society of Logistics Engineers) tanımı ise; lojistik elemanlarının uygun şekilde göz önünde bulundurulması sureti ile, kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamak, ürün yaşam çevriminin tüm safhaları boyunca kaynak girdilerinin etkin bir yaklaşım ile sisteme etkisini zamanında teminat altına almak için oluşturulan ürün veya sistemin tüm hayatı boyunca kullanılan yönetim destek alanıdır (Url-2).

Literatürde Yedi Doğru (Seven Rights) olarak geçen tanımlamada ise lojistik; doğru ürünün, doğru miktarda, doğru şartlarda, doğru yerde, doğru zamanda, doğru maliyet ile, doğru müşteri için kullanılabilirliğini sağlamaktır (Baki, 2004). Bu tanım, lojistiğin temel faaliyetlerini vurgulamanın yanı sıra, aynı zamanda maliyet ve hizmeti vurgulaması bakımından da önemlidir. Bu tanımda karşımıza çıkan diğer bir unsur da müşteri isteklerinin karşılanmasının önemi üzerindedir. Müşteri odaklılık; lojistiğin temel ilkelerinden biridir. Bunlara ek olarak bu tanımlama, Kalite kavramı üzerinde de durmuştur. Bu düşünce, firmaların görevlerini doğru bir şekilde yapmalarının onlara rekabetçi pazarda bir değer yaratacağını göstermektedir (Coyle ve diğerleri, 1992).

Bir diğer tanımlama da ise lojistik; malın alındığı nokta ile tüketim noktası arasında yer alan hareket, depolama ve ilgili faaliyetlerin yönetimidir. İyi bir lojistik sistemi, müşteri ürünü talep ettiğinde ürünün doğru zamanda doğru yerde olması için dağıtımını kolaylaştıracak, karşılıklı olarak birbirine bağımlı olan ürün ve bilgi akışı ağlarının etkili ve verimli bütünleştirilmesini gerektirir (Razzaque, 1997).

Bu tanımlamalardan da yola çıkarak lojistiğin genel amacı; ürün, hammadde, yarı mamul ve yardımcı malzemelerin ihtiyaç duyulduğunda, uygun koşullarda, ihtiyaç olan yerde en düşük maliyet ile teslimatını sağlamaktır (Bowersox ve diğerleri, 1986).

2.10 Lojistik ve TZY ile İlişkisi

Lojistik kavramı, uygulamada TZY kavramı ile çok sık aynı anlamda kullanılmaktadır. Aralarındaki fark ise; tedarik zinciri, bir ürünün hammadde olarak

var oluşundan malın tüketiciye ulaştırılmasından sonraki faaliyetlerine kadar hareket ettiği zincirdeki tedarikçi, imalatçı, nakliye, depolama, satış ve satış sonrası hizmet dahil tüm firmaları kapsar. Bu zincirdeki işleyişin, bağımlılık anlayışı içerisinde ve ilişki yönetim ile düzenlenmesi TZY adını alır. Lojistik ise, ürünlerin bir tedarik zinciri boyunca hareket etmesi ya da durması için yapılan gerekli tüm işleri ve bu zincir boyunca ürünle birlikte akış halinde bulunan bilgi ve riskin yöntemini kapsamaktadır. Dolayısı ile, lojistik yönetimi de bu işlerin sağlıklı bir şekilde ve planlandığı gibi yapılmasını sağlamak ile yükümlüdür. Lojistik yönetimi, tedarik zincirine dahil bir firmanın içinde gerçekleştirilen lojistik faaliyetlerin düzenlenmesi; tedarik zinciri yönetimi de, zincirdeki bütün firmaların lojistik yöntemlerinin uyumlu bir şekilde yönetilmesidir. Yani tedarik zinciri içindeki bütün firmaların lojistik faaliyetlerini oluşturan bir yapı tedarik zinciri yönetimi olarak adlandırırken, bu yapı içindeki her bir birim ise lojistik faaliyeti oluşturur ve lojistik yönetimi olarak adlandırılır (Baki, 2004).

2.11 Lojistik Faaliyetleri

Lojistiğin faaliyet alanı ve rolü son yıllarda çarpıcı bir şekilde değişmiştir. Lojistik geleneksel olarak, pazarlama ve üretim gibi işletme fonksiyonları için destekleyici bir rol oynamıştır. Son zamanlarda ise, çok daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmaya ve rekabet avantajı sağlamak için kritik faktör olarak belirmeye başlamıştır (Bowersox ve Closs, 1996). Lojistiğin öneminin artması; yeni pazarlara ulaşma ve üretim verimliliğini artırmayı sağlamakla beraber, coğrafi olarak kendi ülkesi dışındaki firmalar ile teknolojik olarak rekabet etmek için küreselleşen şirketlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ticari sınırların ortadan kalkması, bilişim ve telekomünikasyon teknolojilerinin gelişmesi de çoğu şirketlerde lojistiğe olan ilginin artmasına neden olmuştur.

Faaliyet alanı; başlangıçta ulaşım ve depolama ile sınırlı olan lojistik; satın alma, dağıtım, stok yönetimi, sipariş yönetimi ve işleme, paketleme, parça ve hizmet desteği, üretim çizelgeleme, geri dönen ürünler, talep tahmini, atıkların geri kazanımı ve imha edilmesi ve hatta müşteri hizmetlerini de içine alarak genişlemiştir. Bu faaliyet alanlarını kısaca aşağıda açıklanmıştır (Johnson ve diğerleri, 1999 ; Magee ve diğerleri, 1985 ; Coyle ve diğerleri, 1992 ; Baki, 2004).

2.11.1 Nakliye

Nakliye, ürünlerin üretildikleri yerden ihtiyaç duyuldukları yere fiziksel hareketidir. Diğer bir ifade ile, hem tedarikçiden fabrikaya, fabrikadan depoya, depodan depoya taşınmayı hem de depodan müşteriye teslimatı içerir.

2.11.2 Stok yönetimi

Stok yönetimi, en temel lojistik faaliyetlerinden biridir. Stok yönetimi satış, satınalma, planlama ve maliyetlendirme çalışmalarının temelini oluşturur ve malzeme, yarı mamul ya da bitmiş ürünlerin giriş ve çıkışlarını dengelemeye çalışır. Stok maliyeti ile, müşteri hizmetlerini tam anlamı ile sağlamak için gerekli stok miktarı arasındaki dengeyi sağlamak ile yükümlüdür.

2.11.3 Depolama

Fabrika depoları, bölgesel depoları, lokal depoları, distribütör stokları ve bazı durumlarda da perakendicilerin elindeki stokları içerir. Ulaştırma, stok yönetimi ve depolamadan farklı olmakla birlikte yakın ilişki içindedir. Kullanılan ulaşım türü ile, stok düzeyi ve depo sayısı arasında direct ilişki vardır. Eğer ulaşım faaliyeti için yavaş ve uzun süren taşıma yöntemleri tercih edilir ise, genellikle tutulan stok seviyesi daha yüksek olur ve daha fazla depo alanine ve depoya ihtiyaç duyulur. Eğer görece daha hızlı taşıma yöntemleri kullanılır ise, stok azaltımının yanı sıra bazı depoların ortadan kaldırılması bile sağlanabilir.

2.11.4 Paketleme

Hem ürünün pazara ulaştırılmasında, hem de hammaddelerin tesise ulaştırılmasında seçilen taşıma türü, ihtiyaç duyulan paketlemeyi etkileyecektir. Ürüne bağlı olarak, karayolu, demiryolu taşımaya göre daha fazla hasar olasılığından dolayı ekstra paketleme masrafları gerektirecektir.

2.11.5 Malzeme elleçleme

Konveyör, forklift, vinç ve konteynır gibi kısa mesafede hareket eden mekanik ekipmanlar ile ilgilenir. Taşıma şekline göre elleçleme sistemi ve ölçüleri seçilmektedir. Ekipmanlar ise elleçlenecek malzemeye göre seçilmelidir.

2.11.6 Sipariş işleme

Müşteri siparişlerinin istenilen yerde ve zamanda teslim edilmesi ile ilgilenir. Sipariş işleme, bazı ek masraflar gerektirse bile ulaştırma maliyetlerini azaltabilir. Sipariş işleme süreci, artık anlık olarak internet üzerinden verilmektedir. Bu durum, bir yandan müşteri isteklerinin yerine getirilmesini sağlarken, bir yandan da siparişin önceden planlaması ile en uygun taşımanın planlamasına imkan vermektedir.

2.11.7 Tahmin

Satış tahminleri, çeşitli pazarlardaki teslimatı kolaylaştırmak için pazarlama lojistiği ile birlikte sıkça kullanılır. Stokları belirlemek amacıyla tahmin yapılan lojistik yöneticileri, satış tahminlerini girdi olarak kullanır. Stok ihtiyaçları, Malzeme ve parçaları için doğru tahmin yapmak, etkili stok yönetimi için gereklidir. Bu durum stok kontrolünde tam zamanında planlama ve Malzeme ihtiyaç planlama kullanan firmalar için gereklidir. Lojistik personeli, doğru ve etkili tahmin yapmayı güvence altına almak için bu durumlarda kendi tahminlerini gerçekleştirmek durumundadır. Günümüzde, satış tahminleri yerini müşterilerden gelecek talep tahmini ve talep planlamasına bırakmaktadır.

2.11.8 Üretim planlama

Etkili stok kontrolü açısından tahmin ile ilişkilidir. Tahmin yapılır yapılmaz, eldeki mevcut stoklar ve kullanım oranı değerlendirilerek, üretim yöneticileri pazarın ihtiyacını karşılayacak birimleri belirleyecektir. Diğer taraftan, çok ürün üreten işletmelerde lojistik, üretim planlama ile daha yakın ilişki içindedir.

2.11.9 Satın alma

Satın almanın lojistiğe dahil edilmesinin temel nedeni, ulaşım maliyetlerinin şirketin üzerinde kullandığı hammadde ve parçaların satın alındığı coğrafi uzaklık ile direct ilişkili olmasıdır. Ayrıca, ulaşım ve stok maliyetlerine göre, satın alınan miktarlar lojistik maliyetleri etkileyecektir.

2.11.10 Müşteri hizmeti

Müşteri hizmeti yönetimi; optimal/dengeli bir hizmet-maliyet birleşimi ikilemi içerisinde, müşteri ile olan ilişkilerin tüm boyutlarını birleştiren ve yöneten müşteri odaklı bir anlayıştır. Müşteri hizmet düzeyi, diğer lojistik alanlardaki çoğu

faaliyetleri ile yakın ilişki içindedir. Stok, ulaşım, depolama hakkındaki kararlar müşteri hizmet ihtiyaçları ile ilgilidir. Doğru ürünün, doğru yerde ve zamanda müşteri tarafından alınması lojistikte son derece önemlidir.

2.11.11 Yer seçimi

Lojistik ile ilgili diğer bir alan da fabrika ve depo yerinin seçimidir. Bir yer seçimi, fabrika - pazar veya tedarik noktası – fabrika arasındaki yer ve zaman ilişkisini değiştirecektir. Çalışmamızda bu bölüm daha detaylı olarak incelenecektir.

2.11.12 Diğer faaliyetler

Parça ve hizmet desteği, geri dönen malzemelerin elleçlenmesi, atıkların geri kazanımı ve imha edilmesi, endüstriyel ürünler ve tüketim malları üreten işletmelerin lojistik faaliyetleri açısından önemli unsurlardır.

2.12 Lojistik’de Depolama

Seri üretimin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkan depolama işlevi çok basit bir tanımla üretilen ve müşteriye ilk etapta sevk edilemeyen ürünlerin kapalı bir alanda depolanması ve gelen siparişe göre istenen miktar ve özellikle hazırlanarak tüketiciye sevk edilmesidir. Günümüzde yalın üretimin bir sonucu olarak geliştirilen yalın tedarik zinciri yönetimi yaklaşımı, depolama oranını minimuma çekmeyi amaçlar. Depolamanın temel görevi, ürünlere zaman yararı ve fiziksel dağıtımının ekonomik güvenilirliğini sağlamaktır. Çünkü depolama beklenmedik zamanda ve istenen miktarlarda talebin karşılanması fırsatı yaratır. Bu nedenle işletmenin herhangi bir kayıba uğramaması için sağlıklı depolama sistemini oluşturması zorunludur (Orhon, 2003). Özellikle hat üretiminden vazgeçme imkanı olmayan endüstrilerin yanında diğer endüstriler de bu tip ihtiyaçları karşılamak adına etkin bir depolama sistemi oluşturmalıdır. Fiziksel bir birim olarak düşünüldüğünde statik işlevleri olan depo, fonksiyonel ve dinamik bir yapıya sahiptir. Günümüzde ürün ve malzemelerin müşterilere ulaştırılması ve çoklu tedarik zinciri elemanları arasındaki bilgi akışının eşgüdümlü olarak yürütülmesi gerekliliği depo ve depolamaya daha farklı bir rol yüklemiştir. Özellikle 2000’li yıllarda gıda, sağlık, elektronik, kimya ve paketli/ambalajlı ürün lojistikinin dünya genelinde artması, depolamaya olan gereksinimi arttırmış ve üçüncü parti lojistik firmalarına olan gereksinimi ortaya

çıkarmıştır. Üreticilerin, distribütörlerin ve perakendecilerin yoğun depo kullanımları, alan, işgücü, bilgi ve maliyetler arasında dengeleme yapmayı zorunlu kılmıştır (Orhon, 2003).

Geleneksel yönetim anlayışına göre yalnızca ürünlerin saklandığı yer olan depo ve depolama işlemleri, günümüzde farklı bir anlayış ile tüketici/müşteri taleplerinin üreticileri yönlendirmesi ile tedarik zinciri içerisinde pazarlamaya yardımcı bir süreç kabul edilerek yönetilmektedir. Bu açıdan depolama, kaynak sağlayıcı bir göreve sahiptir. Özellikle perakendecilikte, tüketici gereksinimlerine göre perakendecinin kendi perakende ağını desteklemesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Diğer yandan üreticilerin artan depolama ve gönderme maliyetleri, insan gücü yoğun operasyonlar yerine katma değeri olan hizmetlere gereksinimlerini de giderek daha da artırmaktadır (Orhon, 2003). Ayrıca teknolojinin gelişmesi de bu anlayışın değişmesine yardımcı olmuş, geleneksel depolar yerini dağıtım merkezlerine bırakmıştır. Dağıtım merkezleri yalnızca ürünlerin saklanabileceği bir yer olmayıp, sipariş alma, işleme, yollama, envanter kontrol ve faturalama gibi pek çok işlevi kapsamaktadır. Bu açıdan bakıldığında depolar, değişik üretici ve satıcılardan alınan siparişleri toplayıp gruplandırarak, geçiş noktalarından ekonomik biçimde ürünlerin akış kolaylığını sağlamaktadır. Diğer bir anlatım ile dağıtım merkezleri, farklı üretim noktalarından gelen büyük hacimli yüklerin parçalara ayrıldığı belli bir siparişi ya da siparişleri temsil eden, bileşimlerde yeniden düzenlendiği ve müşterinin yerine yollandığı noktadır. Bu nedenle dağıtım merkezi, çoklu ürün gruplarına sahip işletmeler için envanter bulundurma, depolama ve malzeme aktarımı giderlerinin daha düşük düzeyde kalması ve sağladığı olanaklar nedeni ile yüksek müşteri hizmeti sunması açısından son derece önemlidir.

2.12.1 Depo türleri

Depolar günümüzde iki farklı sınıflandırmaya tabi tutulur. Sınıflandırmalar; hizmet amaçlarına göre ve sahiplik durumuna göredir (Frazelle, 2001 ; Bowersox ve diğerleri, 2002).

2.12.1.1 Hizmet amaçlarına göre depoların sınıflandırılması

Frazelle (2001) hizmet amaçlarına göre depoları yedi kategoride toplamıştır. Bu kategoriler deponun kullanım amacına göre belirlenmiştir.

Hammadde ve bileşen depoları

Hammadde ve bileşen depolarının kullanım amacı hammaddeleri, yardımcı malzemelerin veya alt montajların üretime veya montaj hattına yakın bir alanda depolanması ve ihtiyaca göre üretim ve montaj hatlarına besleme yapmasıdır.

Proses içi ürün depoları

Bir ürünü tamamlamak için yapılan alt bileşenlerin depolanması için kullanılan depolardır. Montaj ya da üretim hattı içinde, ürünü oluşturmak için yapılan yarı mamullerin bekletilmesi amacı ile kullanılır.

Bitmiş ürün depoları

Müşteri talebi ile üretim planı arasında meydana gelen değişikliklere karşı önlem ve denge sağlamak için kullanılan depolardır. Genelde üretim hatlarının sonlarına fiziki olarak yakın olacak şekilde kurulur.

Hammadde ve bileşen depoları, proses içi ürün depoları ve bitmiş ürün depoları birlikte üretim depoları olarak da adlandırılabilir. Bu depolarda stoklanan bitmiş ürün ve bileşenlerin stokda kalma süreleri üretimin durumuna göre değişkenlik gösterebilir. Bir ürünü üretmek için kullanılan bileşenlerin minimum sipariş miktarları üretilen ürünün minimum üretim miktarından çok daha fazlasını karşılayacağı gibi, üretilen bitmiş ürünlerin sevkiyatı için belirli bir miktarda ürün birikmesi de beklenebilir. Bu gibi durumlar için üretim depolarının etkin ve verimli bir şekilde kullanılması gerekir (Rouwenhorst ve diğerleri, 2000).

Dağıtım depoları ve merkezleri

Bir ya da birden fazla firma için farklı üretim ya da montaj parkurlarından gelen ürünlerin, toplanıp, konsolide edilmesi ile ürünlerin farklı müşterilere sevk edilmesini sağlamaya çalışan depolardır. Müşteri ile firmalar arasındaki bağı sağladığı için depoların her iki noktaya yakın olacak şekilde kurulması tercih edilir. Tam parti olarak gelen ürünlerin müşteri isteklerine göre elleçlenmesi ve doğru miktarların doğru şekilde müşteriye ulaştırılması sağlanır. Bu işlem yapılırken depoda stoklanacak ürün çeşitliliğine karşı, eğer farklı ürünler için sipariş miktarları düşük seviyelerde kalır ise yüksek depolama maliyeti ile karşılaşılabilir. Bu nedenle dağıtım depolarını tasarlarırken minimum operasyonel ve yatırım maliyeti harcayıp, maksimum lojistik performans sağlanmalıdır.

Tamamlama depoları ve merkezleri

Butik hizmet veren, sadece belirli müşterilere küçük sipariş miktarlarını karşılayacak şekilde çalışan depolardır. Dağıtım ve depolama merkezlerinin birer kolu gibi faaliyet gösteren bu depolar, kısmen daha dar alanlarda faaliyet gösterir.

Lokal depolar

Müşteri memnuniyetini arttırmak ve müşteri taleplerine hızlı bir şekilde cevap verebilmek için genelde ürünün sevk edileceği yere yakın kurulan ve müşterinin ürüne kolay ulaşmasını sağlayacak şekilde hizmet verene depo türüdür. Genelde küçük miktarlarda ve sık sık sevkiyat yapma prensibine göre hareket edilir.

Değer yaratan hizmet depoları

Paketleme, etiketleme, fiyatlandırma, geri kazanım gibi ürünlerin üretildikten sonra tekrardan müşteri isteğine göre düzenlenip, sevk edildiği depolardır. Diğer depolardan farklı olarak bu depolarda genelde kalifiye işgücü bulundurulur ve ürünlere ikincil işlem yapabilmek için özel ekipmanlar kullanılır.

2.12.1.2 Sahiplik durumuna göre depoların sınıflandırılması

Sahiplik durumuna göre depolar özel, yerel ve anlaşmalı depolar olmak üzere üç farklı gruba ayrılır. Bu grupta deponun kime ait olduğuna ve verdiği hizmete göre değerlendirilir (Bowersox ve diğerleri, 2002).

Özel depolar

Firmaların kendilerine ait lokasyonlarda ürün depoladığı alanlardır. Firmalar özel depolarının mülkiyetine sahip olmasının yanı sıra mülkiyeti kiralarak da özel depoya sahip olabilirler.

Özel depoların en büyük yararı, kontrol imkanının yanı sıra depolamada esneklik sağlaması ve maliyetin diğer depolara göre daha düşük tutulmasıdır. Kontrol avantajından kasıt, deponun yönetimi firmaya ait olduğundan yönetim faaliyetlerini önceliklendirmede firma çıkarları ön planda tutulur. Bu sayede diğer aktiviteler ile de paralel çalışma imkanı sağlanır ve birimler arasında denge oluşturulur. Ayrıca özel depolar, operasyon ve prosedürler konusunda sağladığı esneklikler nedeni ile spesifik müşteri ve ürün gereksinimlerini karşılamaya olanak sağlar. Özellikle müşteri odaklı

alışan ve çok özel müşterilere veya ürünlere sahip olan firmalar genelde özel depolarının olmasını ister (Bowersox ve diğerleri, 2002).

Yerel depolar

Yerel depolar, genellikle belirli standartlara dayanan hizmet vererek çok sayıda müşteri ile çalışırlar. Belirli vadelerde kira ödeme prensiplerine uygun olarak belirli hizmet kombinasyonlarını sunabilirler. Yerel depoların en büyük avantajı, operatörlerinin temel işi depolama olduğundan operasyon ve yönetim konusunda uzmanlaşmasıdır. Ayrıca yerel depolar esneklik ve paylaştırılmış servis avantajı sağlar.

Maliyet açısından bakıldığında yerel depolar, özel depolara oranla daha düşük operasyonel maliyet ile çalışırlar. Bu farkın başlıca nedenleri; ödeme programlarının düşük tutulması, verimliliğin özel depolara göre daha iyi oranda olması, kaynakların birden fazla müşteriye hizmet vermesi nedeni ile paylaştırılması, ölçek ekonomisinin kullanılması gibi nedenlerdir. Ayrıca yatırımın geri dönüşüne göre analiz edildiğinde yerel depoların müşterilerinden yatırım gerektirecek faaliyet istememesinden dolayı yerel depolar birçok firma için çekici bir alternatif oluyor. Özel depoların büyüklüğünü ve sayısını arttırmak için işletmelerin yeniden yapılması veya büyütülmesi gerekmektedir. Yerel depolar ise firmalara bu konuda esneklik vererek sezonsal dalgalanmalar dahil hizmet verme potansiyeline sahiptir.

Yerel bir deponun müşterilerine yansıttığı maliyet genelde iki tiptir. Bunlar; taşıma ve depolama maliyetleridir. Taşıma maliyetini fatura etmek için depo içinde hareket gören koli, adet, palet gibi anlaşmaya bağlı olan birim baz alınır. Depolama maliyeti için ise, günlük, haftalık ya da aylık bazda depolanan koli sayısı, koli ağırlığı, palet sayısı gibi birimler baz alınır. Genelde her günün sonunda depo mesaisi sonlandırıldığında stokda kalan miktarlar ölçü olarak kabul edilir (Bowersox ve diğerleri, 2002).

Anlaşmalı depolar

Özel ve yerel depoların birleşmiş hali gibi hizmet veren anlaşmalı depolar, uzun süreli kontratlar ile hizmet vererek, yerel depolara oranla daha az bir toplam maliyet yaratmayı hedefler. Ayrıca lek ekonomisini kullanma avantajına sahiptir. Anlaşmalı depoların temel çıkışı, yerel depoların müşteriye göre özelleştirilme gereksiniminden oluşur ve özel ve yerel depoların sağladığı avantajları kombine

eder. Anlaşmalı depolar, sınırlı sayıda müşteriye, müşterilerin özel gereksinimlerine uygun olacak şekilde hizmet verir. Yerel depolardan farklı olarak firmalar arasındaki fonksiyonel ve ticari ilişki uzun, özelleşmiş ve standart dışı servis derecesi ve fayda ve risk paylaşımı sağlanmıştır (Bowersox ve diğerleri, 2002).

2.12.2 Depolama operasyonları

Depolama operasyonları iki kısımda incelenir. Bunlar; taşıma ve stoklama operasyonlarıdır.

2.12.2.1 Taşıma operasyonları

Taşıma operasyonları, ürünün depo içinde hareket gördüğü bütün işlemleri kapsar. Bir ürünün depoda hareket görmesi için ise üç farklı işlem yapılır. Bunlar; teslim alma, depo içi aktarma ve yüklemedir. Bu işlemler yapılırken iki temel unsura dikkat edilmelidir. Bunlar hareket sürekliliği ve ölçek ekonomisidir.

Hareket sürekliliğinin anlamı, bir yükün tek bir taşıma ekipmanı ile uzun süreli mesafe kat ettirilmesini sağlamaktır. Bir yükün tek ekipman ile taşınması, aynı mesafeyi birden farklı ekipman ile taşınmasından daha yararlıdır. Bir ürünün taşınmasında yaşanan ekipman değişkenlikleri hem zaman kaybettirir, hem de ürünlerde doğacak hasar oranını artırır. Bu yüzden depo içinin dizaynı daha uzun ve kesintisiz depo içi hareket yapmaya olanak sağlayacak şekilde yapılır.

Ölçek ekonomisi ise bir taşıma hareketinde taşınacak olan yükün miktarının maksimum verimde olmasını sağlayarak maliyetin azaltılması prensibine dayanır. Tek tek kolileri taşımak yerine kolileri kombine ederek tek bir palet ile bir seferde taşınmasını sağlamak, yapılan işin birim zamanda daha verimli yapılmasını sağlar (Bowersox ve diğerleri, 2002). Deponun kullanım amacına uygun olarak depolardaki taşıma operasyonları yedi farklı başlıkta toplanır. Bunlar; teslim alma, ön paketleme, lokasyona yerleştirme, sipariş toplama, paketleme/fiyatlandırma, çeşitlendirme ve biçimlendirme ve yükleme ve sevkiyattır (Frazelle, 2001).

Teslim alma

Üç aşamada gerçekleşir. Öncelikle gelen malzemeler bir irsaliye ile miktar kontrolü yapılarak teslim alınır. Daha sonra ise gelen malzemelerin kalite standartlarına uygun gelip gelmediği incelenir ve teslim eden ile teslim alan kişilerin imzalarının olduğu

birer irsaliye kopyası hazırlanır. Son olarak da gelen malzemelerin depolanması ya da farklı bir faaliyete alınması için hareket ettirilmesi sağlanır (Frazelle, 2001).

Ön paketleme

Büyük miktarlarda gelen, çok yer kaplayan veya dökme yükleme ile gelen malzemeler için yapılan bir operasyondur. Gelen malzemelerden bir kısmı eğer farklı bir süreçten geçip, ekstra işlenecek ise bekletilir. Onun dışında gelen malzemelerin tamamı boşaltılıp, önceden belirlenen standartlara göre paketlenir (Frazelle, 2001).

Lokasyona yerleştirme

Mal kabulü yapılan malzemelerin uygun taşıma ekipmanları kullanılarak önceden belirlenen lokasyona yerleştirilmesidir. Öncelikle malzemenin alınıp, taşınması, devamında malzemenin konulacağı yerin doğrulanması ve son olarak da malzemenin depolanacağı alana yerleştirilmesi ile bu operasyon tamamlanır (Frazelle, 2001).

Sipariş toplama

Depolanmış olan ürünlerin müşteri isteğine göre elleşlenerek, belirtilen miktar ve düzende toplanmasıdır. Bir deponun sağladığı en temel hizmetlerden biri de sipariş toplamadır. Depolamanın yanı sıra müşteri ihtiyaçlarını karşılamakta depolar için belirleyici tercih nedenlerinden biridir (Frazelle, 2001).

Paketleme / fiyatlandırma

Müşteri isteğine göre farklı ürünler birleştirilerek daha elverişli ve avantajlı bir taşıma için paketlenerek bir araya getirilir. Bu sayede tek seferde birden fazla ürünün müşteriye ulaştırılması sağlanır. Ayrıca rafta bekleyen ürünün olası bir fiyat değişikliği ile karşılaşması sonucu fiyat farkını yansıtmak için paketleme ile birlikte fiyatlandırma aktivitesi de gerekebilir (Frazelle, 2001).

Çeşitlendirme ve birleştirme

Müşteriden gelen sipariş birden fazla ürün grubunu içeriyor ise, her ürün siparişe göre ayırt edilir ve siparişi karşılamak için önce türüne göre gruplandırılıp, daha sonra birleştirilerek müşteriye gönderilir (Frazelle, 2001).

Yükleme ve sevkiyat

Müşteriden gelen sipariş toplandıktan sonra ilk olarak miktar ve değer olarak kontrol edilir. Daha sonra siparişe uygun olarak talep edilen konteynırlarda ürünler

paketlenir. Yükleme dökümanları, toplama listeleri, adres etiketleri ve faturalar hazırlanır. Yükleme masraflarını belirlemek için yüklerin ağırlıkları kantar gibi yardımcı ekipmanlar ile ölçülür ve son olarak ürünler araca yüklenir (Frazelle, 2001).

2.12.2.2 Stoklama operasyonları

Depolama planı yapılırken en çok göz önünde bulundurulacak ürün değişkenleri; ürünün hacmi, ağırlığı ve depolama gereksinimleridir. Bir ürünün kapladığı yere göre alandan maksimum verimi elde etmek için farklı hacimdeki ürünler combine depolanabilir. Ayrıca raf veya yer taşıma sistemlerinde birim Alana gelen ağırlığın depolama alanının taşıyacağı yüke uygun olması gerekmektedir. Bazı ürünlerde depolama sırasında özel şartlara ihtiyaç duyar. İklimlendirilmiş alan, sıcaklık, nem gibi ortam şartlarının değiştirilmesi gereken depolamalarda ürüne uygun olarak depolama şartları oluşturulmasını sağlıyor. Bu şartları yerine getirmek için özellikleri bakımından benzerlik gösteren ürünleri birlikte depolamak gerekir.

Ürün hızı ya da hacmi, bir depo yerleşiminin hazırlanmasında temel faktördür. Yüksek hacimde yer kaplayan ürünlerin depolanması, depo içinde minimum yol kat edecek şekilde yapılmalıdır. Bu yüzden bu tür ürünler rampa kapılarına, ürün hazırlama alanlarına yakın ve rafların en alt sıralarına gelecek şekilde depolanmalıdır. Bu sayede depo içi malzeme transferleri minimize edilerek, taşıma ve kaldırma faaliyetleri en aza indirilir. Düşük hacimli malzemeler ise yüksek hacimli malzemelerin tersine rafların üst kısımlarına ve hazırlama alanlarına ve rampalara uzak olan kısımlara yerleştirilmelidir.

Depo planı hazırlanırken depolanacak ürünlerin ağırlıkları ve ürünlerin diğer ürünlerden farklı olan depolama nitelikleri de göz önüne alınmalıdır. Aynı yerde depolanacak olan ürünlerin daha ağır olanları mümkün olduğu kadar zemine yakın alanlara konulmalıdır. Eğer gelen ürünün ortam şartları diğer ürünlerden farklı ise (iklimlendirme, nem, sıcaklık gibi nedenler ile), bu ürünler için depoda özel alanlar yapılmalı ve sadece bu spesifikasyonları sağlaması istenen ürünler bu alanda depolanmalıdır (Bowersox ve diğerleri, 2002).

2.13 Depo Yeri Seçimi

En ideal depo yerinin seçimi için literatüre baktığımızda farklı problemler ve seçimler için farklı tarzda kriterlerin ele alındığını görüyoruz. Çizelge 2.1’de görüldüğü gibi farklı çözüm metodları kullanılarak çözülmüş olan problemlerde, karar vericinin etkisi ve seçim tercihleri nedeni ile depo yeri seçimi için oldukça fazla sayıda alternatif ortaya çıkıyor.

Çizelge 2.1 : Depo yeri seçimi kriterleri literature çizelgesi.

No	Kriter	Kaynak
1	Toplam Maliyet	(Falconer ve Drury , 1975) (Demirel ve diğ. , 2010) (Ashrafzadeh ve diğ. , 2012) (Alberto , 2000) (MacCarthy ve Atthirawong , 2003) (Min ve Melachrinoudis , 1999)
2	Operasyonel Maliyet	(Rao ve Rao , 1997) (Demirel ve diğ. , 2010) (Ashrafzadeh ve diğ. , 2012) (Alberto , 2000) (MacCarthy ve Atthirawong , 2003) (Min ve Melachrinoudis , 1999)
3	Yatırım Maliyeti	(Rao ve Rao , 1997) (Demirel ve diğ. , 2010) (Ashrafzadeh ve diğ. , 2012) (Alberto , 2000) (MacCarthy ve Atthirawong , 2003) (Min ve Melachrinoudis , 1999)
4	Deponun Fiziksel Özellikleri	(Rao ve Rao , 1997) (Falconer ve Drury , 1975) (Colson ve Dorigo , 2004) (Min ve Melachrinoudis , 1999)
5	Depo Yeri	(Falconer ve Drury , 1975) (Alberto , 2000) (Demirel ve diğ. , 2010) (Ashrafzadeh ve diğ., 2012) (MacCarthy ve Atthirawong , 2003)
6	Önemli Ulaşım Noktalarına ve Pazarlara Yakınlık	(Colson ve Dorigo , 2004) (Demirel ve diğ. , 2010) (Ashrafzadeh ve diğ., 2012) (Alberto , 2000) (MacCarthy ve Atthirawong , 2003)

		(Min ve Melachrinoudis , 1999)
7	Çevresel Etmenler	(Demirel ve diğ., 2010) (Ashrafzadeh ve diğ., 2012) (Alberto , 2000) (MacCarthy ve Atthirawong , 2003) (Min ve Melachrinoudis , 1999)
8	Kapasite	(Colson ve Dorigo , 2004) (Rao ve Rao , 1997)
9	Hacim Kullanım Oranı	(Colson ve Dorigo , 2004)
10	Ürün Tipi	(Falconer ve Drury , 1975)
11	Ürünün Fiziksel Özellikleri	(Falconer ve Drury , 1975)
12	Depolama Sistemi	(Falconer ve Drury , 1975) (Colson ve Dorigo , 2004)
13	Malzeme Taşıma Sistemi	(Falconer ve Drury , 1975) (Colson ve Dorigo , 2004) (Demirel ve diğ., 2010) (Ashrafzadeh ve diğ., 2012) (Alberto , 2000) (MacCarthy ve Atthirawong , 2003)
14	Ürün Karakteristikleri	(Falconer ve Drury , 1975)
15	İş Güvenliği	(Colson ve Dorigo , 2004)
16	Ürün Depolama Koşulları	(Falconer ve Drury , 1975) (Colson ve Dorigo , 2004)
17	Kalifiye İş Gücü	(Demirel ve diğ., 2010) (Ashrafzadeh ve diğ., 2012) (Alberto , 2000) (MacCarthy ve Atthirawong , 2003) (Min ve Melachrinoudis , 1999)
18	Sertifikasyon	(Colson ve Dorigo , 2004)
19	Sevkiyat Sıklığı	(Demirel ve diğ., 2010) (Ashrafzadeh ve diğ., 2012) (Alberto , 2000)
20	Katma Değer Yaratan Faaliyet Kapasitesi	(Colson ve Dorigo , 2004)
21	Genişleme İmkânı	(Falconer ve Drury , 1975) (Demirel ve diğ., 2010) (Ashrafzadeh ve diğ., 2012) (Min ve Melachrinoudis , 1999)
22	Organizasyonel Yeterlilik	(Colson ve Dorigo , 2004)
23	Operasyonel Yeterlilik	(Demirel ve diğ., 2010) (Ashrafzadeh ve diğ., 2012)
24	Sevkiyat Süreleri	(Demirel ve diğ., 2010) (Ashrafzadeh ve diğ., 2012) (Alberto , 2000)
25	Stok Yönetim Sistemi	(Colson ve Dorigo , 2004)

26	Taşıma Maliyeti	(Demirel ve diğ., 2010) (Ashrafzadeh ve diğ., 2012)
27	Yasal Prosedürler	(Alberto , 2000) (Demirel ve diğ., 2010) (Ashrafzadeh ve diğ., 2012) (MacCarthy ve Atthirawong , 2003) (Min ve Melachrinoudis , 1999)

2.13.1 Toplam maliyet

Alınacak olan depolama hizmetinin maliyete etki eden bütün kalemlerinin toplanmasına denir. Operasyonel, yatırım, katma değer yaratan işler, sevkiyat gibi maliyet unsurları toplanarak elde edilir. Depolamada ana amaç en düşük maliyet ile en yüksek müşteri verimliliğini elde etmek olduğundan oldukça önemli bir seçim kriteridir (Falconer ve Drury , 1975 ; Demirel ve diğ. , 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ. , 2012 ; MacCarthy ve Atthirawong , 2003).

2.13.2 Operasyonel maliyet

Depo içi aktiviteler sonucu oluşan maliyetlerdir. Mal Kabul, mal sevk, yer değiştirme, depolama, elleçleme gibi işlemler için oluşan maliyetlerin toplamıdır. Toplam maliyet içinde yer alan kalemlerden biridir (Falconer ve Drury , 1975 ; Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ., 2012 ; MacCarthy ve Atthirawong , 2003).

2.13.3 Yatırım maliyeti

Deponun ilk kurulumu için harcanan maliyete denir. İlk kurulumdan kasıt hem deponun inşa edilme ve fiziksel olarak kullanılma olanağı, hem de teknik araç ve gereçlerin alımı ve kullanılmaya başlanmasıdır. Ayrıca müşteriye özel yapılacak bir hizmet için ek bir yatırım gerekli ise (malzeme, ekipman gibi) bu maliyetler de kurulum maliyeti olarak adlandırılır (Falconer ve Drury , 1975 ; Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ., 2012 ; MacCarthy ve Atthirawong , 2003).

2.13.4 Deponun fiziksel özellikleri

Kullanılacak deponun fiziksel yapısı depolamaya uygun olmalıdır. Hem operasyonel boyutta esneklik sağlayacak şekilde inşa edilmiş olmalı, hem de her türlü iş güvenliği ve risk analizlerine uygun olarak inşa edilmiş olmalıdır. Eğer depo sadece bir bina gibi düşünülüp, bu tür kıstaslara önem verilmeden hazırlanılır ise ileride ciddi

anlamda operasyonel sıkıntı ve maliyet doğurabilir (Rao ve Rao , 1997 ; Falconer ve Drury , 1975 ; Colson ve Dorigo , 2004 ; Min ve Melachrinoudis , 1999).

2.13.5 Depo yeri

Deponun kurulduğu alan fiziksel olarak sevkiyat ve mal kabulüne uygun olarak dizayn edilmeli ve her türlü lojistik faaliyet için altyapı hizmetlerinin tamamlanmış olmalı. Altyapı hizmeti olmayan ve teknik yetersizliklere sahip olan bir Alana kurulu olan herhangi bir deponun kullanımı ciddi anlamda sıkıntıya sebep olabilir (Falconer ve Drury , 1975 ; Alberto , 2000 ; Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ., 2012 ; MacCarthy ve Atthirawong , 2003).

2.13.6 Önemli ulaşım noktalarına ve pazarlara yakınlık

Kullanılacak olan deponun müşteriye ve tedarikçiye yakınlığı oldukça önemli bir kısıttır. Özellikle günümüzdeki rekabet ortamı içerisinde lojistik anlamda bir ürünü bulundurmak ve müşteri isteklerine hızlı cevap vermek için aktarma kanallarının pazara yakın olması gerekir. Bunun yanında çeşitli ulaşım olanaklarına karşı uyumlu olması için çoklu tür taşıma opsiyonun sağlayacak şekilde önemli ulaşım noktalarına yakın ve ulaşılabilir olmalıdır (Colson ve Dorigo , 2004 ; Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ., 2012 ; Alberto , 2000 ; MacCarthy ve Atthirawong , 2003 ; Min ve Melachrinoudis , 1999).

2.13.7 Çevresel etmenler

Trafik, iklim, hayat pahalılığı gibi çevresel etmenler depo yeri seçimi için dikkat edilmesi gereken kriterlerden biridir. Deponun seçileceği alanine doğal olaylar ile ne kadar sıklıkla ve ne derecede karşılaşacağı, çevresinde yaşayan insanların yaşam maliyetlerinin en olduğu gibi bilgiler, bize hem maliyet hem de güvenlik açısından yardımcı olacaktır (Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ., 2012 ; Alberto , 2000 ; MacCarthy ve Atthirawong , 2003 ; Min ve Melachrinoudis , 1999).

2.13.8 Kapasite

Depo kapasitesi ihtiyacı karşılayacak ölçüde olmalıdır. Ayrıca olası yoğunluk artışını karşılayabilecek esnekliğe sahip olacak şekilde bir plan yapılmalıdır. Depo yeri seçimi yapılırken kısa süreli plan yapmak yerine, uzun süreli bir plan belirlenmeli ve ileriye yönelik bir tahmin planı gerçekleştirilerek olası esneklik payları incelenmeli ve

maksimum çıkarılabilecek kapasitenin firmanın master planını karşılayabilecek düzeyde olması sağlanmalıdır (Colson ve Dorigo , 2004 ; Rao ve Rao , 1997).

2.13.9 Hacim kullanım oranı

Bir deponun dizaynında ya da seçiminde dikkat edilmesi gereken unsurlardan biride ayrılan hacmin kullanım oranıdır. Özellikle depolanacak olan ürünün niteliğine uygun olarak ayrılan alanine verimli olarak kullanım miktarı belirlenmelidir. Bu yüzden birim alan başına maliyete nedne olan depoların hacimlerini en verimli şekilde kullanmak için hacmin ne kadarının kullanılabilir olacağı da hesaba katılmalıdır (Colson ve Dorigo , 2004).

2.13.10 Ürün tipi

Depo seçimi için dikkat edilmesi gereken en önemli unsurlardan biri de depolanacak olan ürünlerin tipi ve özellikleridir. Kaplayacağı alan ve paketleme şekillerinin yanı sıra bazı ürünler özel çevresel şartlara ve güvenlik talimatlarına uygun depolanmak zorundadır. İklimlendirilmiş depolar, yangın söndürme sistemlerinin özel dizayn edildiği depolar gibi çeşitli alternatiflerin sunulmaya başlandığı günümüzde, depoya göre ürün anlayışı yerine artık ürüne göre depo anlayışı ön plana çıkmaktadır (Falconer ve Drury , 1975).

2.13.11 Ürünün fiziksel özellikleri

Depolama anlayışı içinde depo hacminden maksimum düzeyde yararlanabilmek için depolanacak olan ürünlerin fiziksel özellikleri ve depolama ve paketleme alternatifleri dikkatli incelenmelidir. Ürünün depolanması sırasında fiziksel avantaj ve dezavantajları dikkate alınarak mümkün olan en verimli şekilde depolanabileceği alan seçilmelidir (Falconer ve Drury , 1975).

2.13.12 Depolama sistemi

Büyük ve birkaç çeşit ürünün aynı anda depolanacağı alanlarda kullanılacak olan stok yönetim sistemi oldukça önemlidir. Sistemin hem her türde ürüne uygun olarak dizayn edilmesi, hem de ürünlerin spesifik özelliklerini ön plana çıkartacak şekilde esnek olması gerekmektedir. Bu yüzden günümüzde radyo frekanslı el terminalleri, depo yönetim sistemleri gibi sistemler önem kazanmakta ve özellikle izlenebilirlik,

raf ömrü takibi, son kullanma tarihi takibi gibi hizmetler için gerekli olmaktadır (Falconer ve Drury , 1975 ; Colson ve Dorigo , 2004).

2.13.13 Malzeme taşıma sistemi

Depo içinde hareket edecek olan malzemeyi taşıyacak ekipmanlar ve sistem, hem yükleme hem de mal kabul aşamalarında oldukça önemlidir. Ayrıca sipariş hazırlama kısmı da aynı şekilde esnek ve hızlı olacak şekilde dizayn edilmelidir. Bu yüzden mal hareketlerinde kullanılacak olan ekipmanların hem depo şartlarına hem de ürünlerin spesifik özelliklerine uyacak şekilde alımı yapılmalı ve en verimli kullanılacak şekilde yerleştirilmelidir (Falconer ve Drury , 1975 ; Colson ve Dorigo , 2004 ; Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ., 2012 ; Alberto , 2000 ; MacCarthy ve Atthirawong , 2003).

2.13.14 Ürün karakteristikleri

Depolanacak ürünlerin çeşidine göre depo seçmek oldukça önemlidir. Özellikle yanıcı, parlayıcı, patlayıcı gibi risk teşkil eden ürünlerin depolanacağı alanların her türlü riske karşı önlem alınacak şekilde dizayn edilmesi gereklidir. Ayrıca iklimlendirilmiş alanda beklemesi gereken ürünler için de çevresel etmenlerden etkilenmeyecek şekilde istenen ortamın sağlanması gereklidir. Depo yeri seçimi yapılırken ürünlerin bütün karakteristik özellikleri belirlenmeli ve bu karakteristik özelliklere uygun olacak şekilde gerekli düzenlemelerin yapılabileceği alanlar belirlenmelidir. Depoya göre ürün değil de, ürünün karakteristik özelliklerine göre depolanması belirlenmesi oldukça önemlidir (Falconer ve Drury , 1975).

2.13.15 İş güvenliği

Seçilecek olan depoda her türlü güvenlik önlemi ve işçi sağlığını ve güvenliğini sağlayacak olan her türlü ekipmanın bulundurulması önemlidir. İş yapacak olan insanların sağlığına önem verilerek, depo içi aktivitelerin herhangi bir iş kazasına ya da insan sağlığını riske edecek herhangi bir uygunsuzluğa olanak sağlamayacak şekilde gerekli düzenlemeler yapılmalıdır (Colson ve Dorigo , 2004).

2.13.16 Ürün depolama koşulları

Her ürün grubu için farklı depolama koşulları ve şartları bulunabilir. Hassas ürünler olabileceği gibi çevresel etkenlerden etkilenmemesi gereken ve ortam şartlarının

farklılaştırılması gereken ürünlerde vardır. Bu yüzden bir depo seçimi yapılırken, mevcut ürün ya da ileride depolanması planlanan ürünler için uygun depolama koşullarının sağlanması gerekir. Hem iklimlendirme bakımından hem de diğer şartlar bakımından ürünlerin güvenli, sağlıklı ve müşteri isteklerine uygun şekilde depolanması için seçilecek olan deponun gerekli esnekliğe sahip olması gerekir (Falconer ve Drury , 1975 ; Colson ve Dorigo , 2004).

2.13.17 Kalifiye iş gücü

Deponun bulunduğu çevredeki işgücü olanağı ve kalifiye işgücü imkanının yeterli olması, depo operasyonları için oldukça önemlidir. Depolama şartlarının yanında operasyonu yapacak olan çalışanların niteliği de önemlidir. Ürünün depo girişinden siparişe dönüşümüne kadar geçen sürede müşteri isteklerine uygun bir şekilde hazırlanması için çalışan kişilerin ürünün özelliklerini ve depolamayı iyi bilmeleri gerekir. Ayrıca kalifiye olmayan kişiler ile yapılan işlerde yüksek depolama maliyetleri oluşabilir. Bu yüzden depo seçimi yapılırken çevresel olarak da incelenmesi yapılmalı ve işgücü olanakları dikkatli bir şekilde araştırılmalıdır (Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ., 2012 ; Alberto , 2000 ; MacCarthy ve Atthirawong , 2003 ; Min ve Melachrinoudis , 1999).

2.13.18 Sertifikasyon

Günümüzde geçerli olan standardizasyon ve Kalite sertifikaları işletmeleri belirli bir düzeyde hizmet verebilmeleri için olumlu yönde teşvik eder. Gerekli sertifikasyon belgesini almak isteyen işletmeler de belirli kurallar çerçevesinde hizmetlerini prosedürlere uygun olarak iyileştirmeye çalışırlar ve verdikleri hizmetin belirli bir kalitenin altına düşmemesini sağlarlar. Bu yüzden depo seçimi yapılırken depo şartlarının yanı sıra gerekli standardizasyon işlemlerini yapabilecek ve istenen belgeleri temin edebilecek bir depo seçimi yapılmalıdır (Colson ve Dorigo , 2004).

2.13.19 Sevkiyat sıklığı

Bir deponun kapasitesi kadar günlük sipariş hazırlama miktarı da önemlidir. Özellikle müşteri isteklerinin dönemsel artış ve azalış yaşadığı durumlarda yoğun dönemdeki sipariş miktarını karşılayabilecek yapıda bir depo seçilmesi önemlidir. Lojistik planlamada en önemli unsurlardan biride sipariş karşılama oranıdır. Günümüzdeki rekabet koşullarında sipariş karşılanamaması demek, direkt olarak

firmalara satış kaybı olarak yansması demektir. Bu yüzden depo seçim ve dizaynında istenilen sevkiyat sıklığının ne olduğu bilinmeli ve yapılan seçimin bu isteği karşılayabileceğinden emin olunulmalıdır (Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ., 2012 ; Alberto , 2000).

2.13.20 Katma değer yaratan faaliyet kapasitesi

Günümüz depolama anlayışı içerisinde ürünlerin sadece depolanması ve sevkiyatı dışında katma değer yaratan faaliyet diye adlandırılan ikincil işlemleri yapabilmesi de istenmektedir. Üretim esnasında verimliliği azaltıcı bazı faaliyetlerin ürün müşteriye ulaşmadan önce sevkiyat aşamasında yapmak isteyen birçok firma seçecekleri deponun kendileri için katma değer katan işleriyapabilme olanaklarına da önem verir. Sipariş oluşturma, ikinci paketleme yapma, ürün harmanlama gibi faaliyetleri içerebilen bu işler için firmalar depolamanın yanı sıra katma değer yaratan faaliyetler içinde ayrıca ücret ödemektedir (Colson ve Dorigo , 2004).

2.13.21 Genişleme imkanı

Bir deponun seçiminde deponun gelecek yıllardaki genişleme kapasitesi de göz önündü bulundurulur. Depo seçimi yapılırken mevcut kapasite ve ihtiyacın yanı sıra, ilerleyen zamanlarda beklenen olası kapasite artışı ve ihtiyaçlarda belirlenerek, uzun dönemli bir plan yapılmalıdır. Yapılacak olan kısa dönemli planlar uzun dönemde sıkışıklığa ve yeniden taşınma ihtiyacına neden olabilir. Bu yüzden belirlenecek ve takip edilecek olan plan dikkatli bir şekilde analiz edilmeli ve ilerleyen dönemde oluşacak ihtiyaçlar içinde kaynak belirlenmelidir adlandırılır (Falconer ve Drury , 1975 ; Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ., 2012 ; Min ve Melachrinoudis , 1999).

2.13.22 Organizasyonel yeterlilik

Deponun yönetsel ve organizasyonel yapısı süreçlerin doğru işlemesi ve müşteri ihtiyaçlarının doğru olarak operasyona dönüşmesi için oldukça önemlidir. Mümkün olan en yalın yapıda bir organizasyon oluşturulması ve bu organizasyonun müşteri isteklerine uygun şekilde hareket etmesi oldukça önemlidir. Ayrıca kurulacak olan organizasyonel yapının temel gereksinimleri karşılayabilecek düzeyde olması gerekir. Deponun sadece fiziksel olarak var olması değil, organizasyonel yapıda da ihtiyaçları karşılayabilmesi gereklidir (Colson ve Dorigo , 2004).

2.13.23 Operasyonel yeterlilik

Depo içinde bulunan ekipmanların operasyonu karşılayacak düzeyde olması ve elemanların gerekli mesleki eğitimi almış olmaları operasyonun yapılabilmesi için oldukça önemlidir. Ayrıca tesisin her türlü altyapı hizmeti operasyonu yapabilecek düzeyde bulunmalı ve teknik bir eksiklik yaşanmamalıdır. Depo seçimi yapılırken özellikle operasyonel hizmetlerin nasıl yapılacağı belirlenmeli ve operasyonel anlamda istenen her türlü hizmeti karşılayabilecek teknik kapasitenin oluşumu sağlanmalıdır (Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ., 2012).

2.13.24 Sevkiyat süreleri

Depo içinde hazırlanan siparişlerin yüklenme ve sevk edilme hızları yapılan operasyon için oldukça önemlidir. İstenen siparişleri karşılamak için deponun gerekli altyapı olanaklarının sağlanması ve ihtiyaç duyulan sürelerde istenen sevkiyatları hazırlayabilmesi gerekmektedir. Hazırlanması istenen bir siparişin ne kadar sürede hazır olacağı ve ne sıklıkla yeni siparişlere dönüş yapıp, hazırlanabileceği ve günlük sipariş hazırlama kapasitesi firmaların önem verdiği ve müşteri memnuniyetini sağlayabilmek için geliştirmeye çalıştıkları alanlardır. Bu yüzden sevkiyat süresinin ne kadar sürdüğü ve bu sürenin istenen operasyon için yeterli olup olmadığı depo seçim parametrelerinden biridir (Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ., 2012 ; Alberto , 2000).

2.13.25 Stok yönetim sistemi

Her ürün için gerekli olan temel bilgiler ve stok yönetimi farklılıklar içermektedir. Bir deponun stok yönetim sistemi belirlenirken mevcut olan şartlara en uygun olan sistem seçilmelidir. Bunun için de özellikle ürün spesifikasyonları iyi bilinmelidir. Stok yönetim sistemi depo içinde bulunan ürünlerin stoklarının takibinin hangi birimlere bakılarak yapılacağını belirler. İlk giren ilk çıkar, ilk raf ömrü dolan ilk çıkar gibi depolama stratejilerine yanıt vermek için kurulan bir sistemdir (Colson ve Dorigo , 2004).

2.13.26 Taşıma maliyeti

Depo seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken unsurlardan biride taşıma maliyetidir. Deponun hizmet verdiği müşteri ve tedarikçiler ile arasındaki mesafe ne

kadar uzun olur ise taşıma maliyeti de o düzeyde artmaktadır. Ayrıca deponun çeşitli ulaşım alternatiflerine olan yakınlığı da taşıma maliyetini önemli ölçüde azaltabilir ve çeşitli ulaşım alternatifleri yaratabilir. Bu yüzden depo seçimi yapılırken yapılacak olan sevkiyatlar ve bu sevkiyatların doğuracağı olası maliyetler de hesaba katılmalıdır (Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ.).

2.13.27 Yasal prosedürler

Depo seçimi için deponun bulunacağı alana ait yasal olanaklar ve yönetmelikler dikkatle incelenmelidir. Özellikle teşvikli alanlarda bulunan depolarda yapılacak faaliyetlerde ciddi anlamda vergi indirimi ve maliyet indirimi avantajları sağlanabilir. Ayrıca kullanılacak olan alanın yasa yönetmeliklere uygunluğu ve gerekli şartları sağlayıp, sağlamadığı dikkatle incelenmelidir (Demirel ve diğ., 2010 ; Ashrafzadeh ve diğ., 2012 ; Alberto , 2000 ; Min ve Melachrinoudis , 1999 ; MacCarthy ve Atthirawong , 2003).

3. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME

3.1 Tanım

Çok ölçütlü karar verme günümüze karar verme ile ilgili bilinen en yaygın konulardan biridir. Karar verme, kişilerin iki ya da daha fazla kriter ile sayılabilen ya da sayılamayan bir grup alternatif arasından seçim yapmasıdır (Dyer ve diğerleri 1992). Bu yüzden bir karar verme işlemi olması için öncelikle seçim yapılabilecek birden fazla alternatif ve bu alternatifler arasında en iyiyi seçmede kullanılacak birden fazla kriter bulunması gerekiyor.

Çok ölçütlü karar verme birden fazla kriter kullanılarak bir grup alternatif arasında global bir tercih ilişkisi kurulmasını sağlar (Vansnick, 1986). Karar verme işlemi iyi bir şekilde yapmanın anahtarı ise karar verme sürecinde çeşitli insanlara ait bilgilerin, fikirlerin ve tercihlerin yapısal bir method birleştirilmesinden geçer (Kirkwood, 1997). Bunun içinde çeşitli karar verme teknikleri oluşturuldu.

Herhangi bir çok ölçütlü karar verme tekniğinin amacı karar verene bir problem ile ilgili en çok arzu ettiği çözüme ulaşması için rehberlik ve yardımcı olmaktır (Stewart, 1992). Çok ölçütlü karar verme teknikleri sayısal ölçümlenebilme olanağına bağlı olmasına rağmen, çok ölçütlü karar vermede ölçümler, etki eden faktörlerin çeşitli tercihlere göre ağırlıklandırmasını öznel olarak yorumlanır. Tercihler de her karar vereci kişiye göre değişiklik gösterdiğinden ortaya çıkacak sonuç, karar verenin kim olduğuna, hedeflerinin neler olduğuna ve tercihlerinin nasıl olduğuna bağlıdır (Saaty, 2005). Bu yüzden en doğru sonuca ulaşmak için kimi zaman karar verme aşamalarında birden fazla kişi kullanma yolu seçilebilir.

3.2 Sınıflandırma

Çok ölçütlü karar verme için sistematik olarak ortaya konulmuş birçok yöntem kullanılmaktadır. Genel anlamda ise 2 sınıfa ayrılır. Bunlar; Çok Nitelikli Karar Verme ve Çok Amaçlı Karar Vermedir (Hwang ve Yoon, 1981 ; Stewart, 1992).

3.3 Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV)

Çok nitelikli karar verme karar verme sistemlerinin günümüzde en bilinen kısmıdır. ÇNKV yöntemleri belirli sayıda seçenek arasından aynı ölçü birimi kullanma zorunluluğu olmadan, genellikle ağırlandırma yöntemi kullanılarak ölçütlerin değerlendirilmesine dayanan bir karar verme sistemidir (Kahraman, 2008 ; Hwang ve Yoon, 1981). ÇNKV yöntemlerini kullanmak için her bir alternatifin karar vericinin kriterlerine göre bir takım ölçütler ile değerlendirilmesi gerekir (Lai ve Hwang, 1994). Değerlenen ölçütlere göre ise analitik bir yöntem kullanılarak seçim yapılır. Kullanılan başlıca ÇNKV yöntemleri ise; Ağırlıklı Çarpım Yöntemi, Analitik Hiyerarşi Süreci, Basit Toplamlı Ağırlıklandırma Yöntemi, İdeal Noktalarda Çok Boyutlu Ağırlıklandırma, Analitik Network Süreci, Kötümserlik Metodu, İyimserlik Metodu gibi yöntemlerdir (Kahraman, 2008 ; Gregory, 1998).

3.3.1 Ağırlıklandırılmış değer fonksiyonu modeli

Bu yöntem her biri değişik ölçü birimine sahip alternatifleri tek bir skala göstererek ve ağırlıkları bu şekilde etkileyerek sonuca ulaşmaya çalışan bir yöntemdir. Alternatifler her bir kriter için tek tek değerlendirilirler ve her kriterden aldıkları notun o kriterin ağırlığı ile çarpımı , alternatifin genel puanlamasını etkileyecek değeri olur (Edwards, 1977).

3.3.2 Basit toplamlı ağırlıklandırma yöntemi

Bu yöntem kullanılırken her kriterin karkılarının toplamı ile oluşan bir indeks hazırlanır. Birbirinden farklı birimler içeren kriterler direk toplanamayacağı için, veriler normalize edilip, boyutlu veriler haline dönüştürülür. Daha sonra her alternatife ait toplam skor, o alternatifin çeşitli kriterdeki normalize edilmiş değerler ile bunlara ilişkin ağırlıklarının çarpılıp, en son olarak hepsinin toplanması ile elde edilir. Bu yöntemde her ölçütün toplam puana olan katkısı diğerlerinden bağımsızdır.

Bu nedenle karar vericinin tercihi, bir ölçütün değerinin her ne şekilde olursa olsun diğer ölçütlerin değerlerinden etkilenmemesini gerekmektedir (Fishburn, 1996).

3.3.3 Ağırlıklı çarpım yöntemi

Bu yöntemde ölçütler birbirleri ile çarpılarak bağlı olduklarından, normalizasyon yapılmaz. Ölçüt değerleri arasında çarpım yöntemi kullanıldığı zaman, ağırlıklar her ölçüt değerinin üssü olurlar. Kar ölçütleri için pozitif ve maliyet ölçütleri için negatif işaretli üs değerleri kullanılır (Hwang ve Yoon, 1981).

3.3.4 ELECTRE tekniği

ELECTRE yöntemi her bir değerlendirme faktörü için alternatif karar noktaları arasında ikili üstünlük kıyaslamalarına dayanır. Söz konusu teknik sayesinde karar verici çok sayıda nicel ve nitel kriteri karar verme sürecine dahil edebilir ve kriterleri amaçları doğrultusunda ağırlıklandırabilir. Ayrıca kriterlerin verimlilik ölçülerinin büyüklüklerini seçip, ağırlıklarını toplayarak en uygun alternatifi belirleyebilir (Tabucanon, 1998).

3.3.5 Leksikografik model

Bu modelde karar verici için en önemli ölçüt belirlenir ve hangi alternatif bu ölçüte göre daha üstün ise o alternatif seçilir. Eğer en önemli ölçütlerde birden fazla alternatif en iyi değere sahip ise diğer alternatifler elenir ve kalan alternatifler ile yöntemin uygulanmasına devam edilir. Eşitliği bozmak için ikinci önemli ölçüt seçilir. Eşitlik devam ettiği sürece eşitliği bozacak bir alternatif seçilinceye kadar işlem devam ettirilir. Bu yöntemin en büyük dezavantajı tek bir ölçütü göz önüne alması ve seçimi ilk aşamada sadece bu ölçütü dikkate almasıdır. Toplam yararlılıkta daha fazla fayda sağlayacak alternatiflerin gözden kaçmasına neden olabilir. Bu yöntemi kullanmanın avantajları ise ölçeklendirilmemiş karar matrisinin kullanılabilmesi, son karar ulaşılabilmesi ve karar vericinin ölçütler ile ilgili tercihlerini analize yansıtabilmesidir (Foerster ve Mode, 1979).

3.3.6 Kötümserlik modeli

Bir alternatifin toplam performansı onun en zayıf veya en güçsüz ölçütü ile tanımlanmaktadır. Böyle bir durum için karar verici, hangi ölçütün toplam performansı belirlediği hakkında bilgi sahibi değil ise, kötümser bir davranış gösterir

ve kötünün iyisini seçmeye çalışır. Kısaca, ölçütler arasında minimum değerlerin maksimum olanını seçme işlemine kötümserlik denir (Ersöz ve Kabak, 2010).

3.3.7 İyimserlik modeli

Kötümserlik modelinin tersi olan bu modelde iyi olan alternatifler aarsından seçim yapılır. Yöntemin uygulanmasında karar verici tek ölçütlü problemlerde olduğu gibi iyimser bir yaklaşım sergiler. Karar verici seçim yaparken, hangi alternatifi seçerse seçsin, seçim sonucunun kandisi için en önemli ölçüte göre yapılacağı kabulünü yapar (Ersöz ve Kabak, 2010).

3.3.8 İdeal noktalarda çok boyutlu ağırlıklandırma – TOPSIS (technique for ordered preference by similarities to ideal solution)

Çok ölçütlü karar verme problemlerinde en çok rastlanılan yöntemlerden biridir. Bir doğrusal ağırlıklandırma tekniği olan yöntemin en önemli özelliği, pozitif ideal çözüme en yakın ve negative ideal çözüme en uzak olan en uygun çözümün belirlenmesidir. Bu mesafenin iki yönlü olması ile sadece maksimize edilecek durumlar değil, minimize edilmesi gereken durumlar da göz önünde bulundurulur ve buna uygun olarak seçim yapılır (Özdemir ve Seçme, 2009).

3.3.9 Analitik hiyerarşi süreci

Bu yöntem ile gruplara ve bireylere karar verme sürecindeki nitel ve nicel faktörleri birleştirme olanağı verilir (Saaty, 1980). Analitik hiyerarşi süreci her sorun için amaç, kriter, olası alt kriter seviyeleri ve seçeneklerinden oluşan hiyerarşik bir model ile kullanılır. Bu modelde hiyerarşinin en üst seviyesinde bir amaç ve bu amacın altında sırası ile kriterler ve seçenekler vardır. Hiyerarşiyi oluşturan öğeler arasında birbirlerine göre üstünlükleri hesaplanmalıdır. Bu yüzden sayısal bir skala kullanılır. Genel olarak 1-9 arasındaki tek sayılardan oluşan skala tercih edilir. Ara değerler sadece kararsız kalınan durumlar için kullanılmalıdır. Eğer değerlendirilecek seçenek sayısı dokuzun üstünde olur ise ikili karşılaştırmalar matrisi yerine puanlama kriterleri bütün karar verme süreçleri için daha uygun bir kullanım sağlar. Puanlama ile hem kriterler, hem de alt kriterler anlamlı çekilde değerlendirilip, en uygun alternatifi seçmek için yardımcı olabilirler (Saaty, 1980).

3.3.10 Analitik şebeke sũreci

Karar verme sũrecinde faktũrler arasındaki ilişkileri dikkate alan ve problemin tek bir yũne baēlı olma zorunluluēuna gerek duymadan modelleme yapan bir yũntemdir. Analitik şebeke sũreci yũnteminde karar verme problemi bir aē yapısı ile modellenir ve modelleme aşamasındaki faktũrler arasında baēımlılıklar ve faktũr içindeki i baēımlılıklar dikkate alınır. Bu şekilde kurulan model ile de karar verme problemlerinin etkin ve gerçekçi bir şekilde özũlmesi hedeflenir (Saaty, 1996).

3.3.11 VIKOR (vise kriterijumska optimicacija i kompromisno resenje) yũntemi

VIKOR yũntemi, tũm alternatiflerin ideal alternatife yakınlık ۆlũsũne dayanan bir sıralama dizini meydana getirmek için kullanılır. Uzlaşık bir sıralama belirlemeyi ve belirtilen aēırlıklar altında uzlaşık özũme ulaşmayı saēlayan bir yũntemdir. Birbiri ile çelişen kriterler altında alternatiflerin sıralamasını belirleyerek en uygununun seçilmesini içerir. VIKOR yũntemi, ideal özũme yakınlıēa dayanan çok kriterli sıralama indeksini ele alır ve birbiri ile çelişen kriterler içeren problemler için uzlaşık özũm, karar vericilere karara ulaşmada yardımcı olur (Ertuērul ve Karakařoēlu, 2009).

3.3.12 PROMETHEE (preference ranking organization method for enrichment evaluations) yũntemi

Çelişen pek çok sayıda kritere gũre sonlu sayıda alternatif eylemin sıralanacaēı problemlerde kullanılan bir yũntemdir. Bu yũntem uygulama alanındaki hem en verimli, hem de en kolay yũntemlerden biridir. Sıralama problemleri için uygun olan PROMETHEE yũntemi, kullanıcı için esneklik ve kolaylıēı bir araya getirmekte ve aynı zamanda diēer metodlara kıyasla çok kriterli analizler için konsept ve uygulama olarak daha basit bir sıralama yũntemidir (Geldermann ve diēerleri, 2000). Yũntem, alternatiflerin hem kısmi, hem de tam sıralamasını sunmakla birlikte bir karar probleminin geometrik temsilini iki boyutlu bir dũzlemde sonuçları ile birlikte gũsterebilmekte ve ayrıca çok çeşitli duyarlılık analizlerinin sayısal ya da grafiksel olarak yapılmasını saēlamaktadır (Le Teno ve Mareschal, 1998).

3.3.13 ORESTE yöntemi

ORESTE yöntemi bir sıralama yöntemidir. Genelde çok nitelikli karar verme yöntemleri değişik kriterler ile ilgili ağırlık, ilişkiler, tercih fonksiyonları gibi detaylı bilgiye ihtiyaç duyar. Buna karşılık gerçek hayatta bu bilgileri sağlamak oldukça zordur. ORESTE yönteminde ise öncelikle kriterler kendi aralarında önem sırasına göre dizilir ve devamında alternatifler, her bir kriter için ayrıca sıralanır. Yöntemin amacı da bu yüzden alternatifler üzerinde genel bir tercih yapmaya yarayacak bir yapı oluşturmaktır (Givescu, 2007 ; Delhaye ve diğ., 1991).

3.3.14 DEMATEL (the decision making trial and evaluation laboratory) metodu

DEMATEL araştırmada karmaşık ve birbirine girmiş problem gruplarının çözümünde kullanılır. Özel problemlerin kavrayışını geliştirmek, birbirine geçmiş problem kümelerinin ve hiyerarşik yapıda uygulanabilir çözümlerin tanımlanmasına katkıda bulunmak için uygun bilimsel araştırma yöntemlerinin kullanılmasını sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. DEMATEL metodu faktörleri sebep ve sonuç gruplarına bölerek, problemleri taslak olarak planlama ve çözme imkanı verir. Bu sayede nedensel ilişkiyi daha iyi anlamamızı sağlar (Li ve Tzeng, 2009). Bu yöntemin avantajı ise uzlaşmacı sebep-sonuç modeli içeren dolaylı ilişkileri kapsamasıdır. DEMATEL metodu system bileşenleri arasındaki yapı ve ilişkileri veya geçerli sayıda alternatifleri inceleyen etkili bir yöntemdir. Bu yöntem kriterleri cinsi ve birbirleri üzerindeki etkilerinin önemi yönünden öncelik sırasına göre düzenleyebilir. Diğer kriterler üstünde daha çok etkisi olan ve yüksek önceliği olduğu farz edilen kriterler, sebep kriterleri, daha çok etki altında kalan ve düşük önceliği olduğu farz edilen kriterler ise sonuç kriterleridir (Tseng ve Lin, 2008).

3.3.15 Choquet integrali

Bulanık mantık ile karar vermeye yarayan çözüm metodlarından biri olan choquet integrali, karar vericilerin yorumları ile kriterlerin sözel yorumlardan sayısal yorumlara atanarak çözümüne dayanan bir yöntemdir. Bir sonraki bölümde detaylı olarak açıklanacaktır.

3.4 Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV)

ÇAKV yöntemlerinde yapılan seçim, karar vericinin isteklerine en yakın olan sonucu bulmak içindir. Sonsuz sayıda olasılık içerisinde karar vericinin isteklerine en yakın olanı (hedefi tutturma, ideal noktaya enyakın olma, memnuniyet vb.gibi durumlar) bulmak için alternatifleri matematiksel bir programlama yapısı içinde değerlendirir (Kahraman, 2008 ; Gregory, 1998). ÇAKV yöntemleri kullanılarak çözülen problemler, karar vericinin problemin oluşturulmasında bilgi verip, vermeme durumuna göre hangi yöntemin seçileceği belirlenir (Evans, 1984). Başlıca kullanılan ÇAKV yöntemleri ise; Toplu Kriter Yöntemi, Hedef Programlama, Değer Fonksiyonu Yöntemi, Yedek Değer İkameYöntemi, gibi yöntemlerdir (Gregory, 1998).

3.4.1 Hedef programlama

Bu yöntemde karar verici erişmek istediği hedefler için her hedefe sayısal bir değer atar. Yapılan çözüm ile birlikte en uygun alternatifi, belirlenen değerlere göre sapma miktarı toplamda en az olan olarak belirler. Eğer birden fazla hedef var ise, bu hedefler arasında da derecelendirme ya da önceliklendirme yapılabilir. Hedefler birden fazla olduğunda ilk olarak belirlenen en öncelikli hedefe ulaşılabilecek şekilde çözüm yapılır ve daha sonra sırası ile daha az öncelikli hedeflere ulaşılabilecek şekilde çözüme devam edilir (Taylor, 1995).

3.4.2 Etkileşimli hedef programlama

Bu modelde analizci ve karar verici sürekli etkileşim içinde bulunmalıdır. Bunun içinde öncelikle karar vericiye etkileşimli karar vermenin ne olduğu ve karar vericinin modele katkısının ne olacağı ile ilgili karar verici bilinçlendirilmelidir. Bu sayede karar vericinin çözüme erişmek için, hedeflere ait ağırlıkların ne anlama geldiği ve ağırlıklandırmadaki farklılıkların çözümü değiştirmedeki rolünü anlamasını sağlamış oluruz (Evren ve Ülengin, 1992).

3.4.3 Değer fonksiyonu yöntemi

Bu yöntemde değer fonksiyonları karar vericiden sağlanan bilgiler doğrultusunda belirlenir. Bu yöntemin en önemli kısmı, karar vericinin amaçları arasında bir fonksiyon tanımlamasıdır. Bu fonksiyonun tanımlanmasının doğruluğuna göre karar

vericinin isteklerine paralel olacak şekilde sonuca ulaşılabilir (Keeney ve Raiffa, 1976).

3.4.4 Sınırlanmış amaçlar yöntemi

Bu yöntem genelde diğer modeller için tamamlayıcı olan bir yöntemdir. Bunun nedeni problemi çözecek olan karar vericiden her bir tanımlanan amaç fonksiyonu için altına düşmeyecek şekilde belirlenen en düşük kabul edilebilir seviye belirlenmesini istemesidir. Bu değerler belirlendiğinde aralık uygun olduğu için problem sonucunda çıkan karar, karar vericiyi tatmin etmeyebilir. Bu risk yüzünden tek başına kullanıldığında hatalı karar vermeye neden olabilecek bir yöntemdir (Hwang ve Masud, 1979).

3.4.5 Toplu kriter yöntemi

Bu yöntemde kriterler önceden belirlenen bir şekilde bir araya getirilir. Bir araya getirilen toplu kriterler için optimal vektör denilen ve topluluğu küçükleyen bir vektör belirlenir. Optimal vektörü sağlayan çözüm alternatifi ise optimal çözüm olur ve karar verilen alternatif olarak belirlenir (Tabucanon, 1988).

3.4.6 Ardışık sıralama yöntemi

Bu teknik kullanılırken ilk belirlenen amaç, karar verici için en önemli olan amaç kabul edilir ve amaç fonksiyonları önceliklerine göre sıralanır. Birinci öncelikli olan amaç fonksiyonundan sonra gelen diğer amaç fonksiyonları ilk olarak ihmal edilir. Seçilen alternatif ise amaçları en önemli olanından başlayıp, sıra ile bütün amaçları en yüksek değere çeken çözümdür (Szidarovszky ve diğerleri, 1986).

3.4.7 Hedefe erişim modeli

Gembicki tarafından geliştirilen bu modelde karar vericinin bir hedef vektörü ve istenilen hedeflerin altında ve üstünde olmasına bağlı olarak bir ağırlık vektörü belirlemesi gerekir. Tercih edilen çözüm, karar verici tarafından belirlenen hedefler vektörüne ve ağırlık vektörüne duyarlıdır. Belirlenen hedef değerlerin altında ve üstünde sonuçlar ortaya çıkar ise, sonucun anlamlı olması için uygun bir ağırlık katsayısı belirlenmesi gerekir (Hwang ve Masud, 1979).

3.4.8 Steuer yöntemi

Bu yöntemde karar vericiye belirlenen sayıda baskın çözümler verilir. Karar verici baskın çözümler arasından en çok tercih ettiği çözümü belirler. Belirlenen çözüm paralelinde çözümün genel kriterlerine yakın şekilde yeni bir baskın çözüm kümesi elde edilir ve yine karar vericinin fikri alınır. Karar verici son kararını verene kadar ve istekleri yerine gelene kadar aynı süreç devamlı tekrarlanır (Steuer, 1976).

3.4.9 Yedek değer ikame yöntemi

Yöntem, erişilmesi istenen amaç seviyeleri belirlendiğinde, bunların kesin değerlerinden çok, karar vericinin iki amaç arasındaki görece ikame değerlerindeki azalma ya da artışı dikkate alabileceği düşüncesi ile hareket eder. Öncelikle baskın çözümlerin belirlenmesi ve baskın çözümler arasındaki en iyi yakınsanan çözümün belirlenmesi gerekir (Haimes ve diğerleri, 1975).

3.4.10 Etkileşimli uzlaşık programlama

Bu yöntemde karar verici bir seçim aracı olarak kullanılır ve karar vericiden ön bilgi istenmez. Karar vericinin isteklerini karşılayacak şekilde her eşleşmede karar vericiye iki tane soru sorulur. Bu sorulardan ilki diğer çözümlere göre alternatiflerden birini kesin olarak tercih edip etmeyeceğidir. Eğer cevap evet ise işlem bitirilir. Eğer cevap hayır ise diğerleri arasında en az tercih edeceği çözüm belirlenir ve alternatifler arasından çıkartılır. Yeni küme ile de yeni bir alternatif belirlenir. Aynı süreç elenmeyen çözümlerden biri üzerinde ilk soru sorulduğunda evet cevabı alınıncaya kadar devam ettirilir (Evren ve Ülengin, 1992).

3.5 Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Hwang ve Yoon (1981) ÇNKV ve ÇAKV yöntemlerinde kullanılan problemler arasında karşılaştırmalar yapmış. Bu karşılaştırmaları da problemlerin temel özelliklerini kullanarak gerçekleştirmişler.

İlk olarak kriterlerin bu yöntemlerde nasıl tanımlandığında değinilmiş. ÇAKV yöntemlerinde kriterler amaçlar tarafından tanımlanırken, ÇNKV yöntemlerinde ise dikkat edilen husus kriterlerin nitelikleridir. ÇNKV yöntemlerinde amaçlar örtülü olarak tanımlanır. Buna karşılık ÇAKV yöntemlerinde ise belirgin bir şekilde amaç

ortaya konulur. Bunun nedeni ÇAKV yöntemlerinde hedefin sonsuz seçenek arasında ideale en yakın olana ulaşmaktır.

Her iki yöntem karar verilecek durumların sayısı bakımından da farklılık gösterir. ÇNKV yöntemlerinde alternatifler problemin başında ortaya konulur ve sınırlı sayıda. ÇAKV yöntemlerinde ise sonsuz sayıda alternatif vardır ve bu alternatifler bir süreç dahilinde sonradan oluşurlar.

Kullanım amacına göre ise genelde ÇNKV yöntemleri belirli alternatifler arasından bir seçim ya da değerlendirme yapmak için kullanılırlar. ÇAKV yöntemleri ise daha çok tasarımsal problemler için uygun yöntemlerdir. Bu nedenle ÇAKV yöntemleri çoğunlukla karar verici ile etkileşime girme gerekliliği oluşturur ve karar vericiyi problem çözümü için etkin olarak kullanmaya çalışır. ÇNKV yöntemlerinde ise karar vericilerin süreç için dahil olmasına genellikle gerek kalmaz.

4. CHOQUET İNTEGRALİ

4.1 Tanım

Choquet integrali kurulan modellerin doğruluğunu kontrol etmek ya da seçim kriterlerini parçalara ayırarak değerlendirmek için kullanılan numerik yapıya sahip bir bulanık integraldir (Grabish ve Nicolas, 1994). Bir bulanık integrali bir oluşturmak için, geleneksel anlayışta bir operatör değer kullanmak yerine, bulanık yapının entegre edilip, kullanılacağı bir ayırt edici belirlemek gerekir. Bir choquet integralinin başarılı bir şekilde kurulması, her bir ölçütün ya da ölçütlerin kombinasyonlarının, önemini ortaya koyan bulanık ölçütlerin beyan ettiği gösterimlere dayanır (Chiang, 2000).

4.2 Bulanık Aritmetik

Sözel ifadeler evreninde X gerçel sayılar R 'nin bir alt kümesi olsun; $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. X içinde sıralı ikililerden oluşan A bulanık kümesinde $\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X\}$, üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x) : X \rightarrow [0, 1]$ olarak ifade edilir. $\tilde{A}$ bulanık sayılarının ortalama değerleri, $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ olmak üzere, yamuk bulanık sayıların durulaştırılmasında kullanılan $F(\tilde{A}) = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4}$ denklemi ile elde edilir (Fortemps ve Roubens, 1996).

$\tilde{A}$, yamuk bir bulanık sayı olsun. Her $\alpha \in [0, 1]$ için $\tilde{A} = \|\alpha \in [0, 1] A^\alpha$ (ayırışma teorisi) $A^\alpha = \{x : \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}$, $\tilde{A}$ 'nın α kesim kümesidir (Klir ve Yuan, 1995). A^α kümesi kesin ve α seviyesindeki güven aralığı $A^\alpha = [A_L^\alpha, A_U^\alpha] = [(a_2 - a_1)\alpha + a_1, -(a_4 - a_3)\alpha + a_4]$ ve $\alpha \in [0, 1]$ için $\tilde{A} \subset \tilde{B}$ ise $A^\alpha \subset B^\alpha$ özellikleri bulunur.

$\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ ve $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3, b_4)$, A^α ve B^α α kesim seviyelerindeki iki yamuk bulanık sayı olmak üzere aşağıdaki temel operasyonları sağlamaktadır (Klir ve Juan, 1995 ; Wu ve diğerleri, 1998).

Toplama : $\tilde{A} + \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3, a_4) + (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4)$

Çarpma : $\tilde{A} * \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3, a_4) * (b_1, b_2, b_3, b_4) = (a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3, a_4 b_4)$

$A^\alpha * B^\alpha = [A_L^\alpha, A_U^\alpha] * [B_L^\alpha, B_U^\alpha] = [\min(A_L^\alpha B_U^\alpha, A_L^\alpha B_L^\alpha, A_U^\alpha B_U^\alpha, A_U^\alpha B_L^\alpha), \max(A_L^\alpha B_U^\alpha, A_L^\alpha B_L^\alpha, A_U^\alpha B_U^\alpha, A_U^\alpha B_L^\alpha)]$

$A^\alpha - B^\alpha = [A_L^\alpha - B_U^\alpha, A_U^\alpha - B_L^\alpha]$

$A_L^\alpha \leq B_L^\alpha$ ve $A_U^\alpha \leq B_U^\alpha$ ise $A^\alpha \leq B^\alpha$

$\alpha_1 \leq \alpha_2$ ise $A^{\alpha_1} \supset A^{\alpha_2}$ olur

4.3 Aralık Değerli Bulanık Ölçütler

Bütün g bulanık ölçülerinin kümesi $M(S)$ ve tüm ölçülebilir fonksiyonların kümesi $F(S)$ olarak ifade edilir ise; $\tilde{R}^+$ bulanık sayılar kümesi olmak üzere ($R^+ = [0, \infty]$), aralık sayılar kümesi $I(R^+) = \{\tilde{r}: [r^-, r^+] \subset R^+\}$ olarak ifade edilir (Wu ve diğerleri, 1998).

Bu tanımlara ek olarak, tüm $\bar{g}$ aralık sayılı bulanık ölçülerin kümesi $\bar{M}(S)$ ve tüm $\bar{f}$ aralık sayılı fonksiyonların kümesi $\bar{F}(S)$ olsun. Ayrıca, $\tilde{g}$ bulanık sayılı bulanık ölçüler ($\tilde{g} \in \bar{M}(S)$) için bütün $\bar{f}$ bulanık değerli fonksiyonların kümesi $\bar{F}(S)$ olsun.

$\bar{g}(A) = [g^-(A), g^+(A)]$ ve $A \in P(S)$ olmak üzere $\bar{g}: P(S) \rightarrow I(R^+)$ ifadesi aşağıdaki özellikleri sağladığında bulanık ölçü olarak kabul edilir (Wu ve diğerleri, 1998).

$\bar{O} = [0, 0]$ olduğunda $\bar{g}(\emptyset) = \bar{O}$;

Eğer $A, B \in P(S)$ ve $A \subset B$ ise $\bar{g}(A) \leq \bar{g}(B)$ olur;

$P(S)$ kümesinde, eğer $A_1 \subset A_2 \subset A_3 \subset \dots$ ve $\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i = A \in P(S)$ ise $\lim_{i \rightarrow \infty} \bar{g}(A_i) = \bar{g}(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i) = \bar{g}(A)$ olur;

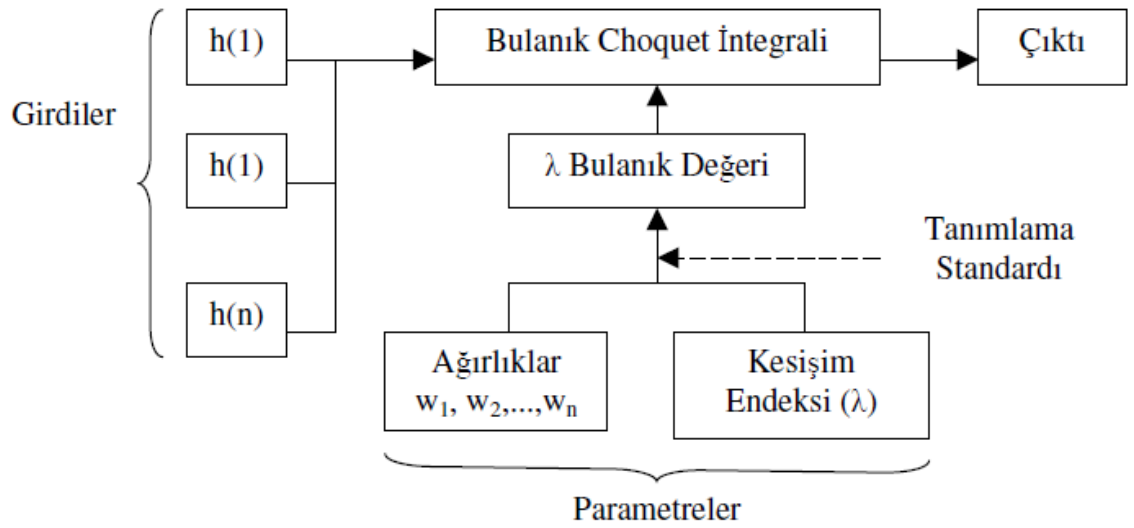
$P(S)$ kümesinde, eğer $A_1 \supset A_2 \supset A_3 \supset \dots$ $\bigcap_{i=1}^{\infty} A_i = A \in P(S)$ ise $\lim_{i \rightarrow \infty} \bar{g}(A_i) = \bar{g}(\bigcap_{i=1}^{\infty} A_i) = \bar{g}(A)$ olur.

$g^-(A) = [g(A)]^-$ ve $g^+(A) = [g(A)]^+$ ve $A \in P(S)$ olmak üzere g^- ve g^+ bulanık ölçüler ise $\bar{g}: P(S) \rightarrow I(R^+)$ ifadesi bulanık ölçü olarak adlandırılır (Wu ve diğerleri, 1998).

$\tilde{f} \in \tilde{F}(S)$ ve $\tilde{g} \in \tilde{M}(S)$ olsun. $0 \leq \alpha \leq 1$ olmak üzere, $\left((C) \int \tilde{f} d\tilde{g} \right)_\alpha = (C) \int \tilde{f}_\alpha d\tilde{g}_\alpha$ ifadesi elde edilir (Wu ve diğerleri , 1998).

4.4 λ Bulanık Değerli Tanımlama Yöntemleri

Bulanık integraller genel değerlendirme modelleri için kullanılmaya uygun olan araçlardır. Parameter sayısı oldukça büyük olan bulanık değerler arasında bir λ -kesişim endeksi ile tanımlanabilen ve bireysel ağırlıkları değerlendirebilen bir λ değeri bulunmaktadır. Şekil 4.1 üzerinden bu tanımlamayı görebilirsiniz.



Şekil 4.1 : Bulanık değer ve bulanık integral.

$A \cap B = \emptyset, \mu(X) = 1$ ve $\mu(A) \in [0, 1], \forall A \in 2^X$ için $\lambda > -1$ olduğunda μ_λ bulanık değeri $\mu_\lambda(A \cup B) = \mu_\lambda(A) + \mu_\lambda(B) + \lambda \mu_\lambda(A) \mu_\lambda(B)$ şeklinde tanımlanır (Takahagi , 2005).

Bir bulanık değerın ağırlıklarını hesaplamak önemli bir konu olduğundan, üç hesaplama standardı oluşturulmuştur. Bunlar; singleton bulanık değer oranı standardı, shapley değer standardı ve girdi sayısı standardıdır.

4.4.1 Singleton bulanık değer oranı standardı

Singleton bulanık değer oranı standardının en önemli özelliği, her girdi değerinin basit etkisini elde edilen çıktıya taşıyabilmesidir. Bu standardın bulanık değer tanımı $\mu_\lambda(\{1\}) : \mu_\lambda(\{2\}) : \dots : \mu_\lambda(\{n\}) = w_1 : w_2 : \dots : w_n$ olarak yapılır.

4.4.2 Shapley değer standardı

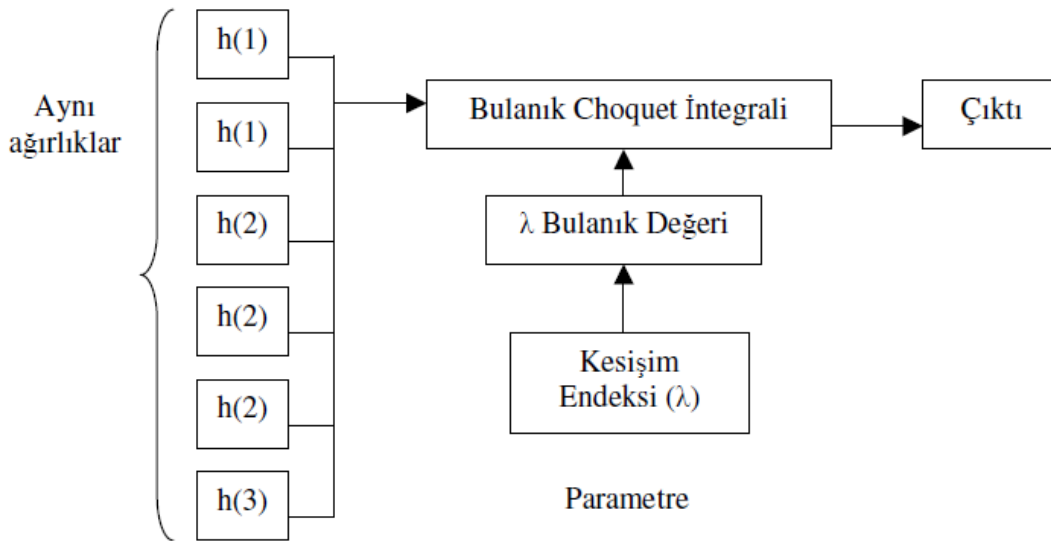
Shapley değer standardında ağırlıklar pozitif değer alır. μ_λ bulanık değerinin i . değerlendirme parçası olan shapley değeri ($sh_i(\mu_\lambda)$) kullanılarak $sh_i(\mu_\lambda) = w_i$, $\forall i$ eşitliği elde edilir.

Her girdi değerinin ağırlığına işaret eden shapley değeri $sh_i(\mu_\lambda) = \sum_{S \subseteq X} T_n(S) [\mu(S) - \mu(S \setminus \{i\})]$;

$T_n(S) = \frac{(n-|S|)!(|S|-1)!}{n!}$ şeklinde tanımlanır.

4.4.3 Girdi sayısı standardı

Girdi sayısı standardı için belirlenen ağırlıklar, negative olmayan tam sayılara karşılık gelir. Girdilerin ağırlıklarının toplam sayısı kadar eşit girdi ağırlıkları elde edilir. Eğer girdi sayısı $n=3$ olarak alınır ise, $w_1 = 2$, $w_2 = 3$ ve $w_3 = 1$ olarak 6 tane aynı ağırlık girdisi elde edilir. Girdi sayısı standardının bu yapısı Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 : Girdi sayısı standardı örneği.

4.5 Matematiksel Gösterimi

$S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ ve $P(S)$, S 'nin kuvvet kümesi olmak üzere, toplamsal olmayan ve aşağıdaki özelliklere sahip olan bir bulanık ölçü $g : P(S) \rightarrow [0,1]$ fonksiyonu ile ifade edilir (Ming-Lang ve diğerleri, 2009).

- (i) $g(\emptyset) = 0$;
- (ii) $g(S) = 1$;
- (iii) Eğer $A, B \in P(S)$ ve $A \subset B$ ise $g(A) \leq g(B)$ olur (monotonluk);
- (iv) $P(S)$ kümesinde, eğer $A_1 \subset A_2 \subset A_3 \subset \dots$ ve $\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i \in P(S)$ ise $\lim_{i \rightarrow \infty} g(A_i) = g(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i)$ olur (alttan sürekli);
- (v) $P(S)$ kümesinde, eğer $A_1 \supset A_2 \supset A_3 \supset \dots$ ve $\bigcap_{i=1}^{\infty} A_i \in P(S)$ ise $\lim_{i \rightarrow \infty} g(A_i) = g(\bigcap_{i=1}^{\infty} A_i)$ olur (üstten sürekli);

4.6 Aralık Değerli Choquet İntegrali

Belirli bir ölçüte karar vericinin verdiği özel önlem ağırlığı esasına dayanan basit ağırlıklandırılmış toplam, alışılmış bulanık ağırlıklandırma yöntemlerinden farklı olarak düşük karmaşıklık ve kullanım kolaylığına sahiptir. Herhangi bir toplanma operatörü kullanımına sahip olan bu yöntemin basitliğinin yanı sıra en büyük dezavantajı ise çok yönlü alternatifler kümesi üzerinden tercihlerin değerlendirilmesi ve ölçütlerin bağımsız olarak kabulünün eşdeğer olmasıdır (Krantz ve diğerleri, 1971 ; Modave ve Grabisch, 1997).

4.6.1 Zayıf sıra operatörü

$\forall i \in I = \{1, \dots, n\}$ için, $\succeq_i$ zayıf sıra operatörü ve $u_i : X_i \rightarrow \mathbb{R}$ olmak üzere kısmi fayda fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

$$\forall x_i, y_i \in X_i, x_i \succeq_i y_i \Leftrightarrow u_i(x_i) \geq u_i(y_i)$$

$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \alpha_i \in [0, 1]$ olacak şekilde karar vericilerden ağırlık vermeleri beklenmektedir. Buna bağlı olarak fayda fonksiyonu $\forall x \in X, u(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i u_i(x_i)$ olarak ifade edilir.

Eğer μ bulanık değeri toplamalı ise, choquet integrali lebesgue integraline indirgenir. Aralık değerli choquet integrali, çok yönlü alternatifler için tercih aralıklarını belirlemede kullanılır.

4.6.2 Tercihlerin gösterimi

μ, I üzerinde bulanık bir değer olsun. i ve j arasında etkileşim göstergesi aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$I(i, j) = \sum_{B \subset I / \{i, j\}} \xi I(B) \cdot (\mu(B \cup \{i, j\}) - \mu(B \cup \{i\}) - \mu(B \cup \{j\}) + \mu(B))$$

Yukarıdaki tanımlamada yer alan $\xi I(B)$ 'nin gösterimi ise aşağıda verilmiştir.

$$\xi I(B) = \frac{(|I| - |B| - 2)! |B|!}{(|I| - 1)!}$$

$I(i, j) > 0 \rightarrow i$ ve j ölçütleri birbirlerini tamamlar.

$I(i, j) < 0 \rightarrow i$ ve j ölçütleri fazlalık olur.

$I(i, j) = 0 \rightarrow i$ ve j ölçütleri birbirinden bağımsızdır.

Sıralamanın tüm etkileşim göstergelerinin sıfır olduğu ve en azından ikinci dereceden bir etkileşim göstergesinin sıfır olmadığı μ bulanık değeri, 2 toplamı olarak adlandırılır.

μ , 2 toplamı bir değer olmak üzere choquet integralinin hesaplanması aşağıdaki formülasyon ile yapılır.

$$(C) \int_I f d\mu = \sum_{I_{i,j} > 0} (f(i) \wedge f(j)) |I_{i,j}| + \sum_{I_{i,j} > 0} (f(i) \vee f(j)) |I_{i,j}| + \sum_{i=1}^n f(i) (I_i - \frac{1}{2} \sum_{j \neq i} |I_{i,j}|)$$

Pozitif etkileşim göstergesi birleştirici ve negative etkileşim göstergesi ayırıcıdır.

Ağırlıklı toplam söz konusu olduğunda, karar vericinin her bir ölçüte verdiği ağırlıklar dikkate alınır. Bu çözüm için karar vericilerden Shapley değerlerini kullanmaları istenir. Yukarıda belirtilen formülasyon yeniden yapılandırılarak choquet integralinin 2 toplamı değeri toplanma operatörü olarak elde edilir.

4.6.3 Aralık değerler

Aralık değer adı verilen gerçel sayılar kümesi üzerinden oluşturulan aritmetiğe aralık değer aritmetiği denir. Aralık değer aritmetiği, belirsizliği modellemek ve numerik hesaplamalardaki yuvarlama hatalarının önüne geçmek için 1960'lı yılların sonlarında Moore (1966) tarafından ortaya koyulmuştur.

Gerçel bir aralık değer, kapalı ve gerçel sayılar kümesine bağlıdır. Her bir gerçel aralık değer $[\underline{x}, \bar{x}]$ olarak ifade edilir. $\underline{x} = \inf x$ ve $\bar{x} = \sup x$ olmak üzere sınırları tanımlanır. Gerçel aralık değerler kümesi II ile gösterilir.

$\rho \subset \mathbb{R}$ olmak üzere ρ 'nin gerçel aralık değeri ifade eden konveks zarfı $Zarf(\rho) = [\inf \rho, \sup \rho]$ olarak ifade edilir.

Gerçel aralık değer genişliği olan x gerçel bir sayıdır.

$$\omega(x) = \bar{x} - \underline{x}$$

II^n elemanları kutuları tanımlar. $(x_1, \dots, x_n)^T \in II^n$ olmak üzere buna karşılık gelen kutu, aralık değerlerin kartezyen çarpımıdır.

$$X = x_1 * \dots * x_n$$

Aralık değer aritmetiği işlemleri, gerçel sayılı işlemlere karşılık gelen küme teorik açılımlarıdır. $x, y \in II$ ve $\diamond \in \{+, -, \times, \div\}$ işlemi olmak üzere aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$x \diamond y = Zarf \{x \diamond y \mid (x, y) \in x \times y\}$$

Monotonluk özelliğinden yola çıkılarak, aralık değerlerin sınırları üzerinden gerçel hesaplamalar kullanılarak bu işlemler gerçekleştirilebiliyor. $x = [a, b]$ ve $y = [c, d]$ olmak üzere aşağıdaki işlemler yapılabilir.

$$x + y = [a + c, b + d]$$

$$x - y = [a - d, b - c]$$

$$x \times y = [\min\{ac, ad, bc, bd\}, \max\{ac, ad, bc, bd\}]$$

Bileşim kuralı II üzerinde korunmakta, buna rağmen dağıtım kuralı geçerli olmamaktadır. Burada her $x, y, z \in II$ için geçerli olan ifade aşağıda belirtilmiştir.

$$x \times (y + z) \subseteq x \times y + x \times z$$

4.6.4 Aralık değer açılımı

f gerçel fonksiyonunun aralık değer açılımında $D_f \subset \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ 'den φ fonksiyonu: $II^n \rightarrow II$ elde edilir.

$$\forall X \in II^n, X \in D_f \Rightarrow f^u(x) = \{f(x) \mid x \in X \subseteq \varphi(X)\}$$

Yukarıdaki formüle aralık değer aritmetiğinin esas teoremi adı verilir.

f gerçel bir fonksiyon olsun. $f : D_f \subset \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ ve t , f tarafından tanımlanan sembolik bir ifade olmak üzere $(x_1, x_2, \dots, x_n) \mapsto t(x_1, x_2, \dots, x_n)$ elde edilir.

$1 \leq i \leq n$ olmak üzere, her bir x_i , t 'de sadece bir kez meydana gelir ise aşağıdaki ifade elde edilir.

$$\forall X \in I^n, (X \subseteq D_f \Rightarrow f^u(X) = f(X))$$

Bir diğer deyiş ile, verilen ifade de tüm değişkenler sadece bir kez yer alır ise, daha fazla tahmin etmeye gerek kalmaz.

4.6.5 Tercihlerin aralık değerleri

Alternatifler üzerinden tercihlerin tanımlanmasında, karar vericiden önem ve bağımlılık göstergelerini belirlemeleri istenmektedir. Burada, aralık değer aritmetiği tanımlamaları kullanılarak choquet integrali hesaplamalarına aralık değer bilgisinin nasıl entegre edileceği belirtilecektir.

$i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$ olmak üzere I_{ij} ve I_i aralık değer göstergeleri choquet integrali hesaplama formülünde aşağıdaki şekilde yer alır.

$$(C_{II}) \int_I f d\mu = \sum_{I_{ij} > 0} (f(i) \wedge f(j)) I_{ij} + \sum_{I_{ij} < 0} (f(i) \vee f(j)) |I_{ij}| + \sum_{i=1}^n f(i) (I_i - \frac{1}{2} \sum_{j \neq 1} |I_{ij}|)$$

Bağımlılık problem göz önüne bulundurularak aralık değer aritmetiği kullanıldığında gerçel fonksiyonlar meydana gelebilir. Bu gibi durumlarda yukarıdaki denklemden, farklı monotonluklarda her aralık değer değişkeni olan I_{ij} iki kez oluşur.

$$(C_{II}) \int_I f d\mu = \sum_{i=1}^n f(i) I_i + \sum_{I_{ij} > 0} ((f(i) \wedge f(j))) - \frac{1}{2} (f(i) + f(j)) I_{ij} + \sum_{I_{ij} < 0} ((f(i) \vee f(j)) - \frac{1}{2} (f(i) + f(j))) |I_{ij}|$$

Daha sonra ise, iki alternatif, bunlara karşılık gelen aralık değerli choquet integralindeki aralık değerler ile aşağıdaki formülasyon ile karşılaştırılır.

$$(C_{II}) \int_I f d\mu \geq (C_{II}) \int_I g d\mu \Leftrightarrow \underline{(C_{II}) \int_I f d\mu} \geq \overline{(C_{II}) \int_I g d\mu}$$

4.7 Genelleştirilmiş Choquet Bulanık İntegrali

S üzerinde g 'nin bulanık bir ölçü olduğu kabul edilirse; choquet integralinin

$g_i = g(\{s_i\})$, $0 \leq f(s_{(1)}) \leq f(s_{(2)}) \leq \dots \leq f(s_{(n)}) \leq 1$ ve $f(s_{(0)}) = 0$ olmak üzere $f(s_{(i)})$, g_i ve λ 'nın monoton olarak artan bir fonksiyonu olduğu görülür. Aşağıdaki önermeler ile standart choquet integrali genelleştirilir (Keller ve diğerleri, 2002).

4.7.1 Önerme 1

$\bar{f} \in \bar{F}(S)$ ve $\bar{g} \in \bar{M}(S)$ olmak üzere, aralık sayılı bulanık ölçü $\bar{g}$ 'ye karşılık gelen $\bar{f}$ choquet integrali aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$(C) \int \bar{f} d\bar{g} = [(C) \int f^- dg^-, (C) \int f^+ dg^+] \quad (4.1)$$

4.7.2 Önerme 2

$\tilde{f} \in \tilde{F}(S)$ ve $\tilde{g} \in \tilde{M}(S)$ olduğunda aşağıdaki eşitlikten söz etmek mümkündür.

$$\left((C) \int \tilde{f} d\tilde{g} \right)_{\alpha} = \left[(C) \int f^-_{\alpha} dg^-_{\alpha}, (C) \int f^+_{\alpha} dg^+_{\alpha} \right] \quad (4.2)$$

4.7.3 Önerme 3

$0 \leq \alpha_1 \leq \alpha_2 \leq \dots \leq \alpha_n \leq 1$ sağlandığında aşağıdaki ifade elde edilir.

$$\left((C) \int \tilde{f} d\tilde{g} \right)_{\alpha_1} \supset \left((C) \int \tilde{f} d\tilde{g} \right)_{\alpha_2} \supset \dots \supset \left((C) \int \tilde{f} d\tilde{g} \right)_{\alpha_n} \quad (4.3)$$

4.7.4 Önerme 4

Önerme 4.2 ve Önerme 4.3'ten aşağıdaki eşitliğe ulaşılır.

$$(C) \int \tilde{f} d\tilde{g} = \|\alpha \in [0,1]\left[(C) \int f^-_{\alpha} dg^-_{\alpha}, (C) \int f^+_{\alpha} dg^+_{\alpha} \right] \quad (4.4)$$

4.8 Genelleştirilmiş Choquet Bulanık İntegrali Algoritması

Bu model sekiz ana adımda belirlenmiştir. J , ana ölçüt ve m , ana ölçüte bağlı alt ölçüt sayısı olmak üzere n_j , toplam ölçüt sayısını belirtmektedir (Tsai ve Lu, 2006).

4.8.1 Adım 1

Belirlenen i ölçütü, karar vericilerin sözel tercihlerinden elde edilen önemlilik derecesi, gerçekleşen performans ve beklenen performans tolerans aralığı araştırılır ve sonuçlar çizelgeye işlenir.

4.8.2 Adım 2

$t = 1, 2, 3, \dots, k$, $i = 1, 2, 3, \dots, n_j$, $j = 1, 2, 3, \dots, m$ ve k karar verici sayısı olmak üzere, t karar verici ve i ölçütü ile $\tilde{A}_i^t$ bulanık sayısı önemlilik derecesini, $\tilde{p}_i^t$ bulanık sayısı gerçekleşen performansı ve $\tilde{e}_i^t$ bulanık sayısı beklenen performansın tolerans aralığına karşılık gelecek şekilde parametreler oluşturulur.

4.8.3 Adım 3

Aşağıdaki denklem (4.5) kullanılarak $\tilde{A}_i^t$, $\tilde{p}_i^t$ ve $\tilde{e}_i^t$ 'nin ortalamaları alınır ve sırasıyla $\tilde{A}_i$, $\tilde{p}_i$ ve $\tilde{e}_i$ değerleri bulunur.

$$\tilde{A}_i = \frac{\sum_{t=1}^k \tilde{A}_i^t}{k} = \left(\frac{\sum_{t=1}^k a_{i1}^t}{k}, \frac{\sum_{t=1}^k a_{i2}^t}{k}, \frac{\sum_{t=1}^k a_{i3}^t}{k}, \frac{\sum_{t=1}^k a_{i4}^t}{k} \right) \quad (4.5)$$

4.8.4 Adım 4

$\tilde{f}_i \in \tilde{F}(S)$ ifadesi bulanık değerli bir fonksiyon olmak üzere her bir ölçütün performans üzerindeki etkisi aşağıdaki denklem (4.6) ile normalleştirilir.

$$\tilde{f}_i = \|\alpha \in [0,1]\} \tilde{f}_i^\alpha = \|\alpha \in [0,1]\} [f_{i,\alpha}^-, f_{i,\alpha}^+] \quad (4.6)$$

4.8.5 Adım 5

Tüm bulanık değerli $\tilde{f}$ fonksiyonlarının kümesi $\tilde{F}(S)$ olur ve tüm $\alpha \in [0,1]$ için $\tilde{p}_i$ ve $\tilde{e}_i$ 'nin α seviye kesimleri $\tilde{p}_i^\alpha$ ve $\tilde{e}_i^\alpha$ olmak üzere aşağıdaki denklem (4.7) elde edilir.

$$\tilde{f}_i^\alpha = [f_{i,\alpha}^-, f_{i,\alpha}^+] = \frac{\tilde{p}_i^\alpha - \tilde{e}_i^\alpha + [1,1]}{2} \quad (4.7)$$

4.8.6 Adım 6

j alt ölçütleri dikkate alınarak performans aşağıdaki denklem (4.8) kullanılarak elde edilir. g

$$(C) \int \tilde{f} d\tilde{g} = \|\alpha \in [0,1]\| (C) \int f_{\alpha}^{-} dg_{\alpha}^{-} , (C) \int f_{\alpha}^{+} dg_{\alpha}^{+}] \quad (4.8)$$

4.8.7 Adım 7

Tüm alt ölçütlerden elde edilen performans, genelleştirilmiş choquet integralinin iki aşamalı hiyerarşik süreci uygulanarak bulanık bir $\tilde{Y}$ sayısına indirgenir.

4.8.8 Adım 8

$\mu_{\tilde{Y}}^{(x)}$ değeri $\tilde{Y}$ 'nin üyeliği Kabul edilecek olunursa, $F(\tilde{A}) = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4}$ denklemi kullanılarak $\tilde{Y}$ bulanık sayısı y kesin değerine durulaştırılır ve alternatiflerin toplam performansı karşılaştırılır.

4.9 İki Toplamlı Choquet İntegrali Toplanma Operatörü

İkinci dereceden ve koordinasyonu sağlayan bağımlılıklar ile ilgili tatmin olma dereceleri açısından bir toplama operatörü olan choquet integrali, bir ölçütün göreceli önemini ve diğer ölçütler ile olan ilişkilerini modeller (Grabisch ve Labreuche , 2004).

Bu kısımda 2 toplamlı ölçü choquet bulanık integrali incelenecektir. Basitleştirilmiş olan bu modeled birbirini etkileyen ölçütler ele alınacaktır.

$\sum_{i=1}^n v_i = 1$ ve v_i , her bir ölçütün diğerlerine nazaran göreceli önemini gösteren Shapley indisi olmak üzere $\left(v_i - \frac{1}{2} \sum_{i \neq j} |I_{ij}|\right) \geq 0$ eşitsizliğini sağlayan aşağıdaki denklem, 2 toplamlı choquet integrali olarak ifade edilir.

$$T_{CI}(P_1, P_2, \dots, P_n) = \sum_{i=1}^n P_i v_i - \frac{1}{2} \sum_{i > j} I_{ij} |P_i - P_j|$$

Yukarıdaki denklemde $[-1, 1]$ aralık değerlerde bulunan (i, j) ölçüt çiftleri arasındaki etkileşim I_{ij} ile gösterilir. “1” değeri iki ölçüt arasındaki tamamlayıcılığı, “-1” değeri tamamen ilgisizliği be “0” değeri de ölçütlerin bağımsız olduğunu işaret etmektedir.

Bu konudaki genel yaklaşım, belli simpleks bölgelerde choquet integralinin doğrusal olarak ifade edilebilmesi temeline dayanmaktadır. Ölçütler arasındaki ortak ilişkilere dayana ve değiştirilmiş doğrusal bir parçadan oluşan 2 toplamlı choquet integrali, her bir simpleksin (H_{σ_k}) klasik ağırlıklı ortası şeklinde ifade edilir.

$$H_{\sigma_k} = \left\{ P \in [0, 1] \mid 0 \leq P_{\sigma_{(1)}}^k \leq P_{\sigma_{(2)}}^k \leq \dots \leq P_{\sigma_{(n)}}^k \leq 1 \right\}$$

Ağırlıklı toplam Shapley ve bağımlılık indisleri ile aşağıdaki denklemler yardımı ile ifade edilebilir.

$$\Delta \mu_{(i)}^k = v_{(i)} + \frac{1}{2} \sum_{j>i} I_{(i)(j)} - \frac{1}{2} \sum_{j>i} I_{(j)(i)}$$

$$k : \sum_{i=1}^n \Delta \mu_{(i)}^k = 1$$

Parantez içindeki indisler sıralamayı gösterir. $c_{(i)}$ ölçütünün göreceli önemi $v_{(i)}$ ile ; $c_{(i)}$ ve $c_{(j)}$ ölçütleri arasındaki ilişki $I_{(i)(j)}$ ile ifade edilmektedir.

Buradan, H_{σ_k} 'nın her bir P^k performans vektörü için choquet integralinin doğrusal ifadesi aşağıdaki denklemden elde edilir.

$$T_{CI}(P^k) = \sum_{i=1}^n \Delta \mu_{(i)}^k \cdot P_{(i)}^k$$

5. VAKA ANALİZİ

Bu bölümde depo yeri seçimi probleminin choquet integrali ile çözülmesine ait endüstriyel bir vaka ele alınmıştır.

5.1 Problemin Tanımı

Türkiye’de faaliyet gösteren uluslararası bir firma, Türkiye’de çalıştığı üçüncü parti servis sağlayıcılarını konsolide edip, tek lokasyon ile ilerlemeyi amaçlıyor. Şirket prosedürleri ve rekabet koşulları nedeni ile firma ismini bu çalışmada ABC firması olarak belirteceğiz. Beş farklı ürün kategorisi ile gıda alanında faaliyet gösteren ABC firmasının Türkiye’de iki farklı üretim tesisi bulunmakta. Bu tesislerde üretilen ürünleri farklı üçüncü parti servis sağlayıcıları ile tüm Türkiye’ye ulaştırmakta ve ihracat yaptığı ürünleri ise yine mevcut servis sağlayıcıları kullanarak yükletmektedir. Ayrıca farklı ülkelerden gelen ürünlerin ithalat işlemleri ve dağıtımı içinde mevcut servis sağlayıcı firmalar ile çalışılmaktadır.

Bunların dışında katma değer yaratan faaliyetlerini de yine üçüncü parti servis sağlayıcılarına yaptırmakta ve ürünlerin yüklemelerini bu firmalar aracılığı ile yapmaktadır. Yarı mamullerin kendi fabrikalarında hazırlanıp, servis sağlayıcılara ulaştırılması ve yeniden paketleme işlemi yapılarak ürüne dönüştürülmesi işlemleri için servis sağlayıcılara ayrıca bir ödeme yapılmaktadır.

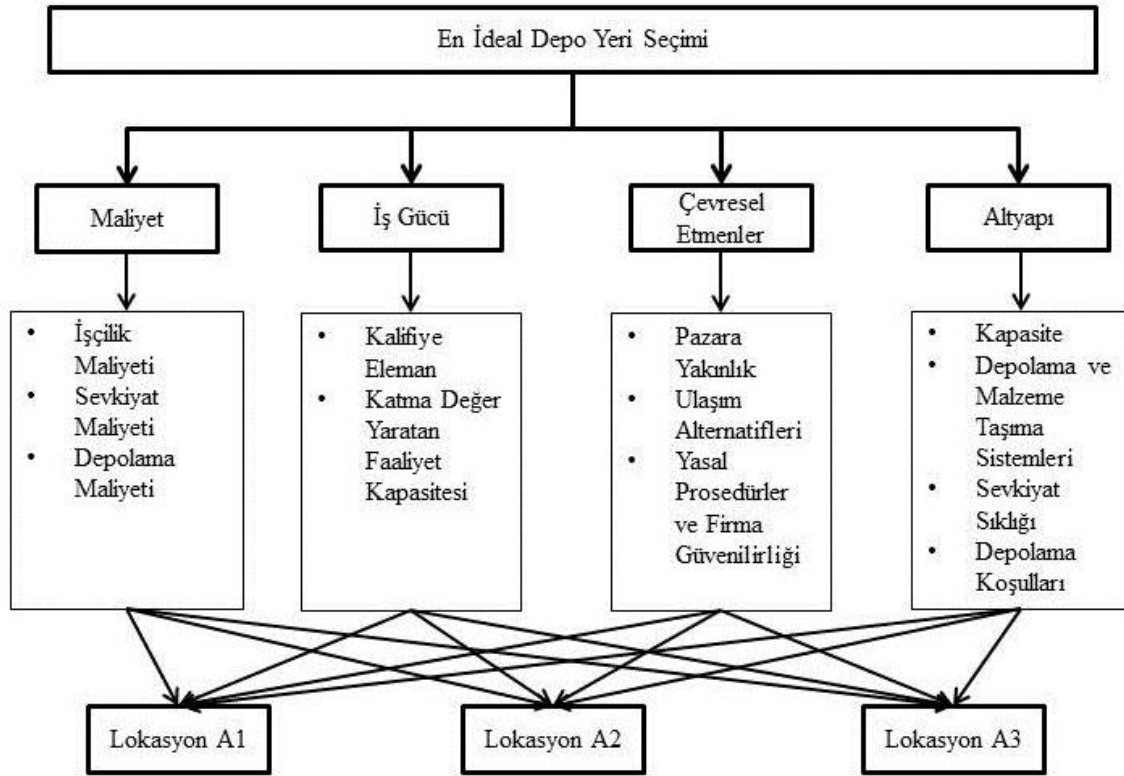
Sezonsal artış ve azalışların olduğu ürün gruplarına hizmet veren bir firma olduğu için, esnek kapasiteye ihtiyaç duymakta ve rekabetin yoğun bir şekilde gerçekleştiği bir alanda faaliyet verdiği içinde lojistik aktivitelerde hızlı cevap vermek zorundadır.

Mevcut yapıda üç farklı servis sağlayıcı ile çalışan firma, bu sayıyı bire indirip, mevcut iş ortaklarından biri ile çalışmaya devam etmek istemektedir. Servis sağlayıcılarına bu konuda bilgi veren firma, aldığı bilgilere göre karar verme aşamasındadır. Bu çalışmada choquet integralini kullanarak seçim kriterlerine göre en uygun alternatifi bulması konusunda ABC firmasına yardımcı olunacaktır.

5.2 Seçim Kriterleri

Firma ile yapılan görüşmelerde seçim kriterleri olarak Çizelge 5.1’de belirtilen kriterlere ulaşılmıştır.

Çizelge 5.1 : Depo yeri seçim kriterleri.



5.2.1 Maliyet

Seçilecek olan servis sağlayıcının sunduğu fiyatlar firma için önemli olan konulardan birisi. Yapılacak iş için alınacak olan ücret, her firma için farklılık göstermekte. Yapılacak olan işin niteliine uygun olarak da firmanın servis sağlayıcılara ödeyeceği ücretler düşünüldüğünde üç alt kriter ortaya çıkıyor. Bunlar; İşçilik, sevkiyat ve depolama maliyetleri.

5.2.1.1 İşçilik maliyeti

İşçilik maliyeti servis sağlayıcıların yapılacak iş için kendi çalışanlarına ödediği ücrettir. İnsanların yaşam standartlarına ve bulunduğu çevre koşullarına göre belirlenen ücretler, hizmet verilen firmalara fiyat bilgisi verilirken kullanılan parametrelerdir. Her servis sağlayıcının sahip olduğu personel sayısı ve yönetim

anlayışı farklılıklar içermektedir. Ayrıca firmalar arası ücret politikalarının farklılığıda işçilik maliyetini bir kriter olarak karşımıza çıkarmaktadır.

5.2.1.2 Sevkiyat maliyeti

Sevkiyat maliyeti firmanın bulunduğu lokasyon ve kendi filo ağı olup olmaması ile doğrudan ilişkilidir. ABC firmasının sevkiyat kısmının tamamını servis sağlayıcıdan yapmak istemesi bu kriteri önemli bir maliyet kalemi haline getirir. Özellikle firmaya yakınlık ve müşteriye yakınlık konusunda sevkiyat maliyetini minimize edecek şekilde bir çalışma yapılmalıdır. Bunun yanı sıra gıda ürünü üretmesi nedeni ile bazı ürün gruplarında soğuk zincir talebi bulunan firmamızın sevkiyat maliyetleri, özel iklimlendirilmiş araçların maliyeti nedeni ile de artmaktadır. Yapılacak olan anlaşmada firmanın hem soğuk zincir hem de geleneksel sevkiyat kanalları için vereceği fiyatlar analiz edilmelidir.

5.2.1.3 Depolama maliyeti

Depolama maliyeti ise bir ürünün belirlenen birim miktarının günlük depolama, mal kabulü ve mal sevki için verilen birim maliyetleri içermektedir. Firmanın göndereceği her birim için (bu çalışmada birim olarak palet kullanılmaktadır) servis sağlayıcılara ödenecek miktar nedeni ile birim fiyatlar arasındaki küçük farklılıklar bile yüksek tonajlı ürün gruplarına sahip firma için ciddi maliyet çıkarmaktadır. Bu yüzden servis sağlayıcıların firmaya yansıtacağı mal Kabul, mal sevk ve depolama maliyetleri için belirlenen fiyatların titizlikle incelenmesi ve gönderilen ve sevk edilen ürün tonajı ve birim zamanda depolanan ürün miktarı hesaplanarak firmanın karşılaşacağı toplam maliyet dikkate alınmalıdır.

Bu problemde firmaların yatırım maliyeti bir alt kriter olarak dikkate alınmamıştır. Bunun nedeni servis sağlayıcıların kendi yatırım maliyetlerini firmalara yansıtmamaları ve birden fazla firma ile çalıştıkları için firmalara yansıyan maliyetin sadece yukarıda belirtilen üç kalemi içermesidir. ABC firması çalışmak istediği üç firmadan aldığı tekliflerde alacağı hizmet için ödeyeceği maliyete baktığında yatırım maliyeti hesaba katılmadığı için kriter tablosuna eklenmesine gerek duyulmamıştır.

5.2.2 İş gücü

Seçilecek olan servis sağlayıcının fiyat avantajının yanı sıra sunacağı hizmeti kalitesi de ABC firması için önemli bir unsur. Sadece maliyete göre karar verildiğinde alacağı hizmetin kalitesinin düşük olması durumunda müşteri memnuniyetini sağlayamama ve buna bağlı satış kaybı yaşama riskleri bulunmakta. Bu yüzden servis sağlayıcıların sunacağı iş gücü potansiyelinde iki alt kritere de dikkat edilmeli. Bunlar; kalifiye eleman olanağı ve katma değer yaratan faaliyet yapma kapasitesi.

5.2.2.1 Kalifiye eleman

Lojistik ve depo yönetiminde en önemli unsurlardan biri, operasyonu yapacak olan elemanların mesleki yeterliliklerinin uygun olması ve yapılacak işin ürünlere zarar vermeden istenilen niteliklerde yapılmasıdır. Bu yüzden servis sağlayıcıların sunacağı hizmeti yaptıracığı elemanlara ulaşımının kolay ve ve mesleki yeterliliklerinin tam olması önemlidir. Servis sağlayıcıların sahip olduğu ekibin ve olası kapasite artışlarında ihtiyaç duyacağı eleman ihtiyacının karşılanıp, karşılanamayacağı dikkatle incelenmelidir.

5.2.2.2 Katma değer yaratan faaliyet kapasitesi

ABC firması bazı katma değer katan faaliyetlerini servis sağlayıcılarda yaptırdığı için servis sağlayıcıların katma değer yaratan faaliyet sunabileceği alan belirleme ve bu faaliyeti yapabilecek teknik ekipman bulundurma zorunluluğu var. ABC firması çalışmak istediği servis sağlayıcının firmaya özel bu faaliyetleri yapabilecek alanı temin etme konusunda servis sağlayıcılardan özellikle teyit istemekte ve ayrılabilir alanın ihtiyaçlarına uygun olup olmadığını kontrol etmek istemektedir. Bu nedenle hem eleman açısından, hem de katma değer yaratacak olan işlemleri yapabilme olasılığı bakımından bütün servis sağlayıcıları incelemek zorundadır.

5.2.3 Çevresel etmenler

Servis sağlayıcının sunacağı hizmetlerin yanı sıra servis sağlayıcınon bulunduğu alan ve alana ait çevresel özelliklerde seçim kriterlerinden biridir. Operasyon dışında dış çevre ile de iletişimin önemli olmasından dolayı pazara yakınlık, ulaşım alternatifleri ve yasal prosedürler ve firma güvenilirliği olmak üzere üç alt kriter belirlenmiştir.

5.2.3.1 Pazara yakınlık

Lojistiğin en önemli unsurlarından biri sevkiyat hızı ve müşteri taleplerine hızlı bir şekilde cevap verme olduğu için seçilecek olan servis sağlayıcının hem müşterilere hem de firmaya ve firmanın tedarikçilerine yakın olması istenmektedir. Bu hem sevkiyat maliyeti tarafına etki ederken, hem de müşteri memnuniyetini artırıcı bir unsurdur. Pazara yakın bulunan firmaların isteklere cevap verme hızı daha iyi olduğundan seçilecek olan servis sağlayıcının lokasyonu da seçim kriterlerinden biridir.

5.2.3.2 Ulaşım alternatifleri

Günümüzde çoklu taşıma ve müşteri isteğine göre sevkiyat alternatifleri önem kazanmakta ve sevk edilecek yerin özelliklerine göre çoğu durumda kombine taşımacılık yapılabilmektedir. Ayrıca maliyet azaltmak için deniz yolu veya demir yolu gibi daha ucuz taşıma yolları tercih edilebileceği gibi acil durumlarda hızlı cevap verebilmek için karayolu ve havayolu gibi daha hızlı ama daha maliyetli taşıma alternatifleri de zaman zaman tercih edilmektedir. Bu yüzden servis sağlayıcının taşıma yollarına yakınlığı ve bu hizmetleri verebilme hızı da seçim parametrelerimizden biridir. Özellikle rekabetin yoğun olduğu ve talebin sürekli değiştiği bir alanda faaliyet gösteren ABC firmasının bütün taşıma alternatiflerini mevcut süreçlerinde kullandığı ve seçeceği servis sağlayıcının da bu taşıma alternatiflerinden yararlanabileceği şekilde hizmet verebilmesini istediği ortaya çıkmıştır.

5.2.3.3 Yasal prosedürler ve firma güvenilirliği

Servis sağlayıcıların bulunduğu alandaki yasal prosedürler firmanın seçim yapması için olumlu yönde katkı sağlayabilir. Teşvik durumları, bölgeye özel kalkındırma yönetmelikleri ve devlet destekli uyulamalar, vergi indirimleri gibi alanlarda bulunan servis sağlayıcının sunacağı ekstra olumlu katkılar ilgili servis sağlayıcının seçilmesi için olumlu katkılar yapabilir. Ayrıca ABC firması firmanın sözleşme şartlarını yerine getirme, yasal prosedürler ile firmanın sözleşmeye uyma zorunlulukları ve servis sağlayıcıların yapılacak olan iş karşısında güvenilir olup, olmayacağı gibi konulardan da emin olmak istemektedir. Servis sağlayıcının güvenilirliği, işi sahiplenmesi ve ABC firmasının bilgilerini rakiplerine ulaştırmaması gibi konularda

önemlidir. Özellikle iş ortaklığı nedeni ile ABC firması kendi bilgilerini seçeceği servis sağlayıcı ile paylaşacağı için mesleki sırlar konusunda oldukça hassastır. Bu yüzden çalışacağı firma ile gizlilik ve sözleşme maddelerinin bağlayıcılığı konusunda güvenilir bir anlaşma yapmak istemektedir.

5.2.4 Altyapı

Servis sağlayıcıdan beklenen bir diğer hizmet ise firmanın teknik gereksinimlerini karşılayacak yapıya sahip olmasıdır. Her servis sağlayıcı yapı itibarı ile belirli kıstaslara sahip olmalı ve gerektiği durumda gerekli artışları yapacak kadar genişleme imkanı bulunmalıdır. Bu yüzden alt kriterler olara depo kapasitesi, depolama ve malzeme taşıma sistemleri, sevkiyat sıklığı ve depolama koşulları alt kriterleri seçim için göz önünde bulundurulacaktır.

5.2.4.1 Depo kapasitesi

Her servis sağlayıcı ABC firmasının ihtiyacı olan kapasiteyi sağlamalıdır. Hem depolama alanında hem mal kabul ve mal sevk alanında yeterli kapasiteye ve günlük operasyonu etkilemeyecek alana sahip olmalıdır. ABC firmasının dönemsel tonaj artış ve azalışlarına yeterli esneklikte cevap verebilecek kadar kapasite olması gerekmektedir. Bu yüzden ABC firması seçeceği servis sağlayıcının maksimum kapasite kullanımı ve bu kapasitenin ABC firmasına ayrılabilir alan miktarını göz önünde bulundurmalıdır.

5.2.4.2 Depolama ve malzeme taşıma sistemleri

Depo içi ve dışı aktiviteler için servis sağlayıcıların kullanacağı depolama ve malzeme taşıma sistemleri ABC firmasının ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde olmalıdır. Depolama sisteminde ürünlerin mevcut yapılarını bozmayacak ve sipariş toplama sürecini etkilemeyecek şekilde depolama yapılmalı ve sistemsal olarak istenen verileri anlık ve güncel olarak görebilecek arayüzler oluşturulmalıdır. Gıda firması olması nedeni ile raf ömrü kıstası bulunan ABC firması özellikle servis sağlayıcısında ilk raf ömrü dolan ilk çıkar prensibine göre hareket edecek bir sipariş toplama sistemi istemekte ve depolanacak alanların gıda güvenliği ve hijyeni konularında sıkıntı yaratmayacak alanlar olmasını istemektedir. Ayrıca kullanılacak olan malzeme taşıma araç ve gereçlerinin hem ürünlerin anlık hareketlerini gösterebilecek düzeyde olmasını hem de gıda ve ürün kalitesine etki etmeyecek

yapıda ve hijyende olmasını istemektedir. Bu yüzden başka ürün gruplarına ve gıda sağlığı için riskli olan ürün gruplarında kullanılan aynı ekipmanların kendi ürünlerinde kullanılmasını istememektedir. Her servis sağlayıcıdan sadece gıda ürünleri için kullanılacak olan ekipmanlar istenmektedir.

5.2.4.3 Sevkiyat sıklığı

Birim zamanda yapılan sevkiyat miktarının ABC firmasının günlük aktivitesini karşılama oranı ABC firması için önemli kriterlerden biridir. Özellikle sezonsal ürün gruplarına da sahip olan ABC firmasının belirli dönemlerde ciddi anlamda artış gösteren sevkiyat miktarını karşılayacak altyapı hizmetini bütün servis sağlayıcıların karşılayabiliyor olması gerekmektedir. Belirli dönemlerde oluşacak olan artışı karşılayacak şekilde servis sağlayıcının esneme ve kapasite arttırma olasılığı ABC firmasının seçici kriterlerinden biridir. Özellikle kısa zamanda yüksek miktarda sevkiyat yapma zorunluluğu bulunan ABC firması, kısa süreli ama yoğun olan bu dönemde servis sağlayıcıların kapasite kısıtlarından kaynaklı herhangi bir sorun yaşamak istememektedir.

5.2.4.4 Depolama koşulları

Gıda kısmında faaliyet gösterdiği için ürünlerinin belirli koşullarda depolanmasını isteyen ABC firması, bazı ürün grupları için iklimlendirilmiş depo alanları istemekte ve ürünlerin soğuk zincirlerinin korunmasını amaçlamaktadır. Bu yüzden seçilecek olan servis sağlayıcının ABC firması için iklimlendirilmiş bir alan belirleme ve ABC firmasının ürünlerini bu alanda depolama zorunluluğu mevcuttur. Belirlenecek olan alan sezonsal etkilere cevap verebilecek nitelikte olmalı ve özellikle tonajın arttığı dönemlerde firmanın ürünlerini alabilecek kapasiteye sahip olmalıdır. Eğer kapasite nedeni ile ürünlerin iklimlendirilmiş alan dışında bekleme riski olacak ise ürünlerin zarar görme riski oluşur.

5.3 Alternatifler

ABC firmasının depo yeri seçimi için kullanabileceği üç alternatif firma mevcut. Şirket prosedürleri gereği bu firmaların isimlerini kullanamıyoruz. Bu yüzden bu üç servis sağlayıcı için A1, A2 ve A3 isimlerini kullanacağız. Üç firmada ABC

firmasının ihtiyaç duyduğu hizmetlerin tamamını sağlayabilecek ve altyapı oluşturma konusunda gerekli bilgileri ABC firması ile paylaşmaktadır.

A1 firması uluslararası alanda faaliyet gösteren ve lojistik konusunda uzmanlaşmış bir firmadır. Sunduğu çeşitli lojistik çözümler ile birçok alanda faaliyet gösteren ve aktivitelerine Türkiye'nin çeşitli alanlarında devam eden bir firmadır. İş alanı olarak Dünya'nın birçok yerinde faaliyet gösteren ve hedef müşteri portföyünü büyüyen pazara göre sürekli arttırmaya çalışan deneyimi bir firmadır. Ayrıca ABC firması ile birçok konuda fiilen çalışmakta ve hizmet vermektedir.

A2 firması Türkiye'de ve birkaç Avrupa ülkesinde faaliyet gösteren bir lojistik firmasıdır. Türkiye'nin çeşitli alanlarında müşterileri için lojistik altyapılar hazırlamakta ve müşteri isteklerine göre hizmet vermektedir. Sektörde büyümeyi amaçlayan ve yerli sermaye ile hizmet vermeye çalışan bir anlayışa sahip. ABC firmasına ait bazı ürün gruplarının hizmetini vermekte ve ABC firması ile bir süredir beraber çalışmaktadır.

A3 firması ise sadece Türkiye'de faaliyet gösteren ve genelde organize sanayi bölgeleri civarında faaliyet gösteren bir firmadır. Yurtdışı faaliyetlerini Türkiye üzerinden yönetir. ABC firması ile ürün gruplarını bir tanesi için çalışmakta ve bir süredir firma isteklerine göre hizmet vermektedir.

ABC firması üç firma ile de iş ortaklığına devam etmektedir. Üç servis sağlayıcıdan aldığı hizmeti tek bir servis sağlayıcıda toplayıp, hem maliyet açısından kazanç sağlamayı, hem de kompleks yapıda yürütülen işi daha basit hale getirip, müşteri memnuniyetini arttırmayı amaçlamaktadır.

5.4 Uygulama

Problemin çözümü için kullanılacak olan parametreler, Delgado ve diğerleri (1998)'nin yaptığı çalışmadan alınan yamuk bulanık sayılar ölçütlerine göre yapılacaktır. Kullanılacak olan değerler Çizelge 5.2'de belirtilmiştir. Tabloda karar vericilerden gelecek olan sözel cevaplara karşılık olarak gelecek olan yamuk bulanık sayılar bulunmakta ve karar parametrelerini sayısal olarak analiz etmek için bu değerler kullanılmaktadır.

Çizelge 5.2 : Yamuk bulanık sayılar ve sözel önem dereceleri arasındaki ilişki.

Düşük/Yüksek Seviyeler		Önem Dereceleri		Yamuk Bulanık Sayılar
Kısaltma	Sözel İfadeler	Kısaltma	Sözel İfadeler	
FD	Fazla Düşük	FÖZ	Fazla Önemsiz	(0, 0, 0, 0)
ÇD	Çok Düşük	ÇÖZ	Çok Önemsiz	(0, 0.01, 0.02, 0.07)
D	Düşük	ÖZ	Önemsiz	(0.04, 0.1, 0.18, 0.23)
AD	Az Düşük	AÖZ	Az Önemsiz	(0.17, 0.22, 0.36, 0.42)
O	Orta	O	Orta	(0.32, 0.41, 0.58, 0.65)
AY	Az Yüksek	AÖL	Az Önemli	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)
Y	Yüksek	ÖL	Önemli	(0.72, 0.78, 0.92, 0.97)
ÇY	Çok Yüksek	ÇÖL	Çok Önemli	(0.93, 0.98, 0.98, 1)
FY	Fazla Yüksek	FÖL	Fazla Önemli	(1, 1, 1, 1)

Kullanılacak kriterlerin kısaltma bilgileri Çizelge 5.3’de belirtilmiştir. Sayısal analizler ve değerlendirmeler yapılırken Çizelge 5.3’de bulunan kriterlere karşılık gelen gösterimler kullanılacaktır.

Çizelge 5.3 : Depo yeri seçimi servis sağlayısı değerlendirme ölçütleri.

Değerlendirme Ölçütü	Ölçüt Parametresi
Maliyet	T_1
İşçilik Maliyeti	S_{11}
Sevkiyat Maliyeti	S_{12}
Depolama Maliyeti	S_{13}
İş Gücü	T_2
Kalifiye Eleman	S_{21}
Katma Değer Yaratın Faaliyet Kapasitesi	S_{22}
Çevresel Etmenler	T_3
Pazara Yakınlık	S_{31}
Ulaşım Alternatifleri	S_{32}
Yasal Prosedürler ve Firma Güvenilirliği	S_{33}
Altyapı	T_4
Kapasite	S_{41}
Depolama ve Malzeme Taşıma Sistemleri	S_{42}
Sevkiyat Sıklığı	S_{43}
Depolama Koşulları	S_{44}

Çizelge 5.4 : Tek karar verici üzerinden sözel ifadeler.

Kriterler	Kriterin Bireysel Önemliliği	Beklenen Performansın Tolerans Aralığı	3. Parti Servis Sağlayıcı Performansı		
			A1	A2	A3
T_1	FÖL				
s_{11}	ÖL	[ÖL , FÖL]	ÇY	Y	AY
s_{12}	ÇÖL	[ÖL , ÇÖL]	FY	AY	Y
s_{13}	ÇÖL	[ÇÖL , FÖL]	FY	Y	AY
T_2	AÖL				
s_{21}	AÖL	[AÖZ , ÖL]	D	O	D
s_{22}	ÖL	[O , AÖL]	Y	ÇY	AY
T_3	AÖL				
s_{31}	AÖL	[O , ÇÖL]	D	D	AY
s_{32}	ÖL	[AÖZ , AÖL]	AD	D	ÇY
s_{33}	O	[O , ÖL]	AY	O	Y
T_4	ÇÖL				
s_{41}	ÖL	[ÖZ , O]	O	O	O
s_{42}	AÖL	[AÖL , ÇÖL]	AY	AY	AD
s_{43}	AÖL	[O , ÖL]	Y	AD	D
s_{44}	O	[AÖZ , AÖL]	Y	O	AD

ABC firmasının lojistik, satınalma ve planlama departmanları ile yapılan toplantı sonucunda kriterlerin ağırlıkları ile ilgili sözel değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda her bir kriterin önem derecesi belirlendi ve belirlenen önem derecelerinin tolerans aralığının ne olacağı kararlaştırıldı. Ayrıca her üç alternatif firmanın kriterler karşısında performanslarının ne düzeyde olduğu belirlendi. Choquet integralinin ilk çözüm adımı olan bu kısımda, beklenen servis sağlayıcı performansı, önemlilik dereceleri ve servis sağlayıcıların gerçekleşen performansları tek karar verici örneği ele alınarak sözel ifadeler ile Çizelge 5.4 hazırlanarak belirtilmiştir.

Çizelge 5.5 : Beklenen performans, önemlilik dereceleri ve servis sağlayıcıların performansı.

Kriterler	Kriterin Bireysel Önemliliği	Beklenen Performansın Tolerans Aralığı	3. Parti Servis Sağlayıcı Performansı		
			A1	A2	A3
T_1	(1, 1, 1, 1)				
s_{11}	(0.72, 0.78, 0.92, 0.97)	(0.72, 0.78, 1, 1)	(0.93, 0.98, 0.98, 1)	(0.72, 0.78, 0.92, 0.97)	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)
s_{12}	(0.93, 0.98, 0.98, 1)	(0.72, 0.78, 0.98, 1)	(1, 1, 1, 1)	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)	(0.72, 0.78, 0.92, 0.97)
s_{13}	(0.93, 0.98, 0.98, 1)	(0.93, 0.98, 1, 1)	(1, 1, 1, 1)	(0.72, 0.78, 0.92, 0.97)	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)
T_2	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)				
s_{21}	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)	(0.17, 0.22, 0.92, 0.97)	(0.04, 0.1, 0.18, 0.23)	(0.32, 0.41, 0.58, 0.65)	(0.04, 0.1, 0.18, 0.23)
s_{22}	(0.72, 0.78, 0.92, 0.97)	(0.32, 0.41, 0.8, 0.86)	(0.72, 0.78, 0.92, 0.97)	(0.93, 0.98, 0.98, 1)	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)
T_3	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)				
s_{31}	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)	(0.32, 0.41, 0.98, 1)	(0.04, 0.1, 0.18, 0.23)	(0.04, 0.1, 0.18, 0.23)	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)
s_{32}	(0.72, 0.78, 0.92, 0.97)	(0.17, 0.22, 0.8, 0.86)	(0.17, 0.22, 0.36, 0.42)	(0.04, 0.1, 0.18, 0.23)	(0.93, 0.98, 0.98, 1)
s_{33}	(0.32, 0.41, 0.58, 0.65)	(0.32, 0.41, 0.92, 0.97)	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)	(0.32, 0.41, 0.58, 0.65)	(0.72, 0.78, 0.92, 0.97)
T_4	(0.93, 0.98, 0.98, 1)				
s_{41}	(0.72, 0.78, 0.92, 0.97)	(0.04, 0.1, 0.58, 0.65)	(0.32, 0.41, 0.58, 0.65)	(0.32, 0.41, 0.58, 0.65)	(0.32, 0.41, 0.58, 0.65)
s_{42}	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)	(0.58, 0.63, 0.98, 1)	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)	(0.17, 0.22, 0.36, 0.42)
s_{43}	(0.58, 0.63, 0.8, 0.86)	(0.32, 0.41, 0.92, 0.97)	(0.72, 0.78, 0.92, 0.97)	(0.17, 0.22, 0.36, 0.42)	(0.04, 0.1, 0.18, 0.23)
s_{44}	(0.32, 0.41, 0.58, 0.65)	(0.17, 0.22, 0.8, 0.86)	(0.72, 0.78, 0.92, 0.97)	(0.32, 0.41, 0.58, 0.65)	(0.17, 0.22, 0.36, 0.42)

Sözel olarak ifade edilen önemlilik derecesi, servis sağlayıcı performansı ve beklenen performans aralığı yamuk bulanık sayılar kullanılarak Çizelge 5.5'deki tablo oluşturulmuştur. Tablonun oluşumu için Çizelge 5.2'deki değerler kullanılmıştır ve tolerans aralığı değerleri ise aralığın en alt ve en üst sınırları alınarak hesaplanmıştır. Örneğin s_{11} kriteri için [ÖL , FÖL] aralığı tolerans aralığı olarak belirlenmiştir. ÖL'ye karşılık gelen yamuk bulanık sayı (0.72 , 0.78 , 0.92 , 0.97) dir. Buna karşılık FÖL değeri ise (1 , 1 , 1 , 1) dir. Her iki tolerans aralığının en küçük iki ve en büyük iki değeri combine edilerek [ÖL , FÖL] tolerans aralığı (0.72 , 0.78 , 1 , 1) olarak hesaplanmıştır. t karar verici ve i ölçüt sayısı baz alınarak önemlilik derecesi $\tilde{A}_i^t = (a_{i_1}^t, a_{i_2}^t, a_{i_3}^t, a_{i_4}^t)$, servis sağlayıcı performansı $\tilde{p}_i^t = (p_{i_1}^t, p_{i_2}^t, p_{i_3}^t, p_{i_4}^t)$ ve servis sağlayıcı performans tolerans aralığı $\tilde{e}_i^t = (e_{i_1}^t, e_{i_2}^t, e_{i_3}^t, e_{i_4}^t)$ olarak parametrize edilmiştir.

Bundan sonraki adımda ise servis sağlayıcıların performansı Denklem 4.7 kullanılarak normalleştirilmiştir. Çizelge 5.6'da ve Çizelge 5.7'de normalleşen servis sağlayıcı performans değerleri verilmiştir. Farklı α seviyeleri için tüm ölçütler üzerinden tedarikçi performans değerlerinin ortalamaları Denklem 4.8 kullanılarak elde edilir. Kolaylık sağlaması için sadece $\alpha = 0$ ve $\alpha = 1$ değerleri için hesaplamalar yapılmıştır ve değerler Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7'de verilmiştir.

$\alpha = 0$ için kriterlerin bireysel önemlilik değerleri belirlenirken, her kriter için en düşük ve en yüksek yamuk bulanık sayı değerleri ele alınmıştır. s_{11} olarak referans gösterilen işçilik maliyeti kriteri için yamuk bulanık sayı değeri Çizelge 5.5'de gösterildiği gibi (0.72, 0.78, 0.92, 0.97) iken, bu rakamın normalleştirilmiş değeri [0.72 , 0.97] oluyor.

Servis sağlayıcıların performans değerleri hesaplanırken ise kullanılan formül, Denklem 4.8'de belirtilen formülasyondur. Örnek olarak s_{11} işçilik maliyeti için A1 servis sağlayıcısının performansı (0.93, 0.98, 0.98, 1) olarak belirlenmiş. Beklenen performans tolerans aralığına uygun olarak normalleştirmek için tolerans aralığı olan (0.72, 0.78, 1, 1) sayısı ile normalleştirilir. İlk olarak $\frac{(0.93-1)+1}{2} = 0.465$ değeri bulunur. Ardından $\frac{(1-0.72)+1}{2} = 0.640$ değeri bulunur ve A1 servis sağlayıcısının

s_{11} işçilik maliyeti için normalleştirilmiş performans değeri [0.465 , 0.640] olarak belirlenir. $\alpha = 0$ için değerlerin tamamı Çizelge 5.6’da belirtilmiştir.

$\alpha = 1$ için kriterlerin bireysel önemlilik değerleri belirlenirken, her kriter için en düşük ikinci ve en yüksek ikinci değerler alınmıştır. s_{11} olarak referans gösterilen işçilik maliyeti kriteri için yamuk bulanık sayı değeri Çizelge 5.5’de gösterildiği gibi (0.72, 0.78, 0.92, 0.97) iken, bu rakamın normalleştirilmiş değeri [0.78 , 0.92] oluyor.

Servis sağlayıcıların performans değerleri hesaplanırken ise kullanılan formül, Denklem 4.8’de belirtilen formülasyondur. Örnek olarak s_{11} işçilik maliyeti için A1 servis sağlayıcısının performansı (0.93, 0.98, 0.98, 1) olarak belirlenmiş. Beklenen performans tolerans aralığına uygun olarak normalleştirmek için tolerans aralığı olan (0.72, 0.78, 1, 1) sayısı ile normalleştirilir. İlk olarak $\frac{(0.98-1)+1}{2} = 0.49$ değeri bulunur. Ardından $\frac{(0.98-0.78)+1}{2} = 0.6$ değeri bulunur ve A1 servis sağlayıcısının s_{11} işçilik maliyeti için normalleştirilmiş performans değeri [0.49 , 0.6] olarak belirlenir. $\alpha = 1$ için değerlerin tamamı Çizelge 5.7’da belirtilmiştir.

Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7 değerlerini bulduktan sonra bulanık ölçüleri elde etmek için öncelikle $f_{i,0}^-$ değerleri sıralanır. Daha sonra bu değerlere karşılık gelen önem dereceleri sıralanır ve Denklem 5.1 kullanılarak bulanık ölçütler elde edilir.

$$g(S) = g(\cup_{i=1}^n A_i) = \begin{cases} \frac{1}{\lambda} \{ \prod_{i=1}^n [1 + \lambda g(A_i)] - 1 \}, & \text{eğer } \lambda \neq 0 \\ \sum_{i=1}^n g(A_i), & \text{eğer } \lambda = 0 \end{cases} \quad (5.1)$$

İş gücü kriterini ele alırsak $\alpha = 0$ için T_2 kriterine ait yapılan normalleştirme sonucunda beklenen servis sağlayıcı performans farkları $\bar{f}_1^0 = [0.035 , 0.53]$ ve $\bar{f}_2^0 = [0.43 , 0.825]$ olarak bulunmuştur. Bu değerlere karşılık gelen önem dereceleri ise sırası ile $\bar{g}_1^0 = [0.58 , 0.86]$ ve $\bar{g}_2^0 = [0.72 , 0.97]$ olarak belirlenmiştir. Ölçütlerin servis sağlayıcı performansını hesaplamak için öncelikle $f_{i,0}^-$ değerleri sıralanır. Sonuç olarak $f_{(1),0}^- = 0.035 < f_{(2),0}^- = 0.43$ sıralaması elde edilir. Sıralama sonucunda bu değerlere karşılık gelen önem dereceleri de $g_{(1),0}^- = 0.58$ ve $g_{(2),0}^- =$

0.72 olarak bulunur. Denklem 5.1 çözüldüğünde ise $\lambda = -0,7183907$ değerini alıyor. $\alpha = 0$ ve $\alpha = 1$ için bulunan λ değerleri Çizelge 5.8 ve 5.9'da belirtilmiştir. Bulanık ölçütleri bulmak için ise denklem 5.2 ve 5.3 kullanılmıştır.

$$g(A_{(n)}) = g(\{s_{(n)}\}) = g_n, \quad (5.2)$$

$$g(A_{(i)}) = g_i + g(A_{(i+1)}) + \lambda g_i g(A_{(i+1)}), \quad 1 \leq i \leq n \text{ için} \quad (5.3)$$

Örnek olarak birinci servis sağlayıcının maliyet kriterlerini ele alacak olursak; $g^-(A_{(3)}) = 0,93$ olur. $g^-(A_{(2)}) = g_2 + g(A_{(3)}) + \lambda g_2 g(A_{(3)}) = 0,93 + 0,93 + (-0,9986 * 0,93 * 0,93 = 0,996$ ve $g^-(A_{(1)}) = 1$ değerleri bulunur. $\alpha = 0$ ve $\alpha = 1$ için bulunan bulanık ölçüt değerleri Çizelge 5.10 ve Çizelge 5.11'de belirtilmiştir.

Servis sağlayıcıların ana kriter performanslarını bulmak için Denklem 4.1 kullanılır. Bu denkleme göre elde edilen bulanık ölçütlerden yararlanılır. A1 servis sağlayıcısının T_1 ana kriteri için performans değeri hesaplanırken aşağıdaki formül kullanılır.

$$p^-(T_1) = p^-(s_{11}) * g^-(A_{(1)}) + [(p^-(s_{12}) - p^-(s_{11})) * g^-(A_{(2)})] \\ + [(p^-(s_{13}) - p^-(s_{12})) * g^-(A_{(3)})]$$

İlk örnek için çözüm yaptığımızda ise;

$$p^-(T_1) = 0,465 + [(0,500 - 0,465) * 0,996] + [(0,500 - 0,500) * 0,930] \\ = 0,499$$

değeri bulunur. Servis sağlayıcıların ana kriter performansları Çizelge 5.12 ve Çizelge 5.13'de belirtilmiştir.

Yapılan bu işlemlerden sonra servis sağlayıcıların genel performansına ulaşabilmek için ana kriterlerden yola çıkılarak alt kriterlerin performanslarını bulmak için yapılan işlemlerin aynısı yapılır ve her servis sağlayıcının genel performansı bulunur. Çizelge 5.14'de servis sağlayıcıların genel performans değerleri $\alpha = 0$ ve $\alpha = 1$ için verilmiştir. Her servis sağlayıcı için öncelikler alt kriterlerden yola çıkılarak her ana kriter için performans değerleri hesaplanmalı ve devamında ana kriterlerden yola çıkılarak da genel performans değerleri hesaplanmalıdır.

Çizelge 5.6 : $\alpha = 0$ için normalleştirilmiş servis sağlayıcı performans değerleri.

$\alpha = 0$	Kriterin Bireysel Önemliliği	Normalleştirilmiş Servis Sağlayıcı Performansı		
Ölçütler	$\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$	A1	A2	A3
T_1				
s_{11}	[0.72 , 0.97]	[0.465 , 0.64]	[0.36 , 0.625]	[0.29 , 0.57]
s_{12}	[0.93 , 1]	[0.5 , 0.64]	[0.29 , 0.57]	[0.36 , 0.625]
s_{13}	[0.93 , 1]	[0.5 , 0.535]	[0.36 , 0.52]	[0.29 , 0.465]
T_2				
s_{21}	[0.58 , 0.86]	[0.035 , 0.53]	[0.175 , 0.74]	[0.035 , 0.53]
s_{22}	[0.72 , 0.97]	[0.43 , 0.825]	[0.535 , 0.84]	[0.36 , 0.77]
T_3				
s_{31}	[0.58 , 0.86]	[0.02 , 0.455]	[0.02 , 0.455]	[0.29 , 0.77]
s_{32}	[0.72 , 0.97]	[0.155 , 0.625]	[0.09 , 0.53]	[0.535 , 0.915]
s_{33}	[0.32 , 0.65]	[0.305 , 0.77]	[0.175 , 0.665]	[0.375 , 0.825]
T_4				
s_{41}	[0.72 , 0.97]	[0.335 , 0.805]	[0.335 , 0.805]	[0.335 , 0.805]
s_{42}	[0.58 , 0.86]	[0.29 , 0.64]	[0.29 , 0.64]	[0.085 , 0.42]
s_{43}	[0.58 , 0.86]	[0.375 , 0.825]	[0.1 , 0.55]	[0.035 , 0.455]
s_{44}	[0.32 , 0.65]	[0.43 , 0.9]	[0.23 , 0.74]	[0.155 , 0.625]

Çizelge 5.7 : $\alpha = 1$ için normalleştirilmiş servis sağlayıcı performans değerleri.

$\alpha = 1$	Kriterin Bireysel Önemliliği	Normalleştirilmiş Servis Sağlayıcı Performansı		
Ölçütler	$\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$	A1	A2	A3
T_1				
s_{11}	[0.78 , 0.92]	[0.49 , 0.6]	[0.39 , 0.57]	[0.315 , 0.51]
s_{12}	[0.98 , 0.98]	[0.51 , 0.61]	[0.325 , 0.51]	[0.4 , 0.57]
s_{13}	[0.98 , 0.98]	[0.5 , 0.51]	[0.39 , 0.47]	[0.315 , 0.41]
T_2				
s_{21}	[0.63 , 0.8]	[0.09 , 0.48]	[0.245 , 0.68]	[0.09 , 0.48]
s_{22}	[0.78 , 0.92]	[0.49 , 0.755]	[0.59 , 0.785]	[0.415 , 0.695]
T_3				
s_{31}	[0.63 , 0.8]	[0.06 , 0.385]	[0.06 , 0.385]	[0.325 , 0.695]
s_{32}	[0.78 , 0.92]	[0.21 , 0.57]	[0.15 , 0.48]	[0.59 , 0.88]
s_{33}	[0.41 , 0.58]	[0.355 , 0.695]	[0.245 , 0.585]	[0.43 , 0.755]
T_4				
s_{41}	[0.78 , 0.92]	[0.415 , 0.74]	[0.415 , 0.74]	[0.415 , 0.74]
s_{42}	[0.63 , 0.8]	[0.325 , 0.585]	[0.325 , 0.585]	[0.12 , 0.365]
s_{43}	[0.63 , 0.8]	[0.43 , 0.755]	[0.15 , 0.475]	[0.09 , 0.385]
s_{44}	[0.41 , 0.58]	[0.49 , 0.85]	[0.305 , 0.68]	[0.21 , 0.57]

Çizelge 5.8 : $\alpha = 0$ için bulanık değerler.

$\alpha = 0$	Kriterin Bireysel Önemliliği	Bulanık Değerler		Normalleştirilmiş Servis Sağlayıcı Performansı		
Ölçütler	$\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$			A1	A2	A3
T_1		-0,9986	-0,8693			
s_{11}	[0.72 , 0.97]			[0.465 , 0.64]	[0.36 , 0.625]	[0.29 , 0.57]
s_{12}	[0.93 , 1]			[0.5 , 0.64]	[0.29 , 0.57]	[0.36 , 0.625]
s_{13}	[0.93 , 1]			[0.5 , 0.535]	[0.36 , 0.52]	[0.29 , 0.465]
T_2		-0,7184	-0,9950			
s_{21}	[0.58 , 0.86]			[0.035 , 0.53]	[0.175 , 0.74]	[0.035 , 0.53]
s_{22}	[0.72 , 0.97]			[0.43 , 0.825]	[0.535 , 0.84]	[0.36 , 0.77]
T_3		-0,8632	-0,9984			
s_{31}	[0.58 , 0.86]			[0.02 , 0.455]	[0.02 , 0.455]	[0.29 , 0.77]
s_{32}	[0.72 , 0.97]			[0.155 , 0.625]	[0.09 , 0.53]	[0.535 , 0.915]
s_{33}	[0.32 , 0.65]			[0.305 , 0.77]	[0.175 , 0.665]	[0.375 , 0.825]
T_4		-0,9574	-0,9998			
s_{41}	[0.72 , 0.97]			[0.335 , 0.805]	[0.335 , 0.805]	[0.335 , 0.805]
s_{42}	[0.58 , 0.86]			[0.29 , 0.64]	[0.29 , 0.64]	[0.085 , 0.42]
s_{43}	[0.58 , 0.86]			[0.375 , 0.825]	[0.1 , 0.55]	[0.035 , 0.455]
s_{44}	[0.32 , 0.65]			[0.43 , 0.9]	[0.23 , 0.74]	[0.155 , 0.625]

Çizelge 5.9 : $\alpha = 1$ için bulanık değerler.

$\alpha = 1$	Kriterin Bireysel Önemliliği	Bulanık Değerler		Normalleştirilmiş Servis Sağlayıcı Performansı		
Ölçütler	$\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$			A1	A2	A3
T_1		-0,9999	-1,0000			
s_{11}	[0.78 , 0.92]			[0,49 , 0,6]	[0,39 , 0,57]	[0,315 , 0,51]
s_{12}	[0.98 , 0.98]			[0,51 , 0,61]	[0,325 , 0,51]	[0,4 , 0,57]
s_{13}	[0.98 , 0.98]			[0,5 , 0,51]	[0,39 , 0,47]	[0,315 , 0,41]
T_2		-0,8344	-0,9783			
s_{21}	[0.63 , 0.8]			[0,09 , 0,48]	[0,245 , 0,68]	[0,09 , 0,48]
s_{22}	[0.78 , 0.92]			[0,49 , 0,755]	[0,59 , 0,785]	[0,415 , 0,695]
T_3		-0,9295	-0,9924			
s_{31}	[0.63 , 0.8]			[0,06 , 0,385]	[0,06 , 0,385]	[0,325 , 0,695]
s_{32}	[0.78 , 0.92]			[0,21 , 0,57]	[0,15 , 0,48]	[0,59 , 0,88]
s_{33}	[0.41 , 0.58]			[0,355 , 0,695]	[0,245 , 0,585]	[0,43 , 0,755]
T_4		-0,9793	-0,9986			
s_{41}	[0.78 , 0.92]			[0,415 , 0,74]	[0,415 , 0,74]	[0,415 , 0,74]
s_{42}	[0.63 , 0.8]			[0,325 , 0,585]	[0,325 , 0,585]	[0,12 , 0,365]
s_{43}	[0.63 , 0.8]			[0,43 , 0,755]	[0,15 , 0,475]	[0,09 , 0,385]
s_{44}	[0.41 , 0.58]			[0,49 , 0,85]	[0,305 , 0,68]	[0,21 , 0,57]

Çizelge 5.10 : $\alpha = 0$ için bulanık ölçütler.

$\alpha = 0$	Kriterin Bireysel Önemliliği	Bulanık Değerler				Servis Sağlayıcı Performansı	Bulanık Değerler				Servis Sağlayıcı Performansı	Bulanık Değerler				Servis Sağlayıcı Performansı
Ölçütler	$\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A1	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A2	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A3
T_1		-0,9986		-0,8693			-0,9986		-0,8693			-0,9986		-0,8693		
s_{11}	[0,72 , 0,97]	$A_{(1)}$	1	$A_{(3)}$	0,97	[0,465 , 0,64]	$A_{(3)}$	0,72	$A_{(3)}$	0,97	[0,36 , 0,625]	$A_{(2)}$	0,981	$A_{(2)}$	1	[0,29 , 0,57]
s_{12}	[0,93 , 1]	$A_{(2)}$	0,996	$A_{(2)}$	1	[0,5 , 0,64]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	1	[0,29 , 0,57]	$A_{(3)}$	0,93	$A_{(3)}$	1	[0,36 , 0,625]
s_{13}	[0,93 , 1]	$A_{(3)}$	0,930	$A_{(1)}$	1	[0,5 , 0,535]	$A_{(2)}$	0,981	$A_{(1)}$	1	[0,36 , 0,52]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,29 , 0,465]
T_2		-0,7184		-0,9950			-0,7184		-0,9950			-0,7184		-0,9950		
s_{21}	[0,58 , 0,86]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,035 , 0,53]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,175 , 0,74]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,035 , 0,53]
s_{22}	[0,72 , 0,97]	$A_{(2)}$	0,72	$A_{(2)}$	0,97	[0,43 , 0,825]	$A_{(2)}$	0,72	$A_{(2)}$	0,97	[0,535 , 0,84]	$A_{(2)}$	0,72	$A_{(2)}$	0,97	[0,36 , 0,77]
T_3		-0,8632		-0,9984			-0,8632		-0,9984			-0,8632		-0,9984		
s_{31}	[0,58 , 0,86]	$A_{(2)}$	0,740	$A_{(1)}$	1	[0,02 , 0,455]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,02 , 0,455]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,29 , 0,77]
s_{32}	[0,72 , 0,97]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	0,990	[0,155 , 0,625]	$A_{(2)}$	0,84	$A_{(2)}$	0,990	[0,09 , 0,53]	$A_{(3)}$	0,72	$A_{(3)}$	0,97	[0,535 , 0,915]
s_{33}	[0,32 , 0,65]	$A_{(3)}$	0,32	$A_{(3)}$	0,65	[0,305 , 0,77]	$A_{(3)}$	0,32	$A_{(3)}$	0,65	[0,175 , 0,665]	$A_{(2)}$	0,841	$A_{(2)}$	0,990	[0,375 , 0,825]
T_4		-0,9574		-0,9998			-0,9574		-0,9998			-0,9574		-0,9998		
s_{41}	[0,72 , 0,97]	$A_{(2)}$	0,944	$A_{(2)}$	0,999	[0,335 , 0,805]	$A_{(4)}$	0,72	$A_{(4)}$	0,97	[0,335 , 0,805]	$A_{(4)}$	0,72	$A_{(4)}$	0,97	[0,335 , 0,805]
s_{42}	[0,58 , 0,86]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,29 , 0,64]	$A_{(3)}$	0,900	$A_{(2)}$	1	[0,29 , 0,64]	$A_{(2)}$	0,944	$A_{(1)}$	1	[0,085 , 0,42]
s_{43}	[0,58 , 0,86]	$A_{(3)}$	0,722	$A_{(3)}$	0,951	[0,375 , 0,825]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,1 , 0,55]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	1	[0,035 , 0,455]
s_{44}	[0,32 , 0,65]	$A_{(4)}$	0,32	$A_{(4)}$	0,65	[0,43 , 0,9]	$A_{(2)}$	0,944	$A_{(3)}$	0,990	[0,23 , 0,74]	$A_{(3)}$	0,819	$A_{(3)}$	0,990	[0,155 , 0,625]

Çizelge 5.11 : $\alpha = 1$ için bulanık ölçütler.

$\alpha = 1$	Kriterin Bireysel Önemliliği	Bulanık Değerler				Servis Sağlayıcı Performansı	Bulanık Değerler				Servis Sağlayıcı Performansı	Bulanık Değerler				Servis Sağlayıcı Performansı
Ölçütler	$\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A1	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A2	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A3
T_1		-0,99991		-0,99997			-0,99991		-0,99997			-0,99991		-0,99997		
s_{11}	[0,78 , 0,92]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	0,996	[0,49 , 0,6]	$A_{(3)}$	0,78	$A_{(3)}$	0,92	[0,39 , 0,57]	$A_{(2)}$	0,996	$A_{(2)}$	0,998	[0,315 , 0,51]
s_{12}	[0,98 , 0,98]	$A_{(3)}$	0,980	$A_{(3)}$	0,980	[0,51 , 0,61]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	0,998	[0,325 , 0,51]	$A_{(3)}$	0,980	$A_{(3)}$	0,980	[0,4 , 0,57]
s_{13}	[0,98 , 0,98]	$A_{(2)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,5 , 0,51]	$A_{(2)}$	0,996	$A_{(1)}$	1	[0,39 , 0,47]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,315 , 0,41]
T_2		-0,83435		-0,97826			-0,83435		-0,97826			-0,83435		-0,97826		
s_{21}	[0,63 , 0,8]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,09 , 0,48]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,245 , 0,68]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,09 , 0,48]
s_{22}	[0,78 , 0,92]	$A_{(2)}$	0,780	$A_{(2)}$	0,920	[0,49 , 0,755]	$A_{(2)}$	0,780	$A_{(2)}$	0,920	[0,59 , 0,785]	$A_{(2)}$	0,780	$A_{(2)}$	0,920	[0,415 , 0,695]
T_3		-0,92945		-0,99239			-0,92945		-0,99239			-0,92945		-0,99239		
s_{31}	[0,63 , 0,8]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,06 , 0,385]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,06 , 0,385]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,325 , 0,695]
s_{32}	[0,78 , 0,92]	$A_{(2)}$	0,893	$A_{(2)}$	0,970	[0,21 , 0,57]	$A_{(2)}$	0,893	$A_{(2)}$	0,970	[0,15 , 0,48]	$A_{(3)}$	0,780	$A_{(3)}$	0,920	[0,59 , 0,88]
s_{33}	[0,41 , 0,58]	$A_{(3)}$	0,410	$A_{(3)}$	0,580	[0,355 , 0,695]	$A_{(3)}$	0,410	$A_{(3)}$	0,580	[0,245 , 0,585]	$A_{(2)}$	0,893	$A_{(2)}$	0,970	[0,43 , 0,755]
T_4		-0,97926		-0,99862			-0,97926		-0,99862			-0,97926		-0,99862		
s_{41}	[0,78 , 0,92]	$A_{(2)}$	0,966	$A_{(2)}$	0,994	[0,415 , 0,74]	$A_{(4)}$	0,780	$A_{(4)}$	0,920	[0,415 , 0,74]	$A_{(4)}$	0,780	$A_{(4)}$	0,920	[0,415 , 0,74]
s_{42}	[0,63 , 0,8]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,325 , 0,585]	$A_{(3)}$	0,929	$A_{(2)}$	0,994	[0,325 , 0,585]	$A_{(2)}$	0,966	$A_{(1)}$	1	[0,12 , 0,365]
s_{43}	[0,63 , 0,8]	$A_{(3)}$	0,787	$A_{(3)}$	0,917	[0,43 , 0,755]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,15 , 0,475]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	0,994	[0,09 , 0,385]
s_{44}	[0,41 , 0,58]	$A_{(4)}$	0,410	$A_{(4)}$	0,580	[0,49 , 0,85]	$A_{(2)}$	0,966	3	0,967	[0,305 , 0,68]	$A_{(3)}$	0,877	$A_{(3)}$	0,967	[0,21 , 0,57]

Çizelge 5.12 : $\alpha = 0$ için servis sağlayıcıların ana kriter performansları.

$\alpha = 0$	Kriterin Bireysel Önemliliği	Bulanık Değerler				Servis Sağlayıcı Performansı	Bulanık Değerler				Servis Sağlayıcı Performansı	Bulanık Değerler				Servis Sağlayıcı Performansı
Ölçütler	$\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A1	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A2	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A3
T_1		-0,9986		-0,8693		[0,499 , 0,64]	-0,9986		-0,8693		[0,358 , 0,623]	-0,9986		-0,8693		[0,355 , 0,625]
s_{11}	[0,72 , 0,97]	$A_{(1)}$	1	$A_{(3)}$	0,97	[0,465 , 0,64]	$A_{(3)}$	0,72	$A_{(3)}$	0,97	[0,36 , 0,625]	$A_{(2)}$	0,981	$A_{(2)}$	1	[0,29 , 0,57]
s_{12}	[0,93 , 1]	$A_{(2)}$	0,996	$A_{(2)}$	1	[0,5 , 0,64]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	1	[0,29 , 0,57]	$A_{(3)}$	0,93	$A_{(3)}$	1	[0,36 , 0,625]
s_{13}	[0,93 , 1]	$A_{(3)}$	0,930	$A_{(1)}$	1	[0,5 , 0,535]	$A_{(2)}$	0,981	$A_{(1)}$	1	[0,36 , 0,52]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,29 , 0,465]
T_2		-0,7184		-0,9950		[0,319 , 0,816]	-0,7184		-0,9950		[0,434 , 0,837]	-0,7184		-0,9950		[0,269 , 0,762]
s_{21}	[0,58 , 0,86]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,035 , 0,53]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,175 , 0,74]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,035 , 0,53]
s_{22}	[0,72 , 0,97]	$A_{(2)}$	0,72	$A_{(2)}$	0,97	[0,43 , 0,825]	$A_{(2)}$	0,72	$A_{(2)}$	0,97	[0,535 , 0,84]	$A_{(2)}$	0,72	$A_{(2)}$	0,97	[0,36 , 0,77]
T_3		-0,8632		-0,9984		[0,146 , 0,717]	-0,8632		-0,9984		[0,106 , 0,617]	-0,8632		-0,9984		[0,476 , 0,911]
s_{31}	[0,58 , 0,86]	$A_{(2)}$	0,740	$A_{(1)}$	1	[0,02 , 0,455]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,02 , 0,455]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,29 , 0,77]
s_{32}	[0,72 , 0,97]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	0,990	[0,155 , 0,625]	$A_{(2)}$	0,84	$A_{(2)}$	0,990	[0,09 , 0,53]	$A_{(3)}$	0,72	$A_{(3)}$	0,97	[0,535 , 0,915]
s_{33}	[0,32 , 0,65]	$A_{(3)}$	0,32	$A_{(3)}$	0,65	[0,305 , 0,77]	$A_{(3)}$	0,32	$A_{(3)}$	0,65	[0,175 , 0,665]	$A_{(2)}$	0,841	$A_{(2)}$	0,990	[0,375 , 0,825]
T_4		-0,9574		-0,9998		[0,378 , 0,872]	-0,9574		-0,9998		[0,309 , 0,801]	-0,9574		-0,9998		[0,269 , 0,797]
s_{41}	[0,72 , 0,97]	$A_{(2)}$	0,944	$A_{(2)}$	0,999	[0,335 , 0,805]	$A_{(4)}$	0,72	$A_{(4)}$	0,97	[0,335 , 0,805]	$A_{(4)}$	0,72	$A_{(4)}$	0,97	[0,335 , 0,805]
s_{42}	[0,58 , 0,86]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,29 , 0,64]	$A_{(3)}$	0,900	$A_{(2)}$	1	[0,29 , 0,64]	$A_{(2)}$	0,944	$A_{(1)}$	1	[0,085 , 0,42]
s_{43}	[0,58 , 0,86]	$A_{(3)}$	0,722	$A_{(3)}$	0,951	[0,375 , 0,825]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,1 , 0,55]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	1	[0,035 , 0,455]
s_{44}	[0,32 , 0,65]	$A_{(4)}$	0,32	$A_{(4)}$	0,65	[0,43 , 0,9]	$A_{(2)}$	0,944	$A_{(3)}$	0,990	[0,23 , 0,74]	$A_{(3)}$	0,819	$A_{(3)}$	0,990	[0,155 , 0,625]

Çizelge 5.13 : $\alpha = 1$ için servis sağlayıcıların ana kriter performansları.

$\alpha = 1$	Kriterin Bireysel Önemliliği	Bulanık Değerler				Servis Sağlayıcı Performansı	Bulanık Değerler				Servis Sağlayıcı Performansı	Bulanık Değerler				Servis Sağlayıcı Performansı
Ölçütler	$\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A1	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A2	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A3
T_1		-0,99991		-0,99997		[0,509 , 0,609]	-0,99991		-0,99997		[0,389 , 0,565]	-0,99991		-0,99997		[0,398 , 0,568]
s_{11}	[0,78 , 0,92]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	0,996	[0,49 , 0,6]	$A_{(3)}$	0,78	$A_{(3)}$	0,92	[0,39 , 0,57]	$A_{(2)}$	0,996	$A_{(2)}$	0,998	[0,315 , 0,51]
s_{12}	[0,98 , 0,98]	$A_{(3)}$	0,980	$A_{(3)}$	0,980	[0,51 , 0,61]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	0,998	[0,325 , 0,51]	$A_{(3)}$	0,980	$A_{(3)}$	0,980	[0,4 , 0,57]
s_{13}	[0,98 , 0,98]	$A_{(2)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,5 , 0,51]	$A_{(2)}$	0,996	$A_{(1)}$	1	[0,39 , 0,47]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,315 , 0,41]
T_2		-0,83435		-0,97826		[0,402 , 0,733]	-0,83435		-0,97826		[0,514 , 0,776]	-0,83435		-0,97826		[0,343 , 0,677]
s_{21}	[0,63 , 0,8]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,09 , 0,48]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,245 , 0,68]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,09 , 0,48]
s_{22}	[0,78 , 0,92]	$A_{(2)}$	0,780	$A_{(2)}$	0,920	[0,49 , 0,755]	$A_{(2)}$	0,780	$A_{(2)}$	0,920	[0,59 , 0,785]	$A_{(2)}$	0,780	$A_{(2)}$	0,920	[0,415 , 0,695]
T_3		-0,92945		-0,99239		[0,253 , 0,637]	-0,92945		-0,99239		[0,179 , 0,538]	-0,92945		-0,99239		[0,543 , 0,868]
s_{31}	[0,63 , 0,8]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,06 , 0,385]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,06 , 0,385]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,325 , 0,695]
s_{32}	[0,78 , 0,92]	$A_{(2)}$	0,893	$A_{(2)}$	0,970	[0,21 , 0,57]	$A_{(2)}$	0,893	$A_{(2)}$	0,970	[0,15 , 0,48]	$A_{(3)}$	0,780	$A_{(3)}$	0,920	[0,59 , 0,88]
s_{33}	[0,41 , 0,58]	$A_{(3)}$	0,410	$A_{(3)}$	0,580	[0,355 , 0,695]	$A_{(3)}$	0,410	$A_{(3)}$	0,580	[0,245 , 0,585]	$A_{(2)}$	0,893	$A_{(2)}$	0,970	[0,43 , 0,755]
T_4		-0,97926		-0,99862		[0,448 , 0,807]	-0,97926		-0,99862		[0,388 , 0,731]	-0,97926		-0,99862		[0,357 , 0,720]
s_{41}	[0,78 , 0,92]	$A_{(2)}$	0,966	$A_{(2)}$	0,994	[0,415 , 0,74]	$A_{(4)}$	0,780	$A_{(4)}$	0,920	[0,415 , 0,74]	$A_{(4)}$	0,780	$A_{(4)}$	0,920	[0,415 , 0,74]
s_{42}	[0,63 , 0,8]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,325 , 0,585]	$A_{(3)}$	0,929	$A_{(2)}$	0,994	[0,325 , 0,585]	$A_{(2)}$	0,966	$A_{(1)}$	1	[0,12 , 0,365]
s_{43}	[0,63 , 0,8]	$A_{(3)}$	0,787	$A_{(3)}$	0,917	[0,43 , 0,755]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,15 , 0,475]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	0,994	[0,09 , 0,385]
s_{44}	[0,41 , 0,58]	$A_{(4)}$	0,410	$A_{(4)}$	0,580	[0,49 , 0,85]	$A_{(2)}$	0,966	3	0,967	[0,305 , 0,68]	$A_{(3)}$	0,877	$A_{(3)}$	0,967	[0,21 , 0,57]

Çizelge 5.14 : Toplam tedarikçi performans değerleri.

$\alpha = 0$	Kriterlerin Bireysel Önemi	Bulanık Ölçütler				Toplam Servis Sağlayıcı Performansı	Bulanık Ölçütler				Toplam Servis Sağlayıcı Performansı	Bulanık Ölçütler				Toplam Servis Sağlayıcı Performansı
Ölçütler	$\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A1					A2					A3
Toplam Tedarikçi Performansı		-0,999		-0,999		[0,499 , 0,872]	-0,999		-0,999		[0,402 , 0,831]	-0,999		-0,999		[0,425 , 0,895]
T_1	[1 , 1]	$A_{(4)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,499 , 0,64]	$A_{(3)}$	1	$A_{(2)}$	1	[0,358 , 0,623]	$A_{(3)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,355 , 0,625]
T_2	[0,58 , 0,86]	$A_{(2)}$	1	$A_{(3)}$	1	[0,319 , 0,816]	$A_{(4)}$	0,58	$A_{(4)}$	0,86	[0,434 , 0,837]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	1	[0,269 , 0,762]
T_3	[0,58 , 0,86]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	1	[0,146 , 0,717]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,106 , 0,617]	$A_{(4)}$	0,58	$A_{(4)}$	0,86	[0,476 , 0,911]
T_4	[0,93 , 1]	$A_{(3)}$	1	$A_{(4)}$	1	[0,378 , 0,872]	$A_{(2)}$	1	$A_{(3)}$	1	[0,309 , 0,801]	$A_{(2)}$	1	$A_{(3)}$	1	[0,269 , 0,797]

$\alpha = 1$	Kriterlerin Bireysel Önemi	Bulanık Ölçütler				Toplam Servis Sağlayıcı Performansı	Bulanık Ölçütler				Toplam Servis Sağlayıcı Performansı	Bulanık Ölçütler				Toplam Servis Sağlayıcı Performansı
Ölçütler	$\bar{g}_i = [g_i^-, g_i^+]$	$g^-(A_{(i)})$		$g^+(A_{(i)})$		A1					A2					A3
Toplam Tedarikçi Performansı		-0,999		-0,999		[0,509 , 0,805]	-0,999		-0,999		[0,467 , 0,776]	-0,999		-0,999		[0,489 , 0,838]
T_1	[1 , 1]	$A_{(4)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,509 , 0,609]	$A_{(3)}$	1	$A_{(2)}$	1	[0,389 , 0,565]	$A_{(3)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,398 , 0,568]
T_2	[0,63 , 0,8]	$A_{(2)}$	1	$A_{(3)}$	0,997	[0,402 , 0,733]	$A_{(4)}$	0,63	$A_{(4)}$	0,8	[0,514 , 0,776]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	1	[0,343 , 0,677]
T_3	[0,63 , 0,8]	$A_{(1)}$	1	$A_{(2)}$	1	[0,253 , 0,637]	$A_{(1)}$	1	$A_{(1)}$	1	[0,179 , 0,538]	$A_{(4)}$	0,63	$A_{(4)}$	0,8	[0,543 , 0,868]
T_4	[0,98 , 0,98]	$A_{(3)}$	1	$A_{(4)}$	0,98	[0,448 , 0,807]	$A_{(2)}$	1	$A_{(3)}$	0,997	[0,388 , 0,731]	$A_{(2)}$	1	$A_{(3)}$	0,997	[0,357 , 0,720]

Her servis sağlayıcı için toplam tedarikçi performansı bulunduğundan sonra öncelikle her bir kriter için ve genel durum için ortaya çıkan $\alpha = 0$ ve $\alpha = 1$ değerleri konsolide edilir. Ortaya çıkan son durum Çizelge 5.15’de gösterilmiştir. Her iki α değeri için ortaya çıkan değerler bizim çözüm kümemizi oluşturur. Bu çözüm kümesi ile de performans sonuçlarına göre alternatifler arasından hangisinin seçilmesi gerektiğine karar verebileceğiz.

Son olarak bulunan performans değerleri $F(\tilde{A}) = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4}$ denklemi kullanılarak durulaştırılır. Durulaştırma işlemi her bir performans değeri için yapılır. Durulaştırma işlemi sonucunda en yüksek değeri alan alternatif, karar verisiye önerilen en uygun alternatif olur. Örnek olarak A1 alternatifi olan firmanın genel performansını durulaştırırken [0,499 , 0,509 , 0,805 , 0,872] olarak belirlenen performans değerlerinin ortalaması alınır. Sonuç olarak $F(\tilde{A}) = \frac{0,499+0,509+0,805+0,872}{4} = 0,671$ değeri bulunur. Durulaştırma işlemi sonucu elde edilen veriler Çizelge 5.16’da belirtilmiştir.

Durulaştırma değerleri sonucunda her bir kriter için ve genel performans için hangi servis sağlayıcının daha iyi sonuç verdiği ortaya çıkmış ve Çizelge 5.17’de belirtilmiştir. İlk olarak genel performansa baktığımızda $F(\tilde{A}_1) = 0,671 \geq F(\tilde{A}_3) = 0,662 \geq F(\tilde{A}_2) = 0,619$ değerleri elde edildi. Bu değerler göre en iyi alternatif toplam performansa göre A1 servis sağlayıcısından elde edilebilir. A3 servis sağlayıcısı en iyi ikinci alternatif olurken, A2 servis sağlayıcısı genel performans olarak en düşük seviyede kalmıştır.

T_1 maliyet kriterine baktığımızda $F(\tilde{A}_1) = 0,564 \geq F(\tilde{A}_3) = 0,487 \geq F(\tilde{A}_2) = 0,484$ sıralaması elde ediliyor. Genel performans ile paralel bir sonuç veren bu kriterin bu kadar baskın bir sonuç vermesinin bir nedeni de ana kriterler arasında en önemli olarak belirtilen kriter olmasıdır. Her 3 alt kriterde de en iyi sonucu veren A1 servis sağlayıcısı, toplam maliyet açısından firmanın en az para ödeyeceği alternatifi oluşturur. A2 firması üç alt kriterin ikisinde daha iyi sonuç vermesine rağmen kriterin genel performansında A3 firması daha iyi sonuç vermektedir.

Çizelge 5.15 : Genel performans değerleri.

Ölçütler	Servis Sağlayıcı Performansı		
	A1	A2	A3
Toplam Performans	[0,499 , 0,509 , 0,805 , 0,872]	[0,402 , 0,467 , 0,776 , 0,831]	[0,425 , 0,489 , 0,838 , 0,895]
T_1	[0,499 , 0,509 , 0,609 , 0,64]	[0,358 , 0,389 , 0,565 , 0,623]	[0,355 , 0,398 , 0,568 , 0,625]
s_{11}	[0,465 , 0,49 , 0,6 , 0,64]	[0,36 , 0,39 , 0,57 , 0,625]	[0,29 , 0,315 , 0,51 , 0,57]
s_{12}	[0,5 , 0,51 , 0,61 , 0,64]	[0,29 , 0,325 , 0,51 , 0,57]	[0,36 , 0,4 , 0,57 , 0,625]
s_{13}	[0,5 , 0,5 , 0,51 , 0,535]	[0,36 , 0,39 , 0,47 , 0,52]	[0,29 , 0,315 , 0,41 , 0,465]
T_2	[0,319 , 0,402 , 0,733 , 0,816]	[0,434 , 0,514 , 0,776 , 0,837]	[0,269 , 0,343 , 0,677 , 0,762]
s_{21}	[0,035 , 0,09 , 0,48 , 0,53]	[0,175 , 0,245 , 0,68 , 0,74]	[0,035 , 0,09 , 0,48 , 0,53]
s_{22}	[0,43 , 0,49 , 0,755 , 0,825]	[0,535 , 0,59 , 0,785 , 0,84]	[0,36 , 0,415 , 0,695 , 0,77]
T_3	[0,146 , 0,253 , 0,637 , 0,717]	[0,106 , 0,179 , 0,538 , 0,617]	[0,476 , 0,543 , 0,868 , 0,911]
s_{31}	[0,02 , 0,06 , 0,385 , 0,455]	[0,02 , 0,06 , 0,385 , 0,455]	[0,29 , 0,325 , 0,695 , 0,77]
s_{32}	[0,155 , 0,21 , 0,57 , 0,625]	[0,09 , 0,15 , 0,48 , 0,53]	[0,535 , 0,59 , 0,88 , 0,915]
s_{33}	[0,305 , 0,355 , 0,695 , 0,77]	[0,175 , 0,245 , 0,585 , 0,665]	[0,375 , 0,43 , 0,755 , 0,825]
T_4	[0,378 , 0,448 , 0,807 , 0,872]	[0,309 , 0,388 , 0,731 , 0,801]	[0,269 , 0,357 , 0,72 , 0,797]
s_{41}	[0,335 , 0,415 , 0,74 , 0,805]	[0,335 , 0,415 , 0,74 , 0,805]	[0,335 , 0,415 , 0,74 , 0,805]
s_{42}	[0,29 , 0,325 , 0,585 , 0,64]	[0,29 , 0,325 , 0,585 , 0,64]	[0,085 , 0,12 , 0,365 , 0,42]
s_{43}	[0,375 , 0,43 , 0,755 , 0,825]	[0,1 , 0,15 , 0,475 , 0,55]	[0,035 , 0,09 , 0,385 , 0,455]
s_{44}	[0,43 , 0,49 , 0,85 , 0,9]	[0,23 , 0,305 , 0,68 , 0,74]	[0,155 , 0,21 , 0,57 , 0,625]

Çizelge 5.16 : Servis sağlayıcıların toplam performanslarının durulaştırılması.

Ölçütler	Servis Sağlayıcı Performansı			Durulaştırma		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Toplam Performans	[0,499 , 0,509 , 0,805 , 0,872]	[0,402 , 0,467 , 0,776 , 0,831]	[0,425 , 0,489 , 0,838 , 0,895]	0,671	0,619	0,662
T_1	[0,499 , 0,509 , 0,609 , 0,64]	[0,358 , 0,389 , 0,565 , 0,623]	[0,355 , 0,398 , 0,568 , 0,625]	0,564	0,484	0,487
s_{11}	[0,465 , 0,49 , 0,6 , 0,64]	[0,36 , 0,39 , 0,57 , 0,625]	[0,29 , 0,315 , 0,51 , 0,57]	0,549	0,486	0,421
s_{12}	[0,5 , 0,51 , 0,61 , 0,64]	[0,29 , 0,325 , 0,51 , 0,57]	[0,36 , 0,4 , 0,57 , 0,625]	0,565	0,424	0,489
s_{13}	[0,5 , 0,5 , 0,51 , 0,535]	[0,36 , 0,39 , 0,47 , 0,52]	[0,29 , 0,315 , 0,41 , 0,465]	0,511	0,435	0,370
T_2	[0,319 , 0,402 , 0,733 , 0,816]	[0,434 , 0,514 , 0,776 , 0,837]	[0,269 , 0,343 , 0,677 , 0,762]	0,568	0,640	0,513
s_{21}	[0,035 , 0,09 , 0,48 , 0,53]	[0,175 , 0,245 , 0,68 , 0,74]	[0,035 , 0,09 , 0,48 , 0,53]	0,284	0,460	0,284
s_{22}	[0,43 , 0,49 , 0,755 , 0,825]	[0,535 , 0,59 , 0,785 , 0,84]	[0,36 , 0,415 , 0,695 , 0,77]	0,625	0,688	0,560
T_3	[0,146 , 0,253 , 0,637 , 0,717]	[0,106 , 0,179 , 0,538 , 0,617]	[0,476 , 0,543 , 0,868 , 0,911]	0,438	0,360	0,700
s_{31}	[0,02 , 0,06 , 0,385 , 0,455]	[0,02 , 0,06 , 0,385 , 0,455]	[0,29 , 0,325 , 0,695 , 0,77]	0,230	0,230	0,520
s_{32}	[0,155 , 0,21 , 0,57 , 0,625]	[0,09 , 0,15 , 0,48 , 0,53]	[0,535 , 0,59 , 0,88 , 0,915]	0,390	0,313	0,730
s_{33}	[0,305 , 0,355 , 0,695 , 0,77]	[0,175 , 0,245 , 0,585 , 0,665]	[0,375 , 0,43 , 0,755 , 0,825]	0,531	0,418	0,596
T_4	[0,378 , 0,448 , 0,807 , 0,872]	[0,309 , 0,388 , 0,731 , 0,801]	[0,269 , 0,357 , 0,72 , 0,797]	0,626	0,557	0,536
s_{41}	[0,335 , 0,415 , 0,74 , 0,805]	[0,335 , 0,415 , 0,74 , 0,805]	[0,335 , 0,415 , 0,74 , 0,805]	0,574	0,574	0,574
s_{42}	[0,29 , 0,325 , 0,585 , 0,64]	[0,29 , 0,325 , 0,585 , 0,64]	[0,085 , 0,12 , 0,365 , 0,42]	0,460	0,460	0,248
s_{43}	[0,375 , 0,43 , 0,755 , 0,825]	[0,1 , 0,15 , 0,475 , 0,55]	[0,035 , 0,09 , 0,385 , 0,455]	0,596	0,319	0,241
s_{44}	[0,43 , 0,49 , 0,85 , 0,9]	[0,23 , 0,305 , 0,68 , 0,74]	[0,155 , 0,21 , 0,57 , 0,625]	0,668	0,489	0,390

T_2 iş gücü kriterine baktığımızda $F(\tilde{A}_2) = 0,640 \geq F(\tilde{A}_1) = 0,568 \geq F(\tilde{A}_3) = 0,513$ sonucu elde ediliyor. A2 firması hem özellikle kalifiye eleman avantajı bakımından diğer alternatiflere göre oldukça iyi durumda. Ayrıca katma değer yaratan faaliyet kapasitesi olarak da en iyi alternatif durumunda. Genel performansa etkisi az olan bu ana kriter ile genel performans sonuçları bu yüzden çelişir. Genel performans olarak en başarısız olan firmanın bu kriterde en başarılı olması, sonuca etki olarak bu kriterin yeteri kadar önemli bir ağırlık taşımadığını gösterir.

T_3 çevresel etmenler kriterine baktığımızda $F(\tilde{A}_3) = 0,700 \geq F(\tilde{A}_1) = 0,438 \geq F(\tilde{A}_2) = 0,360$ sonucu elde ediliyor. Özellikle A3 servis sağlayıcısının ciddi anlamda etkili olduğu bu kriterde A1 firması yine ortalama bir performans göstermekte. A2 firması ise hem ulaşım alternatifleri olarak, hem de yasal prosedürler ve firma güvenilirliği olarak diğer firmaların gerisinde kaldığından bu kriter için en zayıf durumda görünüyor.

T_4 altyapı kriterine baktığımızda $F(\tilde{A}_1) = 0,626 \geq F(\tilde{A}_2) = 0,557 \geq F(\tilde{A}_3) = 0,536$ sonucu elde ediliyor. Özellikle A1 firması sağladığı depolama koşulları ve sevkiyat yapma kapasitesi nedeni ile diğer servis sağlayıcılara oranla daha iyi performans göstermekte. Toplam ağırlık bakımından ikinci sırada olan bu kriterin de bir etkisi olarak A1 firmasının bu konudaki başarısı genel performansı da etkilemiştir.

Toplam sonuca bakıldığında A1 firmasının en önemli iki ana kriter grubunda en iyi firma olması ve diğer iki kriter grubunda da en iyi ikinci firma olması sonuç olarak neden A1 firmasının en iyi alternatif olarak ortaya çıktığını gösteriyor. A2 ve A3 firması birbirlerine farklı kriterlerde üstünlük sağlama başarısı göstererek paralel bir yapıda görünmesine rağmen, A3 firmasının özellikle T_3 kriterindeki ciddi avantaj farkı nedeni ile genel performans olarak birbirlerinden ayrılmaktadırlar.

Çizelge 5.17 : Performans sonuçları.

Ölçütler	Performans Sonuçları		
	A1	A2	A3
Toplam Performans	0,671*	0,619	0,662
T_1	0,564*	0,484	0,487
s_{11}	0,549*	0,486	0,421
s_{12}	0,565*	0,424	0,489
s_{13}	0,511*	0,435	0,370
T_2	0,568	0,640*	0,513
s_{21}	0,284	0,460*	0,284
s_{22}	0,625	0,688*	0,560
T_3	0,438	0,360	0,700*
s_{31}	0,230	0,230	0,520*
s_{32}	0,390	0,313	0,730*
s_{33}	0,531	0,418	0,596*
T_4	0,626*	0,557	0,536
s_{41}	0,574*	0,574*	0,574*
s_{42}	0,460*	0,460*	0,248
s_{43}	0,596*	0,319	0,241
s_{44}	0,668*	0,489	0,390

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Rekabet koşullarının bütün piyasaları etkilediği günümüz ekonomi dünyasında pazarda söz sahibi olmak için firmaların yapması gereken en kritik süreçlerden birisi, kendilerine etkin bir karar verme stratejisi oluşturma ve sürekli iyileştirmeler yaparak iş süreçlerinde en verimi duruma gelmektir.

Lojistik alanda özellikle son yıllarda yaşanan gelişmelere ayak uydurmak ve hem teknolojiye hem de bilgi birikiminden yararlanmak, rekabet ortamında ciddi avantaj sağlamak ve bu tür eksiklikleri bulunan firmaların kendilerini geliştirmeleri için ciddi olanaklar sunmaktadır. Bu süreçte en önemli şey firmanın kendini tanıması, iş süreçlerini analiz edebilecek kadar objektif davranması ve kendi birimleri arasında ortak çalışma grupları kurarak firmanın çıkarlarına hizmet eden en iyi kararları almasıdır. Bu çalışmanın da gösterdiği gibi firmanın farklı birimlerinin bir araya gelmesi ile oluşan çalışma grupları, karar alma aşamasında verimli çalışmalar yapabilmektedir.

Lojistik servis sağlayıcı firmalar sundukları çeşitli hizmetler ile, iş partnerleri için güvenebilecekleri bir ağ yaratmanın yanı sıra, firmalar için bir yük olma riskini de içermektedir. İş partneri olarak seçilecek bir servis sağlayıcının sunacağı hizmete sadece bir iki kriter kullanılarak bakılması, ileride farklı konularda sıkıntı yaşanmasına neden olabilir. Bu çalışmada da görüldüğü gibi farklı kriterlerde daha iyi hizmet veren servis sağlayıcılar olmasına rağmen, toplam iş katkısı olarak daha düşük seviyede kalabilecek olan firmalarda mevcuttur. Eğer karar verme işlemi sadece çevresel etkenlere bakılarak yapılsaydı ikinci en iyi alternatif seçilerek belki de katma değeri toplam zincir için daha düşük olan bir işlem için daha fazla maliyete katlanılmış olacaktı. Yine aynı şekilde işgücü kriteri göz önünde bulundurulsaydı, toplam performansı en düşük firma seçilmiş olunacaktı. Üstelik işgücü alanının

geliştirilmeye müsait bir kriter olduğu düşünüldüğünde oldukça yanlış bir karar alınma riski taşınırdı.

Bu tür nedenler ile özellikle stratejik bir karar alınarak yapılan işlemlerde, elde bulunan alternatifler arasından seçim yapıldığında objektif bir göz ile toplamda en avantajlı olacak alternatifin seçilmesi oldukça önemlidir. Bunun içinde yapılması gereken ilk şey, ihtiyaçların ortaya konulması ve bunlar arasında bir ağırlıklandırma yapılmasıdır. Kullandığımız yönteminde gösterdiği gibi özellikle bu tür karar verme işlemleri için sözel bazda farklı ölçüm durumlarına sahip kriterlerin ortak bir paydada buluşması için bu tür yöntemlerin kullanılması hem karar verici için bir en doğru sonucu ulaşma şansı doğrudur, hem de gerçekten ihtiyaç duyulan noktalara ulaşılır. Özellikle birbirine etki eden bu tür problemler için choquet integrali kullanım açısından oldukça avantaj sağlayabilir.

Birçok ölçüt, alt ölçüt ve belirleyicilerin söz konusu olduğu, karar ölçütleri seviyelerinin birbiri ile bağımlı olduğu ve birçok ölçütün dilsel olarak ifade edilemediği durumlarda analitik hiyerarşi sürecinden üstün yönleri de dikkate alınarak bulanık analitik şebeke süreci yöntemi tercih edilmiştir. Bunun yanında birbiri ile bağımlı olan ölçütler arasındaki ilişkinin derecesini ölçmek için choquet integralinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Standart bir choquet integralini genelleştirilmiş versiyonundan ayıran nokta girdi ve çıktıların gerçel sayılar olmasıdır. Genelleştirilmiş choquet integralinde ölçülebilir değerler olarak kullanılan aralıklar (bulanık ölçüler) gerçel sayılardır. Choquet integralinin başarısı, bireysel ölçütlerin önemini ya da bunların kombinasyonunu yakalayan uygun bir bulanık ölçü gösterimine dayanmasıdır. Bu nedenler ile seçilen choquet integrali, beklenen çözüm kümesini oluşturmuştur.

6.1 Çalışmanın Uygulama Alanı

Bu çalışma birden fazla kriter grubuna sahip, birbirini doğrudan veya dolaylı etkileyen kriterler ile en iyi sonuca ulaşılmaya çalışılan karar verme işlemleri için kullanılabilir. Özellikle farklı ölçüm birimlerine sahip olan ve etkileşim sağlaması gereken kriterlerin bulunduğu bir soruda en doğru sonuca ulaşabilmek için choquet integrali kullanılarak karar vericilere karar verme işlemi için yardımcı olunabilir.

Lojistik, üretim, satınalma, tedarikçi seçimi, stratejik kararlar gibi geniş bir uygulama alanine sahip bir çözüm alternatifidir.

KAYNAKLAR

- Alberto, P.** (2000). The Logistics of Industrial Location Decisions: An Application of the Analytic Hierarchy Process Methodology. *International Journal of Logistics: Research and Application*, **3**, 273-289.
- Ashrafzadeh, M., Rafiei, F. M., Zare, Z.** (2012). The Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach for the Selection of Warehouse Location: A Case Study. *International Journal of Business and Social Science*, **3**, 112-125.
- Baki, B.** (2004). Lojistik Yönetimi ve Lojistik Sektör Analizi. Volkan, Trabzon.
- Barnes, R. E.** (2007). Supply Chain Management and Supplier Quality Control. University at Buffalo EAS590: Case Studies in Engineering Management.
- Baykoç, Ö. F.** (2001). Karar Analizi Ders Notları. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bovet, D., Sheffi, Y.** (1998). The Brave of Supply Chain Management. *Supply Chain Management Review*, **5**.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., Helferich, O. K.** (1986). Logistical Management: A Systems Integration of Physical Distribution, Manufacturing Support, and Materials Procurement. Third Edition, New York.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J.** (1996). Logistical Management – The Integrated Supply Chain Process. McGraw-Hill, New York.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., Cooper, M. B.** (2002). Supply Chain Logistics Management. McGraw Hill, New York.
- Carmichael, D.** (1998). Supply Chain Planning Systems in Manufacturing. Alındığı tarih: 19.02.2012, adres: [http://www.lomag-man.org/supply %20chain %20dossier/supply_chain_developpement/supply_chain_msc%20dissertation_T801.pdf](http://www.lomag-man.org/supply%20chain%20dossier/supply_chain_developpement/supply_chain_msc%20dissertation_T801.pdf)
- Chandra, C., Kumar, S.** (2000). Supply Chain Management in Theory and Practice: A Passing Fad or A Fundamental Change?. *Industrial Management & Data Systems*, **100**.
- Chen, I. J., Paulraj, A.** (2004). Towards a Theory of Supply Chain Management: The Constructs and Measurements. *Journal of Operation Management*, **22**, 119-150.
- Chen, I. J., Paulraj, A.** (2004). Understanding Supply Chain Management : Critical Research and a Theoretical Framework. *International Journal of Production Research*, **42**, 143.

- Chiang, J. H.** (2000). Aggregating Membership Values by a Choquet-Fuzzy-Integral Based Operator. *Fuzzy Sets and Systems*, **11**, 367-375.
- Colson, G., Dorigo, F.** (2004). A Public Warehouses Selection Support System. *European Journal of Operational Research*, **153**, 332-349.
- Coppacino, W. C.** (1997). Supply Chain Management, the Basic and Beyond. The St. Lucie Press, Florida.
- Coyle, J. J., Bardi, E. J., Langley Jr., C. J.** (1992). The Management of Business Logistics. West Publishing, New York.
- Croxton, K. L., Dastugue-Garcia, S. J., Lambert, D. M., Rogers, D. S.** (2001). The Supply Chain Management Process. *The International Journal of Logistics Management*, **12**, 13-35.
- Dekker, R.** (2004). Reverse Logistics: Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains. Springer, New York.
- Delhaye, C., Teghem, J., Kunsch, P.** (1991). Application of the ORESTE Method to a Nuclear Waste Management. *International Journal of Production Economics*, **24**, 29-39.
- Demirel, T., Demirel, N. Ç., Kahraman, C.** (2010). Multi-Criteria Warehouse Location Selection Using Choquet Integral. *Expert Systems with Applications*, **37**, 3943-3952.
- Dyer, J. S., Fishburn, P. C., Steuer, R. E., Wallenius, J., Zionts, S.** (1992). Multiple Criteria Decision Making, Multiattribute Utility Theory: The Next Ten Years. *Management Science*, **38**, 645-654.
- Edwards, W.** (1977). How to Use Multi Attribute Utility Measurement for School Decisionmaking. *IEEE Transactions and Systems*, **7**.
- Ersöz, F., Kabak, M.** (2010). Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması. Alındığı tarih: 19.02.2012, adres: http://www.kho.edu.tr/enstitu/SAVBEN_Dergi/MAYIS2010/Makale_6.pdf
- Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu, N.** (2009). Banka Şube Performanslarının VIKOR Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, **20**, 19-28.
- Evans, G. V.** (1984). An Overview of Techniques for Solving Multiobjective Mathematical Programs. *Management Science*, **30**, 1268-1282.
- Evren, R., Ülengin, F.** (1992). Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme. *İTÜ Rektörlüğü*, **1490**, 115.
- Falconer, P., Drury, J.** (1975). Building and Planning for Industrial Storage and Distribution. The Architectural Press, New York.
- Filiz, H.** (2004) Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemiyle Tanksavar Silah Sistemi Seçimi. Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.

- Fishburn, P. C.** (1996). Utility Independence on Subsets of Product Sets. *Operations Research*, **24**, 245-255.
- Fortemps, P., Roubens, M.** (1996). Ranking and Defuzzification Methods Based on Area Compensation. *Fuzzy Sets and Systems*, **82**, 319-330.
- Frazelle, E.** (2001). World-Class Warehousing and Material Handling. McGraw Hill, New York.
- Gattorna, J. L., Walters, D. W.** (1996). Managing the Supply Chain, A Strategic Perspective. Macmillan Business, Hampshire.
- Geldermann, J., Spengler, T., Rentz, O.** (2000). Fuzzy Outranking for Environmental Assessment Case Study: Iron and Steel Making Industry. *Fuzzy Set Systems*, **115**, 45-65.
- Ghiani, G., Laporta, G., Musmanno, R.** (2004). Introduction to Logistics Systems and Planning Control. Wiley, New Jersey.
- Givescu, O.** (2007). The ORESTE's Method in the Multicriteria's Decision Process for the Management of Tourism Field. *Journal Economica Management*, **10**, 37-51.
- Gourdin, K. N.** (2000). Global Logistics Management, a Competitive Advantage for the New Millennium. Blackwell Publishing, Boston.
- Grabisch, M., Nicolas, J.** (1994). Classification by Fuzzy Integral: Performance and Tests. *Fuzzy Sets and Systems*, **65**, 255-273.
- Grabisch, M., Labreuche, C.** (2004). Fuzzy Measures and Integrals. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Gregory, G.** (1998). Decision Analysis. Plenum Press, New York.
- Haimes, Y. Y., Hall, W. A., Freedman, H. T.** (1975). Multiobjective Optimization in Water Resources Systems. Elsevier, New York.
- Harrison, T. P., Guide Jr., V. D. R., Wassenhove, L. N. V.** (2003). The Challenge of Closed-Loop Supply Chains. *Interfaces*, **3**, 3-6.
- Hwang, C. L., Masud, A. S.** (1979). Multiple Objective Decision Making Methods and Applications. Springer Verlag, Berlin.
- Hwang, C. L., Yoon, K. P.** (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Springer-Verlag, Berlin.
- Johnson, J. C., Wood, D. F., Wardlow, D. L., Murphy Jr., P. R.** (1999). Contemporary Logistics. Prentice-Hall, New Jersey.
- Kahraman, C.,** (2008). Fuzzy Multi Criteria Decision Making. Springer, New York.
- Keeney, R. L., Raiffa, H.** (1976). Decisions With Multiple Objectives Preferences and Value Trade Offs. Cambridge, New York.
- Keller, J., Auephanwiriyaikul, S., Gader, P.** (2002). Generalized Choquet Fuzzy Integral Fusion. *Information Fusion*, **3**, 69-85.

- Kirkwood, C. W.** (1997). Strategic Decision Making: Multiobjective Decision Analysis with Spreadsheets: Instructor's Manual. Duxbery Press, Boston.
- Klir, G. J., Yuan, B.** (1995). Fuzzy Sets and Fuzzy Logis Theory and Applications. Prentice Hall, New Jersey.
- Krantz, D., Luce, R., Suppes, P., Tverski, A.** (1971). Foundations of Measurement, Academic Press.
- Lai, Y. J., Hwang, C. L.** (1994). Fuzzy Multiple Objective Decision Making: Methods and Applications. Springer-Verlag, Berlin.
- Lambert, D. M., Stock, J. R.** (1992). Strategic Logistics Management. Irwin, Canada.
- Le Teno, J. F., Mareschal, B.** (1998). An Interval Version of PROMETHEE for the Comparison of Building Products' Design with Ill-Defined Data on Environmental Quality. *Journal of Operational Research*, **109**, 522-529.
- Li, C. W., Tzeng, G. H.** (2009). Identification of a Threshold Value for the DEMATEL Method Using the Maximum Mean De-Entropy Algorithm to Find Critical Services Provided by a Semiconductor Intellectual Property Mall. *Expert Systems with Applications*, **36**, 9891-9898.
- MacCarthy, B. L., Atthirawong, W.** (2003). Factors Effecting Location Decisions in International Operations – A Delphi Study. *International Journal of Operations and Production Management*, **23**, 794-818.
- Magee, J. F., Copacino, W. C., Rosenfield, D. B.** (1985). Modern Logistics Management: Integrating Marketing, Manufacturing, and Physical Distribution. John Wiley & Sons, New York.
- Min, H., Zhou, G.** (2002). Supply Chain Modeling: Past, Present and Future. *Computers & Industrial Engineering*, **43**, 231-249.
- Min, H., Melachrinoudis, E.** (1999). The Relocation of a Hybrid Manufacturing / Distribution Facility From Supply Chain Perspectives: A Case Study, Omega. *The International Journal of Management Science*, **27**, 75-85.
- Ming-Lang, T., Chiang, J. H., Lan, L. W.** (2009). Selection of Optimal Supplier in Supply Chain Management Strategy With Analytic Network Process and Choquet Integral. *Computers & Industrial Engineering*, **57**, 330-340.
- Modave, F., Grabisch, M.** (1997). Prefential Independence and the Choquet Integral. In 8th International Conference on the Foundations and Applications of Decision under Risk and Uncertainty, Mons.
- Moore, R. E.** (1966). Interval Analysis. Prentice Hall, New Jersey.
- Orhon, O. Z.** (2003). Dünya’da ve Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişimi. İTO, İstanbul.

- Özdemir, A. I., Seçme, N. Y.** (2009). İki Aşamalı Tedarikçi Seçiminin Bulanık Topsis Yöntemi ile Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, **11**, 79-111.
- Özkan, Y.** (1992). Karar Destek Sistemleri: Nedir? Ne Değildir?. Bilişim Yayınları, İstanbul.
- Rao, A. K., Rao, M. R.** (1998). Theory and Methodology: Solution Procedures for Sizing of Warehouses. *European Journal of Operational Research*, **108**, 16-25.
- Razzaque, M. A.** (1997). Challenges to Logistics Development: The Case of a Third World Country – Bangladesh. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, **24**, 11-19.
- Ross, D. F.** (2000). Competing Through Supply Chain Management: Creating Market – Winning Strategies Through Supply Chain Partnerships. Kluwer, Massacuchusetts.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Van Houtum, G. J., Mantel, R. J., Zijm, W. H.** (2000). Warehouse Design and Control: Framework and Literature Review. *European Journal of Operational Research*, **122**, 515-533.
- Saaty, T. L.** (2005). Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Oppurtunities, Costs and Risks. RWS Publications, Pittsburgh.
- Saaty, T. L.** (1980). The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, Columbus.
- Saaty, T. L.** (1996). Dependence and Feedback the Analytic Network Process. RWS Publications, Pittsburg.
- Seybold, P. B.** (2001). Get Inside the Lives of Your Customers. *Harward Business Review*, **78**, 81-89.
- Shapiro, J. F.** (2001). Modeling the Supply Chain. Duxbury Thompson, CA.
- Skjoett-Larsen, T.** (2000). European Logistics Beyond 2000. *International Journal of Physical Distribution&Logistics Management*, **30**, 377-387.
- Steuer, R. E.** (1976). Linear Multiple Objective Linear Programming with Interval Criterion Weights. *Management Science*, **3**, 305-316.
- Stewart, T. J.** (1992). A Critical Survey On the Status of Multiple Criteria Decision Making Theory and Practice. *Omega*, **20**, 569-586.
- Szidarovszky, F., Gershon, M. E., Duckstein, L.** (1986). Techniques for Multiobjective Decision Making in Systems Management. Elsevier, Hollanda.
- Tabucanon, M. T.** (1988). Multiple Criteria Decision Making in Industry. Elsevier, New York.
- Takahagi, E.** (2005). λ Fuzzy Measure Identification Methods using λ and Weights. School of Commercs, Senshu University, Japan.
- Taylor, B. W.** (1995). Introduction to Management Science. Allyn and Bacon, ABD.

- Tekin, M.** (1996). Üretim Yönetimi. Arı Ofset, Konya.
- Topçu, Y.** (2000). Çok Ölçütlü Sorun Çözümüne Yönelik Bir Bütünleşik Karar Destek Modeli. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tsai, H. H., Lu, I. Y.** (2006). The Evaluation of Service Quality Using Generalized Choquet Integral. *Information Sciences*, **176**, 640-663.
- Tseng, M. L., Lin, Y. H.** (2008). Application of Fuzzy DEMATEL to Develop a Cause and Effect Model of Municipal Solid Waste. *Environ Monit Assess*, **158**, 519-533.
- Url-1** < <http://www.clm1.org> >, alındığı tarih: 24.03.2012.
- Url-2** < <http://www.sole.org> > , alındığı tarih: 22.03.2012.
- Waters, D.** (1999). Global Logistics and Distribution Planning: Strategies for Management. Kogan Page, London.
- Wu, C., Zhang, D., Guo, C., Wu, C.** (1998). Fuzzy Number Fuzzy Measures and Fuzzy Integrals (I) : Fuzzy Integrals of Functions with Respect to Fuzzy Number Fuzzy Measures. *Fuzzy Sets and Systems*, **98**, 350-360.
- Vansnick, J. C.** (1986). On the Problem of Weights in Multiple Criteria Decision Making: The Noncompensatory Approach. *European Journal of Operational Research*, **24**, 288-294.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Erkan Çaka

Doğum Yeri ve Tarihi: Niksar, 08.11.1985

E-Posta: erkancaka@gmail.com

Lisans: Endüstri Mühendisliği (Kadir Has Üniversitesi) – 2004-2008

Mesleki Deneyim ve Ödüller: Depo Uzmanı – Cadbury – 2008-2010

Üretim Planlama Uzmanı – Kraft Foods-2010-2012