



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GLOBAL DIŞ SATIN ALMA İÇİN AKILLI KARAR DESTEK SİSTEMİ
TASARIMI**

Aslı AKSOY

Doç. Dr. Nursel ÖZTÜRK
(Danışman)

DOKTORA TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2012
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Aslı AKSOY tarafından hazırlanan “Global Dış Satın Alma için Akıllı Karar Destek Sistemi Tasarımı” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Nursel ÖZTÜRK

Başkan: Doç. Dr. Nursel ÖZTÜRK Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
Üye: Prof. Dr. Erdal EMEL Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
Üye: Prof. Dr. Recep EREN Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı	İmza
Üye: Prof. Dr. Alpaslan FIĞLALI Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
Üye: Yrd. Doç. Dr. Betül YAĞMAHAN Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Kadri ARSLAN
Enstitü Müdürü
/ / 2012

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Mayıs, 2012

Aslı AKSOY

ÖZET
Doktora Tezi

GLOBAL DIŞ SATIN ALMA İÇİN AKILLI KARAR DESTEK SİSTEMİ
TASARIMI

AŐlı AKSOY

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nursel ÖZTÜRK

Global dış satın alma, işletmenin belirli bir faaliyetini farklı ülkedeki bir tedarikçiye iletmesi olarak tanımlanabilir. Global dış satın alma bir yandan işletmelerin temel yetkinliklerini geliştirmesine olanak sağlarken, bir yandan da işletmelerin daha esnek bir yapıya sahip olmasını kolaylaştırır. Hazır giyim sektörü, belirsiz talep yapısı, ürün çeşitliliği, üretim aşamalarında insan emeğinin yoğun olması ile oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Özellikle talebin belirsiz olması ve ürün çeşitliliği tedarik zinciri yönetimini zorlaştırmaktadır. Yapılan doktora tez çalışmasının amacı; bir işletmede belirli bir ürün için talep tahminin yapıldığı ve ilgili ürün için “yap ya da satın al” kararının verildiği, eğer karar satın al yönünde ise nereden satın alınacağı bilgisini de veren bulanık mantık tabanlı global dış satın alma karar destek sisteminin oluşturulmasıdır. Çalışma ile ilgili uygulama hazır giyim sektöründe yapılmıştır.

Hazır giyim sektöründe farklı süreçlerin farklı ülkelerde bulunması sık karşılaşılan bir durumdur. Tedarik zincirine yabancı üyelerin de girmesiyle, tedarik zinciri yönetimi karmaşık hale gelmektedir. Hazır giyim sektörünün karmaşık yapısı nedeni ile geçmiş satış verisi oluşmayabilir; çünkü belirli bir ürün, tahmin yapılacak sezonda ilk defa koleksiyonda yer alıyor olabilir ve bir sonraki koleksiyonda da yer almayabilir. Ayrıca sektör, ülkedeki politik ve finansal değişimlerden çok fazla etkilendiğinden, bu anlık değişimlerin istatistiksel yöntemlerle takip edilebilmesinin mümkün olmadığı düşünölmektedir. Bu nedenle talep tahmin yöntemi olarak sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım yöntemi kullanılmıştır. Global dış satın alma probleminde karar kriteri olarak sadece maliyet önemli gibi görünse de, gerçekte birçok kriterin eş zamanlı değerlendirilmesi gerekmektedir. Çok kriterli karar verme uygulamalarının çözümünde de bulanık mantık sıkça tercih edilmektedir. Oluşturulan karar destek sistemi için bulanık mantık kullanılmasının nedeni, bulanık mantığın insan yargı sistemine olan benzerliğidir. Ayrıca bulanık mantık uygulamaları diğer yapay zeka tekniklerine göre problemin yapısında bulunan belirsizliklerin üstesinden daha iyi gelmektedir. Hazır giyim sektöründe global dış satın alma kararlarının değerlendirilmesi için mevcut bir analitik yöntem olmadığı belirlenmiştir. Karar süreci oldukça karmaşık olmasına rağmen tamamen karar vericiye bağlıdır. Oluşturulan karar destek sistemi ile karar sürecinin karar vericiye bağlılığı azaltılmış ve tüm işletmelerin kolaylıkla kullanabileceği etkin bir sistem tasarımı yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Global dış satın alma, hazır giyim sektörü, yap ya da satın al, karar destek sistemi, talep tahmini, bulanık mantık

2012, xi + 248 sayfa

ABSTRACT
PhD Thesis

**DESIGN OF INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEM FOR
GLOBAL OUTSOURCING DECISIONS**

Ash AKSOY

Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Industrial Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nursel ÖZTÜRK

Global outsourcing can be defined as forwarding a specific business to a global supplier. While enhancing the competencies of enterprises, global outsourcing also facilitates flexible structures for enterprises. Apparel industry is very complex owing to uncertain demand structure, wide range of product references and labor intensive processes. Especially uncertain demand and variability of the product increase the difficulty of the supply chain management. The scope of this study is, developing a fuzzy logic based global outsourcing decision support system for demand forecasting and evaluating the “make or buy” decision. The application of the decision support system is made at the apparel industry.

In apparel industry, frequently, different processes are operated in different countries. Supply chain management is becoming more complex by the introduction of the global members to the chain. Historical sales data may not exist in apparel industry because of the complex structure of the industry and the characteristics of the product, the product may be new product for the planning horizon and may not take place for the following season. Apparel industry purchasing decisions can be easily affected by the political or financial volatility of the environment. This volatility also increases the complexity of the demand forecasting system. It is very difficult to capture this volatility by using statistical methods. That’s why, neural network based fuzzy inference system can be a well suited approach for such a dynamic environment. In this study, a fuzzy logic-based decision support system is established due to the similarity between fuzzy logic and human decision system. Fuzzy logic systems also cope with uncertain properties of the decision problems better than other artificial intelligence methods. In many research works, it is claimed that the cost is the single most important criteria of global decisions, but, in real world applications, a number of criteria should be simultaneously evaluated. Fuzzy logic is a widely used approach for multicriteria decision making problems. A common analytical method for global outsourcing decisions in apparel industry does not exist due to the complex nature of decision processes which is completely dependent on the decision maker. The proposed approach, decreasing the dependency of the decision making process on the decision maker, establishes an effective system which can easily be applicable to most of the apparel industry.

Keywords: Global outsourcing, apparel industry, make or buy, decision support system, demand forecasting, fuzzy logic

2012,xi + 248 pages

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının oluşması sürecinde, ayrıca yüksek lisans ve doktora eğitim sürecim boyunca yardımını hiçbir zaman esirgemeyen, yapıcı, yönlendirici ve anlayışlı yaklaşımı ile gerektiğinde danışman gerektiğinde arkadaş olabilen çok değerli danışman hocam sayın Doç.Dr. Nursel Öztürk'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezin oluşumunda büyük katkıları olan hocalarım sayın Prof.Dr. Erdal Emel'e ve sayın Prof. Dr. Recep Eren'e, Almanya'da olduğum süre içinde bana her türlü desteği veren Prof. Dr. Eric Sucky'e, çok değerli desteği, yardımları ve önerileri için Prof. Dr. Heinrich Rommelfanger'a teşekkürlerimi sunarım. Tezin uygulaması için yurtiçinde ve yurtdışında görüştüğüm işletmelerin çalışanlarına bana vakit ayırdıkları için teşekkürlerimi sunarım. Bugünlere gelmemde en büyük payı olan başta anneme ve babama, çok sevgili eşime ve en önemlisi de çocuklarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Öğrenim hayatımın bu en önemli ve zorlu dönemini onların desteği ve özverileri olmadan başaramazdım. Ayrıca bu aşamaya gelene kadar üzerimde emeği olan bölümdeki tüm hocalarıma ve desteklerinden dolayı bölümdeki tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Aslı AKSOY
Mayıs, 2012

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	Error! Bookmark not defined.
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. Global Dış Satın Alma.....	4
2.1.1. Global dış satın alma konusunda literatürde yapılmış çalışmalar.....	11
2.1.2. Global dış satın alma kararı için önemli kriterler.....	17
2.2. Çok Kriterli / Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleri.....	23
2.3. Yap ya da satın al modelleri.....	36
2.4. Hazır Giyim Sektörünün Genel Özellikleri Ve Sektörde Dış Satın Alma Uygulamaları.....	38
2.5. Talep Tahmin Yöntemleri.....	47
2.5.1. Hazır giyim sektöründe talep tahmini için kullanılan kriterler.....	55
2.6. Bulanık Mantık.....	58
2.6.1 Bulanık küme teorisi.....	62
2.6.2 Bulanık kümeler üzerinde işlemler.....	63
2.6.3. Bulanık ilişkiler.....	64
2.6.4. Olabilirlik.....	65
2.6.5. Üyelik fonksiyonları.....	65
2.6.6. Bulanıklaştırma.....	68
2.6.7. Bulanık kurallardan genel çıkarıma gidilmesi.....	69
2.6.8. Grafikselleştirme.....	70
2.6.9. Durulama.....	72
2.6.10. Bulanık mantık ve karar destek sistemleri.....	77
2.7. Yapay Sinir Ağları.....	86
2.7.1. Nöron modeli.....	88
2.7.2. Yapay sinir ağı çeşitleri.....	92
2.7.3. Yapay sinir ağının yapısı.....	93
2.7.4. Yapay sinir ağlarında eğitim, test etme ve öğrenme.....	94
2.7.5. Çok katmanlı algılayıcı modelinin yapısı.....	97
2.8. Yapay Sinir Ağları ile Bütünleşik Bulanık Sistemler.....	98
2.8.1. Sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi.....	99
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	105
3.1 Talep Tahmini için Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sisteminin Oluşturulması.....	106
3.2. Bulanık Mantık Tabanlı Global Dış Satın Alma Karar Destek Sisteminin Oluşturulması.....	113
4. BULGULAR.....	121
4.1. Hazır Giyim Sektöründe Talep Tahmini için Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sisteminin Oluşturulması.....	121

4.2. Hazır Giyim Sektörü için Bulanık Mantık Tabanlı Global Dış Satın Alma Karar Destek Sisteminin Oluşturulması.....	131
4.3. Global Dış Satın Alma Karar Destek Sistemi Kullanıcı Arayüzlerinin Oluşturulması.....	156
5. SONUÇ.....	169
KAYNAKLAR.....	174
EKLER.....	181
EK 1 Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri.....	182
EK 2 Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının doğrulanması için kullanılan girdi ve çıktı verileri.....	195
EK 3 Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısında kullanılan Sugeno tipi kurallar.....	198
EK 4 Talep tahmin sistemi için oluşturulan YSA tasarımı için farklı ağ yapılarının eğitim ve test kümesi hata değerleri.....	202
EK 5 Üç ürün grubuna ait 24 aylık test verisi için girdi ve çıktı değerleri.....	203
EK 6 Kalite bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası.....	209
EK 7 Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası.....	210
EK 8 Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar.....	211
EK 9 Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası.....	212
EK 10 Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar.....	214
EK 11 Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası.....	215
EK 12 Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar.....	217
EK 13 Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası.....	219
EK 14 Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar.....	222
ÖZGEÇMİŞ.....	247

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
\diamond	Toplama operatörü
D	Son müşteri talebi
r	Emniyet stoğu oranı
x	Talebin değişim miktarı yüzdesi
μ_A	Bulanık küme A için üyelik fonksiyonu
\cup	Birleşim işlemi
\cap	Kesişim işlemi
X	Evrensel küme
α	Bölüm kümesi
Λ_α	Seviye kümesi
Π	Olabilirlik dağılımı
A	Bulanık küme
\sim	
x_i	Mamdani modelinde i . girdi
y	Mamdani modelinde çıktı
z^*	Durulanmış değer
\int	Cebirsel integral
Σ	Cebirsel toplam
hgt	En büyük yükseklik
sup	En küçük üst sınır
inf	En büyük üst sınır
k	Nöron
X_j	k . nöronun girdisi
W_{jk}	k . nörona j . nörondan gelen bağlantının ağırlık değeri
y_k	k . nöronun çıktısı
$\varphi()$	Aktivasyon fonksiyonu
θ_k	k . nöronun eşik değeri
μ	Momentum
η	Öğrenme oranı
f_i	Tahmin edilen değer
y_i	Gerçek değer
n	Tahmin yapılan dönem sayısı
Y_t	t . dönemde gerçekleşen değer
F_{t+1}	$t+1$. dönemde tahmin edilen değer

Kısaltmalar	Açıklama
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANFIS	Adaptif Ağ Yapısına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi

Kısaltmalar	Açıklama
ARMA	Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Moving Average)
ARIMA	Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average)
BT	Bilgi Teknolojileri
CBR	Durum Tabanlı Muhakeme (Case Based Reasoning)
EB-EK	En Büyük – En Küçük
EDI	Elektronik Veri Değişimi (Elektronic Data Interchange)
GA	Genetik Algoritma
LSE	En Küçük Kareler Tahmini (Least Square Estimators)
MAE	Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error)
MAPE	Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percentage Error)
MSE	Ortalama Karesel Hata (Mean Square Error)
TOC	Kısıtlar Teorisi (Theory of Constraints)
TSK	Takagi, Sugeno ve Kang
VZA	Veri Zarflama Analizi
YSA	Yapay Sinir Ağları

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Dış satın alma miktarı ve işletme performansı ilişkisi	7
Şekil 2.2. Tedarik zinciri aşamaları	49
Şekil 2.3. Üyelik fonksiyonu bölümleri	66
Şekil 2.4. Üçgen üyelik fonksiyonu	67
Şekil 2.5. Yamuk üyelik fonksiyonu	67
Şekil 2.6. Gauss eğrisi tipi üyelik fonksiyonu	67
Şekil 2.7. Sigmoidal üyelik fonksiyonu	68
Şekil 2.8. EB-EK çıkarımına sahip Mamdani modelinin gösterimi	70
Şekil 2.9. Sugeno tipi çıkarım modeli	71
Şekil 2.10. Tsukamoto çıkarım yönteminin gösterimi	72
Şekil 2.11. En büyük üyelik durulama yöntemi	73
Şekil 2.12. Alan merkezi durulama yöntemi	74
Şekil 2.13. Ağırlıklı ortalama durulama yöntemi	74
Şekil 2.14. Ortalama en büyük üyelik yöntemi	75
Şekil 2.15. Toplamların merkezi yöntemi	76
Şekil 2.16. Hedef, kısıt ve karar arasındaki ilişki	80
Şekil 2.17. Nöron modeli	89
Şekil 2.18. Yapay sinir ağı katmanlarının birbirleri ile ilişkileri	94
Şekil 2.19. Çok katmanlı algılayıcı modeli	97
Şekil 2.20. Çok katmanlı algılayıcı ağının eğitimi	99
Şekil 2.21. Takagi ve Sugeno tipi çıkarım	101
Şekil 2.22. Adaptif ağ yapısının katmanları	101
Şekil 3.1. Global dış satın alma karar destek sistemi genel yapısı	105
Şekil 3.2. Talep tahmini için oluşturulan sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sisteminin yapısal tasarım aşamaları	108
Şekil 3.3. ANFIS örneğine ait girdi değişkenleri için üyelik fonksiyonları ve sözel ifadeler	109
Şekil 3.4. ANFIS örneğine ait X_1 girdisi için üyelik fonksiyon değerinin belirlenmesi	110
Şekil 3.5. ANFIS örneğine ait X_2 girdisi için üyelik fonksiyon değerinin belirlenmesi	111
Şekil 3.6. ANFIS örneğine ait girdiler için sözel ifadeler ve ilgili kurallar	111
Şekil 3.7. Bulanık sistemin genel yapısı	116
Şekil 3.8. Bulanık mantık tabanlı global dış satın alma karar destek sisteminin tasarım aşamaları	116
Şekil 3.9. Bulanık mantık örneğine ait girdi ve çıktı değişkenleri için üyelik fonksiyon değerleri	117
Şekil 3.10. Bulanık mantık örneği için X_1 ve X_2 girdileri için üyelik fonksiyon değerinin belirlenmesi	118
Şekil 3.11. EB-EK çıkarımının grafiksel gösterimi	119
Şekil 3.12. EB operatörünün uygulanması ile elde edilen bölge	119
Şekil 3.13. Durulama işleminin grafiksel gösterimi	120
Şekil 4.1. Üç ürün grubu için 24 aylık talep değerleri	123
Şekil 4.2. Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısı	125
Şekil 4.3. Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS modeli	126

Şekil 4.4.	Ürün Grubu_1 için test kümesinin uygunluk grafiği	128
Şekil 4.5.	Ürün Grubu_2 için test kümesinin uygunluk grafiği	128
Şekil 4.6.	Ürün Grubu_3 için test kümesinin uygunluk grafiği	128
Şekil 4.7.	Gerçek talep değeri, ANFIS ve YSA uygunluk grafikleri	133
Şekil 4.8.	Karar destek sistemi için belirlenen kriterler	134
Şekil 4.9.	Kalite bulanık çıkarım sistemi	137
Şekil 4.10.	Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi	141
Şekil 4.11.	Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi	144
Şekil 4.12.	Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi	147
Şekil 4.13.	Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi	151
Şekil 4.14.	Bulanık mantık tabanlı global dış satın alma değerlendirme süreci	152
Şekil 4.15.	Global dış satın alma karar değerlendirme bulanık çıkarım sistemi	155
Şekil 4.16.	Global dış satın alma karar destek sistemi kullanıcı ara yüzü ana ekranı	157
Şekil 4.17.	Talep tahmin modülü kullanıcı ara yüzü çalışma aşamaları	158
Şekil 4.18.	Global dış satın alma karar destek sistemi kullanıcı ara yüzü veri girişi	159
Şekil 4.19.	Kalite bulanık çıkarım sistemi kullanıcı ara yüzü veri girişi	160
Şekil 4.20.	Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi kullanıcı ara yüzü veri girişi	160
Şekil 4.21.	Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi kullanıcı ara yüzü veri girişi	161
Şekil 4.22.	Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi kullanıcı ara yüzü veri girişi	161
Şekil 4.23.	Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi kullanıcı ara yüzü veri girişi	161
Şekil 4.24.	Global dış satın alma karar destek sistemi kullanıcı ara yüzü karar süreci	162
Şekil 4.25.	Beş aday tedarikçi için değerlendirme sonucu	163

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. ABD’de bulunan işletmelerin satın alma tercihleri	11
Çizelge 2.2. Hazır giyim tedarik zincirinde aşamaların sorumluları	40
Çizelge 4.1. Talep tahmin sistemi için belirlenen girdi kriterleri	122
Çizelge 4.2. Girdi kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları	124
Çizelge 4.3. Sugeno tip bulanık çıkarım mekanizması için hazırlanan kural örnekleri	125
Çizelge 4.4. Test kümesinin farklı üyelik fonksiyonları için hata değerleri	127
Çizelge 4.5. ANFIS yapısının YSA ile karşılaştırılması	129
Çizelge 4.6. ANFIS ve YSA modellerinin Theil’s U-istatistik değerleri	130
Çizelge 4.7. Talep tahmin sistemi için uygulama örnekleri ve sonuçları	132
Çizelge 4.8. Kalite bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları	136
Çizelge 4.9. Kalite bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar	137
Çizelge 4.10. Kalite bulanık çıkarım sistemi için uygulama örnekleri	138
Çizelge 4.11. Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları	139
Çizelge 4.12. Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar	140
Çizelge 4.13. Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi için uygulama örnekleri	141
Çizelge 4.14. Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları	143
Çizelge 4.15. Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kural örnekleri	144
Çizelge 4.16. Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için uygulama örnekleri	145
Çizelge 4.17. Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları	146
Çizelge 4.18. Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kural örnekleri	147
Çizelge 4.19. Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için uygulama örnekleri	148
Çizelge 4.20. Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları	150
Çizelge 4.21. Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kural örnekleri	150
Çizelge 4.22. Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için uygulama örnekleri	151
Çizelge 4.23. Global dış satın alma karar değerlendirme bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları	154
Çizelge 4.24. Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kural örnekleri	155
Çizelge 4.25. Global dış satın alma karar değerlendirme bulanık çıkarım sistemi için uygulama örnekleri	156

1. GİRİŞ

Günümüzde müşteri bilinçlenmiş, kendi beklentilerine göre özelleştirilmiş ürünlerin uygun miktar ve hızda sağlanmasını talep etmektedir. Bunun yanı sıra ülke ekonomisinde ve küresel ekonomideki ani dalgalanmalar da işletmeler açısından önemli riskler oluşturmaktadır. Tüm bu etkenlere bağlı olarak işletmeler yönetim ve üretim yapılarında radikal değişimler yapmaya başlamışlardır. Günümüz rekabetçi iş ortamında işletmelerin devamlılığı ve pazardaki mevcut konumunu koruyabilmesi, maliyetleri azaltma ile mümkündür.

Yoğun rekabet nedeniyle işletmeler eksik kaynaklarını yeniden değerlendirmeli ve yönlendirmelidirler (Quinn 1999). Kaynaklar işletmenin merkezi fonksiyonlarının neresinde daha fazla pozitif etki sağlayacaklarına göre yönlendirilmelidirler (Kremic ve ark. 2006).

Bir işletme belirli bir ürünü kendisi üretebilir ya da üretim maliyeti kazanımı elde etmek için bu üründe global dış satın alma yöntemini tercih edebilir.

Global pazarların oluştuğu günümüzde, işletmeler bu pazarlarda rekabet edebilmek, mevcut gücünü sürdürebilmek amacıyla yeni çalışma yöntemlerini benimsemek zorunda kalmışlardır. Bu yoğun ortam içinde global dış satın alma son yıllarda endüstrinin ilgisini çeken bir yöntem olmuştur.

İşletmeler, değişime uyum sağlayabilmek, dalgalanmalardan daha az etkilenmek, güncel teknolojilerden, bilgi birikiminden hızla yararlanabilmek amacıyla “global dış satın alma” yöntemini yaygın olarak uygulamaktadır. Global dış satın alma bir yandan işletmelerin temel yetkinliklerini geliştirmesine olanak sağlarken, bir yandan da işletmelerin daha esnek bir yapıya sahip olmasını kolaylaştırır.

Dünya çapında bir üretici olmak ya da toplam kaliteyi tüm süreçlerde uygulamak için, işletmeler, süreç girdilerinin tüm boyutlarını gözden geçirmelidirler. Motwani ve ark. (1999), dünya çapında bir imalatçı olmanın sadece global rekabete girmekle mümkün olmayacağını, işletmelerin eş zamanlı olarak maliyet, teknoloji ve kalite konularında rakipsiz bir anlayışa sahip olmaları gerektiğini bildirmişlerdir.

Global rekabet ortamı, birçok ürün için büyük ölçüde kısaltılmış yaşam çevrimini zorunlu tutmakta, işletmelerin çok merkezli olmalarına daha fazla müsaade

etmemektedir. İşletmelerin rakipleri üzerindeki rekabet avantajını sürekli korumasını sağlayacak yeteneklere sahip olması gerekmektedir (Kotabe ve Murray 2004).

Günümüzde hızlı değişen koşullara uyum sağlamak için, işletmeler, düşük maliyet, yüksek kalite, daha fazla esneklik ve düşük teslimat süreleri sağlayan sistemleri geliştirmek zorundadırlar (Chan ve ark. 2003).

Global dış satın alma, kısaca, işletmenin belirli bir faaliyetini farklı ülkedeki bir tedarikçiye iletmesi olarak tanımlanabilir. İşletmelerin tüm ihtiyaçlarını üretmesi, işletmeler için daha zor ve daha az ekonomik olmaktadır. Günümüz endüstrisinde eğilim, hammadde ve yarı mamulü, tedarikçilerden temin etmek yönündedir. İşletmelerin farklı ülkedeki tedarikçiyi seçmesinin tek nedeni maliyet kazanımı gibi görünse de, gerçekte, yöneticiler birçok kriterin eş zamanlı değerlendirmesini yaparak karar vermektedirler. Satın alma fonksiyonunun öneminin artmasıyla satın alma kararları daha önemli hale gelmiştir. İşletmelerin tedarikçilerine bağımlılığı arttıkça kötü kararların sonuçları daha şiddetli hissedilmektedir. Düşük maliyetli ülkelere yapılan satın alma, global dış satın almanın içinde yer alan bir uygulamadır. Son yıllarda ABD ve AB’de bulunan işletmelerin dış satın alma gerçekleştirdikleri ülkeler incelendiğinde, tercihlerin Çin, Hindistan, Meksika, Çek Cumhuriyeti, Polonya gibi düşük maliyetli ülkelere kaydığı gözlenmektedir.

Mol ve ark. (2005), 1989 yılına kadar literatürde global dış satın almayla ilgili çalışma olmadığını, çalışmaların 1989 yılından sonra başladığını, global dış satın alma ile ilgili literatürde bilgi eksikliği olduğunu bildirmişlerdir. Literatürde yapılmış çalışmaların birçoğu, ABD’deki işletmeler ya da AB’de iş yapan işletmelerle ilgilidir. AB’de yapılan çalışmalar da dış satın alma ilişkileri, ağları ve tanımlamaları ile ilgili olup, çalışmalar bilgi teknolojileri (BT) dış satın alımıyla ilgilidir (Mol ve ark. 2005).

Hazır giyim sektörü, belirsiz talep yapısı, ürün çeşitliliği, üretim aşamalarında insan emeğinin yoğun olması ile oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Özellikle talebin belirsiz olması ve ürün çeşitliliği tedarik zinciri yönetimini zorlaştırmaktadır. Tedarik zinciri üyeleri stok fazlası ya da kayıp satış durumuyla sıkça karşılaşmaktadırlar.

Hazır giyim sektöründeki üreticiler de son yıllarda yarı mamul ya da bitmiş ürünü düşük maliyetli ülkelere (özellikle çalışan maliyetinin düşük olduğu ülkelere) satın alma yöntemini tercih etmektedirler. Sektörde zaten karmaşık olan tedarik zinciri yönetimi, zincire yabancı üyelerin girmesiyle daha da zorlaşmaktadır.

Bellman ve Zadeh (1970), sistemin karmaşıklığı arttıkça, sistemin belirliliği ve yeterliliği hakkında karar verme yetisinin azaldığını belirtmiştir.

Yapılan doktora tez çalışmasının amacı; bir işletmede belirli bir ürün için (gerekliyse) talep tahmininin yapılması, daha sonra tahmin edilen talep değerinin de dikkate alındığı, girdileri işletmenin “yap ya da satın al” kararının değerlendirileceği kriterlerin aday tedarikçilere göre değerlendirme sonuçları, çıktısı ürün için “yap ya da satın al” kararı olan, eğer karar “satın al” yönünde ise ürünün nereden satın alınacağı bilgisini de veren bulanık mantık tabanlı karar destek sisteminin oluşturulmasıdır. Çalışma ile ilgili uygulama hazır giyim sektöründe yapılmıştır.

Talep tahmin sistemi oluşturulurken hazır giyim sektöründe global dış satın alma yöntemini uygulayan aynı zamanda da hazır giyim sektörü için büyük bir global tedarikçi olan bir işletme ile görüşmeler yapılmış, sistemin parametreleri belirlenirken işletme deneyimlerinden ve literatür çalışmalarından yararlanılmıştır. Bulanık çıkarım mekanizmasının oluşturulmasında Matlab Fuzzy Logic Toolbox kullanılmıştır.

Sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemine dayalı talep tahmin sistemi için, farklı ürün tiplerine ait 24 aylık geçmiş talep verisi incelenmiş, eğitim ve doğrulama kümeleri ile Sugeno tipi bulanık kurallar oluşturulmuştur. Sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sisteminin oluşturulmasında uygun parametrelerin elde edilmesi için farklı denemeler yapılmıştır. Talep tahmin modeli hem sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi hem de yapay sinir ağı (YSA) modeli için oluşturulmuş, sonuçta sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım modelinin gerçeğe çok daha yakın değerler verdiği tespit edilmiştir.

Global dış satın alma karar değerlendirme süreci için oluşturulan model, literatürde karmaşık bir problem olarak tanımlanan global dış satın alma karar süreci için kolay ve etkin bir yöntem önermektedir. Bulanık mantık tabanlı karar destek sistemi hem niteliksel hem de niceliksel kriterlerin eş zamanlı değerlendirmesini sağlayarak, kullanıcıya, karar sürecinde büyük esneklik sağlamaktadır. Bulanık mantık tabanlı model sayesinde, karar verme sürecinde herhangi bir formülasyona ihtiyaç kalmadan, karmaşıklık ve belirsizlikler çözülmüş, karar sürecinin karar vericiye bağlılığı azaltılmış ve tüm işletmelerin kolaylıkla kullanabileceği etkin bir sistem tasarımı yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Global Dış Satın Alma

Genel olarak ifade edilmek istenirse dış satın alma, bir işletmenin temel yetkinliklerine odaklanıp, bu yetkinlikler dışındaki diğer konularda, konusunda uzman başka işletmelerden hizmet almasıdır.

Kotabe (1998), global dış satın almayı, yarı mamul ya da bitmiş ürünün global tedarikçilerden satın alınması şeklinde tanımlamıştır. Bu tanımdaki satın alınan ürünler, pazarlanabilir ürün için gerekli olan tüm işlemleri ve faaliyetleri içermektedir.

1980'li yıllardan itibaren yöneticilerin satın alma stratejileri iki açıdan değişmiştir. Birincisi; işletmeler dikey bütünleşme yerine dış satın almayı tercih eder olmuşlar, yalın ve esnek işletmelerin daha iyi rekabet edeceğine inanır olmuşlardır. İkincisi; 1990'da başlayan globalleşme çağıyla, işletmeler global satın alma prensiplerini benimsemiş, rekabetçi yönlerini geliştirmek için dünyadaki en iyi tedarikçiyi belirlemeye çalışmışlardır. Bu tercihlerden birini ya da ikisini birden uygulamanın işletmenin stratejisi, yapısı ve performansı açısından önemli sonuçlar doğurduğu bilinmektedir (Mol ve ark. 2005).

Narasimhan ve ark. (2006), stratejik satın almanın amaçlarının geleneksel satın almaya göre farklı olduğunu bildirmişlerdir. Geleneksel satın alma işlem maliyetlerinin en azlanmasına odaklanmışken, stratejik satın alma maliyetinin yanında kalite, teslimat, cevap yeteneği, yenilikçilik gibi müşteri isteklerini karşılayabilme yeteneklerine odaklanmaktadır. Satın alma stratejisi işletmenin karlılığını etkileyen, işletmenin var olması ve büyümesi için çok önemli bir faktördür (Tam ve ark. 2007). Dış satın alma ya da denizaşırı ülkelerden satın alma, işletmelere rekabet avantajı sağlayan yeni bir fırsattır (Zeng 2000).

Global dış satın alma stratejisinde esneklik önemli bir etkidir. İşletmeler müşteri isteklerine daha hızlı cevap vermek isterler ve global dış satın alma bunu sağlayan bir araç olarak görülebilir. Global dış satın alma, riskli durumlarda, riskin tedarikçiyle paylaşılmasını ve aynı zamanda tedarikçinin pozitif özelliklerinden yararlanılmasını sağlamaktadır (Kremic ve ark. 2006)

Global dış satın almanın esas amacı; işletmenin hem kendi hem de tedarikçisinin rekabetçi avantajlarından ve global rekabet ortamında nispi konum avantajlarından yarar sağlamaktır (Kotabe ve Murray 2004).

Global dış satın alma stratejisi, AR-GE, üretim ve pazarlama aktivitelerinin yakın ilişki içinde olmasını gerektirir. Bu aşamada bölümlerin amaçları arasında çelişkiler olabilir. Müşteri talebine göre ürünlerin çok fazla çeşitlendirilmesi imalat verimliliğini ve maliyeti olumsuz yönde etkiler. Ancak üretim maliyetini düşürmek adına ürün çeşitliliğini azaltmak da müşteri memnuniyetini olumsuz etkiler. Etkin global dış satın almanın esası; pazarlama esnekliğini azaltmadan üretimi daha etkin hale getirmektir (Kotabe ve Murray 2004).

Global dış satın alma, rekabet sonucu otomatik olarak ortaya çıkan bir yöntemdir; ancak ürünlerin/hizmetin nereden temin edileceği statik bir karar değil, daimi değerlendirmeler sonucunda ortaya çıkan bir sonuçtur (Carter ve ark. 2008). Global dış satın alma stratejisi, işletmenin değer zincirinin bir parçasıdır ve bu strateji tedarik zincirinin tamamını etkilemektedir (Kotabe ve ark. 2008).

Mol ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada dış satın alma yapılan işletmenin bulunduğu ülkenin ekonomik büyüklüğü ile dış satın alma miktarı arasında ters orantı olduğunu bulmuştur. Örneğin yapılan çalışmada global dış satın almanın toplam pazardaki oranının Japonya'da %2.4, Fransa'da %8, İsviçre'de %91.6, Benelux'de %70.7 olduğu tespit edilmiştir.

Levy (2005), global dış satın almanın işletmelerin organizasyonel ve teknolojik kapasitelerinin artmasıyla ilgili olduğunu belirtmiştir. Mol ve ark. (2005), global dış satın almayı, performans geliştirici bir araçtan çok, uluslar arası üretim maliyeti avantajları ve dahili ulaşım maliyeti avantajları arasındaki denge olarak tanımlamışlardır.

Global dış satın almada yaşanan belli başlı problemler; lojistik, envanter yönetimi, uzaklık, yabancı iş ortamında çalışmanın getirdiği bilgi eksikliği olarak tanımlanabilir (Kotabe ve ark. 2008).

Global dış satın alma günümüzde akademik çalışmalarda ve iş dünyasında popüler bir konu olmuştur. Ancak yapılan çalışmaların sonucunda birbiriyle çelişen sonuçlar ortaya çıkmıştır (Kotabe ve ark. 2008).

Gottfredson ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada işletmelerin %50'sinin dış satın alma ile ilgili beklentilerinin gerçekleşmediğini bulmuştur. İşletmelerin %10'u sadece maliyet kazanımından memnun olmuş, %6'sı genel global dış satın almadan memnun kalmıştır. Mol ve ark. (2005), global dış satın almanın, işletmelerin farklı pazarlarda güvenilir yer elde etmesine ya da meşruluğunu geliştirmesine yardımcı olduğunu belirtmiştir. Ancak, tedarik tabanının çok uluslu olması, bu çok uluslu sistemin nasıl yönetileceği ile ilgili pek çok problemi de beraberinde getirmektedir. Kremic ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, global dış satın almanın stratejik açıdan bir tuzak olarak da görülebileceğini, eğer işletmeler, yanlış bir fonksiyonun dış satın almasını gerçekleştirirlerse, kendi bilgi tabanlarının eksik kalacağını ve bu durumun da gelecekteki olası fırsatlardan yararlanmayı azaltacağını bildirmişlerdir.

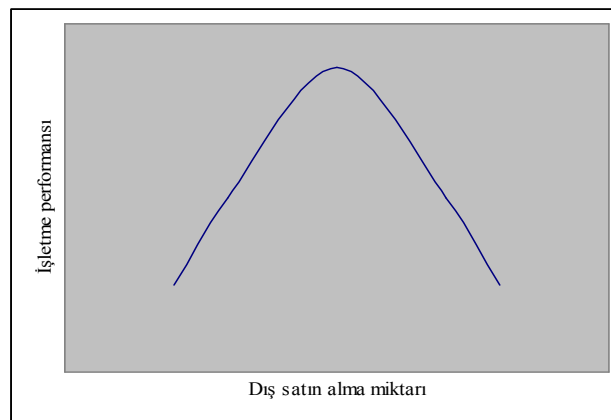
Kremic ve ark. (2006), işletmelerin global dış satın alma yapması durumunda dikkat edilmesi gereken faktörleri belirlemişlerdir:

- *Esas yetenek*: “Esas yetenekler” işletmenin rekabetçi yönünü geliştiren faaliyetler olarak tanımlanabilir. Quinn (1999) esas yetenekleri “ işletmelerin diğer işletmelerden daha iyi gerçekleştirebildiği faaliyetler” olarak tanımlamıştır. Esas yetenek özelliğine sahip faaliyetlerin global dış satın alması önerilmemektedir.
- *Kritik bilgi*: İşletmede bazı bilgilerin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Eğer fonksiyon kritik bilgi sağlıyorsa global dış satın alma yöntemi önerilmemektedir.
- *Kaliteye etki*: İşletmenin kalitesi o işletmenin itibarını oluşturmaktadır ve talebi belirlemektedir. Eğer işletme yüksek kalitede ürün üretiyorsa, bu ürünün global dış satın almasının yapılması mevcut kaliteyi kötü etkileyebilir. Kalite global dış satın alma kararını pozitif ya da negatif yönde etkileyebilen bir faktördür (Anderson 1997).
- *Esneklik*: Esneklikle talebin, süreçlerin ya da kaynakların esnekliği tanımlanabilir. Antonucci ve ark. (1998) uzun dönemli anlaşmaların esneklik kaybına neden olabileceğini belirtmişlerdir. Ancak, bazı büyük işletmeler global dış satın alma ile esnekliklerini arttırabilirler. Literatürde global dış satın alma kararı, genelde esnekliği arttıran bir faktör olarak görülmüştür.

- *Maliyet*: Literatürde birçok işletmenin global dış satın alma tercih etmesinin ana nedeninin maliyet olduğu belirtilmiştir. Eğer işletme maliyet nedeni ile global dış satın almayı tercih ediyorsa, kendi maliyetinin dış satın alma maliyetinden daha fazla olduğu kabul edilir. Ancak global dış satın almadan beklenen kazanımlar genelde belirsizdir. Bu nedenle maliyet kazanımları da beklenen miktarlarda olmayabilir.
- *Fonksiyonlar*: Karmaşık fonksiyonların daha az global dış satın almasının yapılması önerilmektedir.
- *Bütünleşme (Integrasyon)*: Integrasyon, organizasyon dışındaki fonksiyon ve sistemlerin organizasyona bağlanması olarak tanımlanabilir. Çok fazla integrasyona sahip fonksiyonların daha az global dış satın almasının yapılması önerilmektedir.

Global dış satın almanın maliyet artırıcı bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Örneğin global dış satın almayla ulaşım, iletişim, bilgi değişimi gibi maliyetler artmaktadır. Bölgesel üretim stratejileri ise düşük iletişim ve ulaşım zamanı gereksinimi yanında aynı zamanda kısa teslimat süresi sağlamanın avantajını da sunmaktadır. Bu avantaj, literatürde, birçok işletmenin global dış satın almayı tercih etmemesinin ana nedeni olarak gösterilmektedir (Dana ve ark. 2007).

Kotabe ve ark. (2008), dış satın alma miktarı ve işletme performansı ilişkisinin Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi ters-U şeklinde olduğunu düşünmektedirler. Şöyle ki, her bir işletme için optimal dış satın alma derecesi bulunmaktadır. Eğer işletme bu optimal noktadan saparsa, işletme performansı önemli ölçüde düşmektedir.



Şekil 2.1. Dış satın alma miktarı ve işletme performansı ilişkisi (Kotabe ve ark. 2008)

Literatürde yapılan çalışmalarda, işletmelerin neden dış satın almayı tercih ettiği ile ilgili bulunan bilgiler aşağıda özetlenmiştir:

- *Stratejiye odaklanma / aktiflerin azaltılması:* Dış satın alma ile işletmeler imalat ya da benzeri alanlarla ilgili yatırımlarını azaltabilirler. Diğer taraftan, dış satın alma, üreticilerin merkezi konulara daha fazla dikkat göstermesine yardımcı olabilir (Kotabe ve ark. 2008).
- *Tamamlayıcı yetenekler / düşük üretim maliyetleri:* Dış tedarikçiler genellikle kendi üretim alanlarında yüksek derecede uzmanlaşmışlardır ve bu da dış satın alma yapan işletmeye göre daha düşük maliyetle üretim yapmalarını sağlar. Bu nedenle dış satın alma yapan işletmeler, kendi üretim maliyeti seviyelerini, merkezi olmayan aktivitelerin dış satın almasını gerçekleştirerek, geliştirebilirler (Quinn 1999)
- *Stratejik esneklik:* Global dış satın alma işletmenin stratejik esnekliğini arttırabilir (Haris ve ark. 1998). Harici kriz durumu oluşursa, işletmeler dış tedarikçilerden alınan ürünlerin miktarlarıyla oynayarak bu kriz ortamıyla daha iyi mücadele edebilirler. Eğer aynı ürün işletmenin bulunduğu ülkede üretiliyorsa, sadece yüksek yeniden yapılanma maliyetleri değil aynı zamanda harici olaylara daha uzun sürede cevap verme durumu ortaya çıkar.
- *İlişkiler:* Dış tedarikçilerle oluşturulan sağlam ilişkiler rekabet ortamında işletmeye avantaj sağlar (Kotabe ve ark. 2008). Satın alıcı ve tedarikçi arasındaki yanlış anlamalar dış satın alma performansının düşmesine neden olur (Carter ve ark. 2008).

Carter ve ark. (2008), işletmelerin global satın alma planlarını, satın alma sürecinde rakiplerden geri kalmamak, rekabetsiz maliyet yapısı geliştirmek, ana yatırımları ve genel sabit maliyeti azaltmak, işletmenin değer zincirinde ürünler, hizmetler ve teknolojiler için maliyet rekabeti sağlamak için geliştirdiklerini açıklamaktadırlar.

Literatürdeki bazı çalışmalarda dış satın almanın aşağıda belirtilen dezavantajlara sahip olduğu belirtilmektedir:

- *Faaliyet alanı kapsamı:* Tedarik zincirinde yer alan operasyonlar arasında önemli kesişim noktaları varsa, bu operasyonların farklı tedarikçiler tarafından gerçekleştirilmesi, tedarik zinciri performansının optimalin altına düşmesine neden olur (Kotabe ve ark. 2008).
- *Güç kaybı:* Aşırı dış satın alma gerçekleştiren işletmeler kendi rekabet tabanını çökertirler. Diğer bir deyişle, tedarikçi yeteneğinin işletmeye göre daha fazla artması nedeniyle, işletme tedarikçisiyle pazarlık yapma gücünü kaybeder (Kotabe 1998).
- *Fırsatçı davranışlar:* Dış tedarikçiler fırsatçı davranabilirler. Fırsatçı davranışlar, tedarikçinin önceden anlaşılan kaliteden daha düşük kalitede üretim yapmasına ya da bilgi vermeden üretim maliyetlerini değiştirmesine neden olabilir (Kotabe ve ark. 2008).
- *Sınırlı öğrenme ve inovasyon:* Dış tedarikçiler üretimi gerçekleştirerek ürün bilgisinin tamamına sahip olurlar, ancak bu durumda, dış satın almayı gerçekleştiren işletme ürün bilgisinin tüm avantajlarından faydalanamaz. Bu durum satın alıcı-tedarikçi arasında her zaman sorun olmuştur; çünkü, her iki taraf da mümkün olan en fazla bireysel yararı elde etmeye çalışır. Böyle ortamlarda da inovasyon daha zor gerçekleşir (Nooteboom 1999).
- *Mali piyasanın negatif etkisi:* Dalgalı mali piyasalara bağlı olarak yüksek işlem maliyetleri ortaya çıkabilir (özellikle ani kur değişimlerinde). Örneğin, Asya'da yaşanan finansal kriz sonrasında Asya'da iş yapan birçok yabancı işletme, dalgalı mali piyasaların negatif etkisini net biçimde hissetmiştir (Kotabe ve ark. 2008).

Kremic ve ark. (2006), global dış satın almanın gerçekleşmeyen kazanımlar, çalışan motivasyonunda yaşanan problemler, tedarikçiye fazla bağımlılık, genel bilginin kaybı nedeniyle gelecekteki olası fırsatları kaçırma ve müşteri memnuniyet seviyesinin düşmesi gibi riskler içerdiğini belirtmişlerdir. Bu risklerin, doğru tanımlanmamış istekler, zayıf iletişim, yol gösterici bir yöntemin olmaması ya da plan eksikliği ve yetersiz ilişkiler nedeni ile ortaya çıkabileceği bildirilmiştir.

Lowe ve ark. (2002), global tedarikçinin beraberinde getirdiği risklerden iki tanesinin kur değişimleri ve farklı ülkelerdeki enflasyon oranları olduğunu belirtmişlerdir. Kur değişiminin etkisinin literatürde farklı açılardan incelendiği ve farklı sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir. Brush ve ark. (1999) birçok işletmenin global tedarikçi seçiminde kur değişimini majör faktör olarak ele almadığını belirtmiştir. Kouvelis (1999), tedarikçi değişim maliyetinden dolayı, işletmelerin kur değişiminin etkisi çok büyük olana kadar tedarikçi değiştirmediklerini bildirmiştir. Vidal ve Goetschalckx (2000) ise kur değişim oranının maliyete etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Dana ve ark. (2007), düşük üretim maliyetinin global satın almanın en büyük avantajı olarak gösterilirken, düşük ürün kalitesinin de en büyük dezavantajı olarak gösterildiğini belirtmektedirler.

Günümüz rekabet ortamında birçok imalatçı üretimlerini düşük maliyetli bölgelere kaydırmış, yarı mamul ya da bitmiş ürünün dış satın alması için düşük maliyetli üreticileri tercih eder olmuşlardır (Kotabe ve Murray 2004).

Rekabet baskısı altında Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) bulunan işletmeler, yarı mamul ve bitmiş ürün global dış satın alımı için düşük üretim maliyetine sahip Çin, Singapur, Tayvan, Hong Kong, Meksika gibi ülkeleri tercih etmektedirler (Kotabe ve Murray 2004).

ABD'de ve Avrupa Birliği'nde (AB) bulunan işletmeler global dış satın alma için farklı ülkeleri tercih etmektedirler. ABD'de bulunan ve global dış satın alma yapan işletmelerin %23'ü Çin, %14'ü Hindistan, %10'u Meksika, %9'u Arjantin, %8'i Brezilya'yı tercih ederken, AB'de bulunan işletmelerin %19'u Çin, %14'ü Çek Cumhuriyeti, %12'si Polonya ve %10'u Macaristan'ı tercih etmektedirler (Timmermans 2005).

Çizelge 2.1'de ABD'de bulunan işletmelerin yıllara göre toplam satın alma tercihlerinin değişimi görülmektedir (Carter ve ark. 2008).

ABD ve AB'de yer alan işletmelerin bu tercihleri literatürde “düşük maliyetli ülkelere satın alma” şeklinde ifade edilmektedir. Düşük maliyetli ülkelere satın alma, düşük çalışan ve malzeme maliyetine sahip ülkelere, ürünlerin, yarı mamulün, hizmetin temin edilmesini içermektedir. Bu yöntem, son yıllarda satın alma yöneticileri için fırsat noktası haline gelmiştir (Carter ve ark. 2008).

Çizelge 2.1. ABD’de bulunan işletmelerin satın alma tercihleri (Carter ve ark. 2008)

	2000 yılı (milyon \$)	2005 yılı (milyon \$)	Değişim Yüzdesi
ABD (toplam)	1222.0	1671.0	37.3
Kanada	229.0	288.0	25.6
Çin	100.0	244.0	143.3
Meksika	135.0	170.0	25.2
Japonya	147.0	138.1	-5.8
Brezilya	14.0	24.4	76.4
Hindistan	10.7	18.8	76.0

Düşük maliyetli ülkelerden satın alma yönteminde ana tema maliyet gibi görünse de, deneyimli yöneticiler tedarikçi seçiminde yalnızca maliyete önem vermemektedirler. Yapılan çalışmalar, ABD’de bulunan işletmeler için düşük çalışan maliyeti kriterinin iç/dış satın alma aktiviteleri için ana kriter olmadığını göstermektedir. Tedarik yöneticileri, birçok faktörü dikkatlice ele almanın öneminden bahsetmektedirler (Sarkis ve Talluri 2002).

Özellikle kalitenin bilinmediği durumlarda, düşük maliyetli ülkelerden yapılan global dış satın almalar riskli olabilmektedir. Motwani ve ark. (1999), düşük maliyetli ülkeler geliştikçe, sağlanan ürünlerin de kalitesinin artacağını, bu ülkelerle işbirliği yapan işletmelerin ileride büyük yararlar sağlayacağını bildirmişlerdir.

2.1.1. Global dış satın alma konusunda literatürde yapılmış çalışmalar

Canel ve Khumawala (1996), uluslar arası tesis yeri problemi için 0-1 karışık tamsayılı programlama modeli kullanarak, tesisin nerede kurulacağı ve kapasitesini belirlemişlerdir. Çalışmanın amacı vergi sonrası karın en çoklanmasıdır. Modelde yatırım, sabit, ulaşım, stoksuz kalma ve elde bulundurma maliyetleri dikkate alınmıştır. Kapasite kısıtının olduğu ve olmadığı durumlar için iki farklı model kurulmuştur. Modelde talep ve fiyat gibi parametrelerin deterministik olduğu kabul edilmiştir.

Gelecekte bu parametrelerin stokastik olarak ele alınacağı yeni çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Huchzermeier ve Cohen (1996), global üretim stratejilerini, kur değişim oranının belirsiz olduğu durum için ve tedarikçi değişim maliyetlerini de içerecek şekilde değerlendiren stokastik dinamik programlama modeli geliştirmişlerdir. Oluşturulan modelin amacı işletmenin vergi sonrası karının en çoklanmasıdır. Kısıtlarda vergiler, değişken ve sabit üretim maliyetleri, kapasite kısıtı kur değişim oranı incelenmiştir. Modelde karar değişkeni olarak üretim miktarları alınmıştır. Kur değişim oranı için farklı senaryolar oluşturulmuş ve her senaryonun ayrı çözümü yapılmıştır. Modelde niteliksel faktörler değerlendirilmemektedir.

Canel ve Khumawala (1997), uluslar arası tesis yeri problemini çok dönemli olarak ele almış ve dal-sınır algoritması ile çözümünü yapmışlardır. Modelin çözümünde LINDO kullanılmıştır. Kullanılan parametrelerin deterministik olduğu kabul edilmiştir.

Dasu ve Torre (1997), çok uluslu iplik işletmesinin global tedarik planlaması için model oluşturmuşlardır. Modelin amacı tedarik ağının toplam karının en çoklanmasıdır. Oluşturulan model gümrük, kur değişimi ve ulaşım maliyetlerini içermektedir. Oluşturulan modeller non-lineer yapıdadır ancak daha sonra bazı kabuller yapılarak modeller doğrusal yapıya çevrilmiştir.

Kouvelis ve Gutierrez (1997), global gazeteci çocuk problemini tekstil endüstrisinde çözmüşlerdir. Oluşturulan model çoklu üretim tesisi ve çoklu pazar için, stoksuz kalma ve stok fazlası maliyetini en azlayacak üretim miktarlarının belirlenmesini içerir. Stoksuz kalma kayıp satışları, stok fazlası da mevsim sonu elde kalan fazla ürünleri içermektedir. Model, taşıma (ulaşım) maliyetlerini, kur değişimindeki belirsizliği ve talebin rassal olduğu durumu içerir; ancak, vergiler ve gümrük gibi diğer global maliyet faktörlerini içermez. Ayrıca modelde alternatif tedarik zinciri tasarım planları değerlendirilmiştir. Merkezi ve merkezi olmayan (ayrık/dağınık) karar verme mekanizmaları incelenmiş ve merkezi üretim kararlarının daha avantajlı olduğu bulunmuştur. Ancak merkezi koordinasyonda da uygulama ve kontrol problemlerinin ortaya çıkabileceği belirtilmiştir. Modelin yöneticiler tarafından kolaylıkla uygulanabilecek bir yöntem olduğu belirtilmiştir. Ancak üretim kararlarının, global pazarların belirsizliğinden çok etkileneceği, bu belirsizlikleri de (politik riskler, ani kur değişimi gibi) içeren modellerin gelecek çalışmalarda uygulanabileceği önerilmiştir.

Munson ve Rosenblatt (1997), global tedarik zinciri problemini hükümetlerin belirlediği “bölgesel muhteviyat kurallarını” da içerecek şekilde klasik tedarikçi seçim mantığında çözmüşlerdir. Modelde verilerin deterministik olduğu ve hükümetler tarafından belirlenen kanunları ihlal etmenin maliyetinin çok yüksek olduğu kabul edilmiş, çözüm için karışık tamsayılı programlama modeli kullanılmış, tedarikçi seçimi ve kapasite miktarları satın alma, üretim, ulaşım ve sabit maliyeti en azlayacak şekilde bulunmuştur. Model sadece maliyet kriterini ve kanunları dikkate almaktadır. Tedarikçi seçiminde herhangi niteliksel faktör ya da kur değişim oranı gibi kriterler dikkate alınmamıştır.

Coman ve Ronen (2000), yaptıkları çalışmada, global dış satın alma problemini doğrusal programlama ile çözmüş, daha sonra modelin sonuçlarını standart maliyet hesaplama ve kısıtlar teorisi sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Modelde karar değişkeni olarak ürünün üretim miktarı dikkate alınmış ve hangi ürün üretilsin hangi ürünün global dış satın alımı yapılsın karar verilmiştir. Modelin çözümünde LINDO kullanılmıştır. Yapılan uygulamada doğrusal programlama modelinin diğer iki yöntemle göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Genel olarak uygulaması kolay, sadece ürün miktarının incelendiği basit bir modeldir.

Canel ve Khumawala (2001), global tesis yeri belirleme problemini sezgisel yöntemlerle çözmüşlerdir. Çalışmada 12 farklı sezgisel yöntem geliştirilerek yöntemlerin uygulaması yapılmıştır. Modelde niteliksel faktörler ve kur değişimi dikkate alınmamıştır.

Vidal ve Goetschalckx (2001), çok uluslu işletme için ulaşım maliyetinin karar değişkeni olarak belirlendiği model geliştirmiştir. Modelde global tesisler arasındaki akış ve ulaşım maliyetleri hesaplanmaktadır. Modelde global tedarikçi seçimi yapılmamaktadır. Oluşturulan model dışbükey olmayan optimizasyon modelidir. Amaç fonksiyonu doğrusal özelliktedir ancak kısıtlarda doğrusal ve bi-lineer kısıtlar bulunmaktadır. Modelin çözümü için sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Algoritma optimal sonuca ya da yeterli iterasyon sayısına ulaşıncaya kadar iterasyonlar devam etmektedir.

Canel ve Das (2002), yaptıkları çalışmada, oluşturulan 0-1 karışık tamsayılı programlama modeli ile, global tesisin hangi ülkede bulunacağı, her tesisteki üretim miktarları ve hangi tesisten hangi müşteriye ürün gönderileceğini bulmuştur. Yapılan

çalışmanın iki amacı bulunmaktadır: Amaçlardan biri global tesis konumunun belirlenmesi, diğeri global pazarlama ve üretim faktörlerini içeren matematiksel konum modelinin geliştirilmesidir. Oluşturulan matematiksel modelde niteliksel faktörler ve kur değişimi dikkate alınmamıştır.

Hadjinicola ve Kumar (2002), imalat ve pazarlama fonksiyonlarını tedarik zinciri modelinin içine sokan geniş bir yaklaşım sunmuşlardır. Çalışmada, sekiz farklı imalat-pazarlama stratejisinin iki farklı ülke için değerlendirmesi yapılmıştır. Ürün özellikleri fonksiyonu ve iki farklı ülke için, üretim ve envanter maliyetlerini birleştirerek kar-kazanç modeli oluşturmuşlardır. Ancak oluşturulan model tanımsal (descriptive) model olduğundan karar değişkenlerinin neler olduğu çok net değildir. Sekiz farklı strateji maliyet ve kazanç fonksiyonu cinsinden değerlendirilmiştir. Ürün maliyetinin ürün özelliklerine göre doğrusal değiştiği kabul edilmiştir. Kur değişimi de modelde incelenmiştir. Kur değişim oranı maliyet fonksiyonunun içine konmuş ancak nasıl kullanıldığı net açıklanmamıştır. Gelecek çalışmalar için kur değişim oranının maliyet fonksiyonuna etkisinin incelenmesi önerilmektedir.

Lowe ve ark. (2002), global üretim tesis konumunun ve kapasitesinin belirlendiği, kur değişim oranının da incelendiği bir model geliştirmişlerdir. Çalışmada uygulama kimya endüstrisinde yapılmıştır. Öncelikle 1982 yılı için analiz yapılmış, her tesis için üretim, satışlar, kapasite, sabit ve değişken maliyetler, ulaşım maliyetleri ve vergi oranları belirlenmiştir. Kur değişimi için 22 yılın istatistikî verilerine bakılmıştır ve dokuz farklı senaryo oluşturularak her bir senaryo için maliyetler hesaplanmıştır. Kur değişimi için hedef yılın, analizi yapılan 22 yıldan herhangi birine benzeyeceği kabul edilmiş, o yıla ait kur değişim oranı üzerinden hesaplama yapılmıştır. Problem çözümü için iki aşamalı yöntem geliştirilmiştir: birinci aşamada kısa dönem için planlama yapılmış (örneğin bir yıl), ikinci aşamanın isteğe bağlı kullanıldığı ve daha uzun süreli planlama dönemleri için önerildiği belirtilmiştir. Ancak uzun dönemler için 1. aşamanın tekrarlı kullanımının da söz konusu olduğu bildirilmiştir. Eğer 1. aşamada kabul edilenden çok farklı ekonomik koşullar ortaya çıktıysa o durumda 2. aşamanın kullanılacağı belirtilmiştir. Modelin dezavantajı, modelde niteliksel faktörlerin (güvenilirlik, kalite, çalışanlar...vb) yer almamasıdır.

Teng ve Jaramillo (2005), tekstil sektöründe global dış satın alma gerçekleştiren işletme için tedarikçi seçimi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, uzman görüşü ile kriterlere ve alt

kriterlere ağırlık verilmiş, tedarikçinin aldığı puanlar ilgili kriterin ağırlığı ile çarpılarak her tedarikçi için skor bulunmuştur.

Goh ve ark. (2007), çok aşamalı tedarik zinciri modelini tedarik, talep ve kur değişim riskini dikkate alarak incelemişlerdir. Model global tesis konumu belirleme ve lojistik faaliyet kararlarını içermektedir. Amaç vergi sonrası karın en çoklanmasıdır. Modelde talep değişkenliği, kur değişimleri, farklı ülkelerin vergileri ve gümrük bedelleri dikkate alınmıştır. Talep ve kur değişimi için farklı senaryolar oluşturulmuştur. Rassal değişkenler için küme tanımlanmış ve olası senaryolar için model çözülmüştür. Model doğrusal- dışbükey yapıda olup, bu modeli doğrusal hale getirmek için relaksasyon yapılmıştır; ancak, tanımsal bir modeldir ve uygulaması yoktur.

Lin ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile kriter ağırlıklarını belirlemiş, PROMETHEE ile de kriterlere göre global tedarikçi seçimi gerçekleştirmişlerdir.

Kumar ve Arbi (2008), global dış satın alma ortamında tedarik zincirinde toplam maliyet ve teslimat süresi tahmini için simülasyon yapmıştır. Simülasyon sonucunda; global dış satın alma ile önemli maliyet kazanımı sağlanabileceği ancak uygulamada sipariş teslim süresinin çok önemli olduğu belirtilmiştir. Kısa süreli talepler için global dış satın almanın uygun bir yöntem olmadığı ancak uzun dönemli siparişler için maliyet kazanımının büyük olacağı bildirilmiştir.

Ray ve ark. (2008), kısıtlı kaynak durumunda ürünlerin ne kadarının global dış satın alımı yapılsın, ne kadarı üretilsin kararını veren model geliştirmişlerdir. Modelde hibrit yaklaşım kullanılmıştır: Hurwicz ölçütü, Kısıtlar teorisi (TOC), doğrusal programlama birleştirilerek algoritma oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve standart kısıtlar teorisinin optimal sonucu vermediği ve doğrusal programlamanın zaman kaybı olduğu tespit edilmiştir. Uygulanan hibrit yaklaşımın dezavantajı olarak; uygulanan geleneksel yöntemi değiştirmenin zor olduğu ve yaklaşımın uygulanmasının zaman alacağı bildirilmiştir.

Wang ve ark. (2008a), işletme içindeki faaliyetleri i-Merkezi aktiviteler, ii-Merkeze yakın aktiviteler, iii- Merkeze uzak aktiviteler, iv- Gözden çıkarabilecek aktiviteler olmak üzere dört sınıfa ayırmışlardır. Daha sonra ELECTRE_1 yöntemi kullanarak bu aktivitelerin hangilerinin global dış satın almasının yapılabileceğini tespit etmişlerdir.

Wang ve ark. (2008b), işletmenin lojistik faaliyetlerinin dış satın almasının yapılması ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, kriterler belirlendikten sonra kriter ağırlıkları analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ile belirlenmiştir. Aday tedarikçiler PROMETHEE ile değerlendirilerek tedarikçi seçimi yapılmıştır.

Feng ve Wu (2009), global imalatçıların lojistik faaliyetleri için bölgesel vergiler ve vergi politikalarını dikkate alarak model oluşturmuşlardır. Vergi kazanımı sağlayan modelin global imalatçıların karını arttırdığı gözlenmiştir. Modelde lojistik faaliyetler vergi kazanımı cinsinden değerlendirilmiş ve matematiksel model kurulmuştur. Modelde seçim işlemi sadece vergi kazanımı dikkate alınarak yapılmakta diğer faktörler göz ardı edilmektedir.

Perron ve ark. (2010), çok uluslu işletme için, ulaşım maliyetlerinin ve global tesisler arasındaki akışın karar değişkeni olarak belirlendiği matematiksel model geliştirmişlerdir. Model bi-lineer kısıtlar içerdiğinden modeli basitleştirmek için relaksasyon yapılmıştır. Oluşturulan model dal sınır algoritması ve geliştirilen iki farklı sezgisel yöntemle çözülmüş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan sezgisel yöntemler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1- Değişken komşuluk arama yöntemi: Bu yöntem arama sırasında komşulukların sistematik olarak değiştirilmesine dayanır. En iyi bilinen çözüm tutularak, bu çözümün uzak ve yakın komşuluk değerlerinde arama yapılır.
- 2- Değişim yöntemi: Karar değişkenleri için sabit bir küme belirlenir (başlangıç çözümü). Daha sonra sabit küme içindeki değişkenlerin değeri değiştirilerek yeni çözümler elde edilir. Ancak bu yöntemin bölgesel optimuma yakalanma riski bulunmaktadır.

Çalışmada, amaç fonksiyonu olarak vergi sonrası karın en çoklanması; kısıt olarak, vergiler, ulaşım maliyeti, kapasite, talep dikkate alınmıştır. Geliştirilen sezgisel yöntemlerin küçük boyutlu problemler için iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Ren ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada, global tedarik zincirlerini çevik tedarik zincirine benzetmiş ve çevik tedarik zincirini, değişime ve değişimin getirdiği kısıtlara hızlı uyum sağlayabilen tedarik zinciri yapısı olarak tanımlamışlardır. Çalışmada çevik tedarik zinciri için ortak seçimi ve değerlendirmesi yapılmıştır. Ayrıca literatürde tedarik zinciri ortakları belirlenirken hangi kriterlerin dikkate alınacağı belirtilmiştir.

Uygulamada 10 ana kriter ve ana kriterlere bağlı 32 alt kriter tanımlanmıştır. Uzman görüşüyle kriter ağırlıkları belirlenmiş ve sıralama yapılmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi uzman görüşüyle yapıldığından beraberinde belirsizlikleri de getirebileceği bildirilmiştir; bununla birlikte uygulamada kolay bir yöntemdir.

2.1.2. Global dış satın alma kararı için önemli kriterler

Satın alma kararı verilirken maliyet yanında teslimat hızına bağlı karar vermenin de satın alma performansını arttırdığı görülmektedir (Tan 2001). Dış satın alma, işletmenin kendi ekonomik bölgesindeki imalat tesisleri için sabit yatırım maliyetini azaltır. Dış satın alma kararında birçok işletme sadece fiyat değil, aynı zamanda kalite, güvenilirlik ve teknoloji gibi kriterleri de değerlendirmektedir (Kotabe ve Murray 2004). Global dış satın almada yöneticiler sadece üretim maliyetlerini değil, farklı kaynakların maliyetini, mali piyasalardaki değişim oranını, altyapıyı (ulaşım, iletişim, enerji vb.), endüstriyel ve kültürel çevreyi, yabancı bir ülkede çalışmanın zorluklarını dikkate almalıdırlar (Kotabe ve ark. 2008).

Canel ve Das (2002), global tesis konumu belirlenirken, çalışan ve diğer üretim girdileri, politik istikrar, satın alıcı devletin yabancı yatırımlara karşı tutumu, satın alıcı devletin vergi ve ticari politikaları, büyük pazarlara yakınlık, ulaşım, diğer rakiplerin varlığı gibi kriterlere dikkat edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Choy ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada, ortamın belirsiz ve dinamik olması durumunda tedarikçi ilişkilerinin çok önemli olduğunu belirtmiş, global tedarikçi seçimi için fiyat, teslimat, kalite, inovasyon seviyesi, teknoloji seviyesi, kültür, ticari bilinirlik, üretim esnekliği, iletişim kolaylığı, itibar kriterlerini dikkate almışlardır. Teng ve Jaramillo (2005), tekstil sektöründe global dış satın alma gerçekleştiren işletme için tedarikçi seçimi yaptıkları çalışmalarında aşağıdaki kriterleri dikkate almışlardır:

- Teslimat
 - Coğrafik konum
 - Ulaşım süresi
 - Ticari kısıtlar
 - Toplam sipariş teslim süresi
- Esneklik

- Kapasite
- Envanter
- Bilgi paylaşımı
- Kalite
 - Tedarikçi satış fiyatı
 - İç maliyetler
 - Sipariş ve faturalama
- Güvenilirlik
 - Sürekli gelişim programları
 - Sertifikalar
 - Müşteri hizmetleri
 - Zamanında teslimat yüzdesi
- Maliyet
 - Güven
 - Ülkenin politik durumu
 - Kur değişim durumu
 - Teslimatlar

Narasimhan ve ark. (2006), global tedarikçi seçiminin yapıldığı ve sipariş miktarlarının tespit edildiği çalışmada ürünün doğrudan maliyeti, dolaylı koordinasyon maliyeti, kalite, teslimat güvenilirliği ve tedarik karmaşıklığı kriterlerini dikkate almışlardır. Lin ve ark. (2007), altyapı, ülke riski, ülke politikası, insan kaynakları, maliyet gibi faktörlerin global dış satın alma kararları için önemli olduğunu bildirmişlerdir. Carter ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada düşük maliyetli ülkeleri ve bu ülkelerin yapabilirliklerini tanımlamışlardır. Çalışmada çalışan maliyeti, çalışma etiği, entelektüel güven, bölgesel pazarın çekiciliği, müşteri isteklerini karşılama ve zamanında teslimat güvencesi, ulaşım güvencesi ve sipariş sürelerinin tutarlılığı, ulaşım maliyeti, hükümet desteği, politik stabilite, esneklik, tahmini gümrük süresi, rüşvet, genel global dış satın almanın çekiciliği gibi kriterleri değerlendirmişlerdir. Algısal haritalama yöntemiyle kriterlerin etkileri değerlendirilmiştir. Sonuçta satın alma yöneticilerinin sadece maliyet değil çok kriterli değerlendirme yaptıkları tespit edilmiştir.

Au ve Wong (2008), literatürde global tedarikçi seçimi için kullanılan kriterleri dört ana başlık altında toplamışlardır:

- Maliyet
 - Çalışan maliyeti
 - Malzeme maliyeti
 - Ulaşım maliyeti
- Ürün kalitesi
 - Teknolojik yetenekler
 - Güvenilirlik
 - Güvenli ilişkiler
- Pazara sürüm süresi (time to market)
- Ülke faktörleri
 - İç faktörler
 - Altyapı
 - Etik
 - Dış faktörler
 - Politik ve ekonomik durum
 - Sosyal ve kültürel farklılıklar

Au ve Wong (2008), hazır giyim sektöründe kotaların kaldırılmasının ardından global tedarikçi seçimi için önemli kriterlerin malzeme maliyeti, teknolojik gelişim ve yenilikçilik, ürünün pazar ve müşterilere ulaşım süresi olduğunu bildirmişlerdir. Au ve Wong (2008), hazır giyim sektöründe yer alan bir işletme için global tedarikçi seçimi yaptıkları çalışmalarında ise aşağıdaki kriterleri değerlendirmişlerdir.

- Maliyet
 - Doğrudan Maliyet
 - Üretim maliyeti
 - Malzeme maliyeti
 - Dolaylı maliyet
 - Kota maliyeti
 - Vergi maliyeti
- Ürün kalitesi

- Çalışanlar
 - Çalışan yeteneği
 - Çalışan verimliliği
- Teknolojik gelişim ve yenilikçilik
- Katma değer hizmetleri
 - Güvenilirlik ve ilişkiler
 - Tedarik zinciri yönetimi
 - Dikey bütünleşme yeteneği
- Müşteri algısı
- Pazara sürüm süresi
 - Coğrafik yakınlık
 - Tedarik kaynakları ve hammaddelere yakınlık
 - Pazar ve müşterilere yakınlık
 - Ulaşım süresi
 - Tedarik kaynakları ve hammaddelere ulaşım süresi
 - Pazar ve müşterilere ulaşım süresi
- Ülke faktörleri
 - İç faktörler
 - Alt yapı
 - Etik
 - Dış faktörler
 - Politik ve ekonomik kararlılık
 - İthalat vergisi ve gümrük

Chan ve ark. (2008), değişime uyum sağlayabilecek global tedarik için karar değişkenlerini belirlemişlerdir. Çalışmada ele alınan kriterler aşağıda belirtilmiştir:

- Toplam maliyet
 - Ürün maliyeti
 - Lojistik yönetim maliyeti
 - Vergi ve gümrükler
- Ürün kalitesi
 - Spesifikasyonlara uygunluk

- Ürün güvenilirliği
- Kalite değerlendirme teknikleri
- Proses yapabilirliği
- Hizmet performansı
 - Teslimat güvencesi
 - Bilgi paylaşımı
 - Esneklik ve değişikliklere uyum
 - Müşteri memnuniyeti (tepkisi)
- Tedarikçi arka planı
 - Teknik yapabilirlik
 - Finansal durum
 - Tesis alt yapısı
 - Pazardaki konum (marka/ün/bilinirlik)
- Risk faktörleri
 - Coğrafik konum
 - Politik durum
 - Kur değişim oranı ve ekonomik durum
 - Terör ve suç oranı

Ku ve ark. (2010), üç farklı tedarik zinciri stratejisi (1-Stratejisi olmayan, 2-Çevik tedarik zinciri, 3- Yalın tedarik zinciri) için, global tedarikçi seçimi yaptıkları çalışmalarında aşağıdaki kriterleri değerlendirmişlerdir:

- Maliyet
 - Ürün fiyatı
 - Ulaşım maliyeti
 - Vergi ve gümrük
- Kalite
 - Ret oranı
 - Proses yapabilirliği
 - Kalite değerlendirme teknikleri
- Hizmet
 - Zamanında teslimat

- Teknolojik destek
- Değişime ayak uydurma
- İletişim kolaylığı
- Risk
 - Coğrafi konum
 - Politik kararlılık
 - Ekonomik durum

Gelecek çalışmalar için ürünün niteliksel özelliklerinin de (kutu boyutu gibi) değerlendirilebileceği bir model önerilmektedir.

Maltz ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada gelişmekte olan ülkelerde bulunan tedarikçilerin seçiminde hangi kriterlerin dikkate alındığını tespit etmişlerdir. Çalışmada, dört büyük işletmenin global tedarikçi seçiminde dikkate aldığı kriterler aşağıda belirtilmiştir:

- İşletmenin kriterleri
 - Lojistik maliyeti
 - Ticari sınırlar
 - Kültürel benzerlik
 - İlgili ülke ile çalışma durumunda hükümetin verdiği destek
 - Kendi müşterilerinden geri bildirimler
 - Diğer büyük imalatçılarla çalışma deneyimi
 - Sertifikalar
 - Tedarikçinin yakınlığı
- İşletmenin kriterleri
 - Düşük maliyet
 - Teslimat performansı
 - Kendi müşterilerinden geri bildirimler
 - Diğer büyük imalatçılarla çalışma deneyimi
 - Sertifikalar
- İşletmenin kriterleri
 - Düşük maliyet
 - Pazara sürüm süresi

- İlgili ülke ile çalışma durumunda hükümetin verdiği destek
- Ulaşılabilirlik
- Dil
- Tedarik ve kalite risk değerlendirmesi
- İşletmenin kriterleri
 - Düşük çalışan maliyeti
 - Düşük malzeme maliyeti
 - Kültürel benzerlik

Maltz ve ark. (2009), ayrıca literatür araştırması ve işletmelerle yapılan görüşmeler sonucunda global tedarikçi seçimi ve global tesis yeri seçiminde maliyet, yakınlık, güvenilirlik, risk değerlendirmesi kriterlerinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Ren ve ark. (2009) ise, literatürde tedarik zinciri ortağı belirlenirken en çok dikkat edilen kriterlerin entegrasyon, yeterlilik, oluşturulan gruplar, teknoloji, kalite, değişim, ortaklık, pazar, eğitim, çalışan memnuniyeti olduğunu bildirmişlerdir.

Hazır giyim sektöründe global satın alma yöntemini uygulayan işletmelerin ilgili yöneticileri ile yapılan görüşmeler sonucunda, gerçek hayatta, işletmelerin global satın alma kararı verirken kar marjı, ürün çeşitliliği (renk/beden), ürün özelliği, kalite, hızlı cevap yeteneği, nakliye sıklığı, ürün yaşam çevrimi, güvenilirlik kriterlerini değerlendirdikleri belirlenmiştir.

Son yıllarda uluslararası tesis yeri seçimi problemi için yapılan çalışmalara bakıldığında; niceliksel kriterlerin önem değeri azalırken niteliksel kriterlerin önem değerinin arttığı görülmektedir (Au ve ark. 2006) .

2.2. Çok Kriterli / Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleri

Çok kriterli karar verme (Multi Criteria Decision Making), çoklu (ve genelde) çakışan alternatifler tarafından tanımlanan birçok alternatif arasından tercihli karar verme mekanizmasıdır. Karar verme işlemi, farklı insanların farklı bakış açılarına ihtiyaç duyduğundan genelde gruplar tarafından gerçekleştirilir. Karışık çok kriterli karar problemi genelde küçük karar problemlerine bölünür ve detaylı kriterler tanımlanır.

Karara ulaşmak için, karar bilgisi en alt seviyeden en üst seviyeye kadar adım adım birleştirilir (Ma ve ark. 2010).

Geleneksel karar verme yaklaşımında karar prosesi üç bileşenden oluşmaktadır (Bellmann ve Zadeh 1970):

- 1- Alternatifler kümesi
- 2- Farklı alternatiflerin seçimi için kısıtlar kümesi
- 3- Alternatifin seçimi sonucunda kazanç ya da kaybı gösteren performans fonksiyonu

Tipik çok kriterli karar verme problemi, alternatifler kümesi, karar kriterleri, karar matrisleri kümesi, karar verici kümesi bileşenlerini içermektedir. Çok kriterli karar verme probleminde en iyi alternatifin seçimi için, birinci adımda ilgili kriterlerin ve alternatiflerin tanımlanması yapılır, ikinci adımda alternatiflerin kriterler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi yapılır, üçüncü adımda da alternatiflerin sıralanması gerçekleştirilir (Ma ve ark. 2010).

Greening ve Bernow (2004), Keeney ve Raiffa (1976) ve Cohan (1978)'in çok kriterli karar verme problemlerinin ortak özelliklerini aşağıdaki gibi tanımladıklarını bildirmektedirler:

- Elenebilen, önceliklendirilebilen, seçilebilen ve/veya değerlendirilebilen sınırlı sayıda alternatif içermesi,
- Problemin yapısına uygun değişkenler içermesi,
- Her değişkenin spesifik özelliklerine dayalı ölçütler içermesi,
- Her değişkenin göreceli öneminin tanımını içermesi,
- Sütunların ilgili problemin değişkenlerini içerdiği, satırlarının alternatifleri içerdiği matris yapısını içermesi.

Çok kriterli karar verme, çok sayıda kriterin değerlendirilmesi ve sıralanması problemi için geliştirilen uygun bir yöntemdir.

Çok değişkenli değer teorisi tabanlı çok kriterli karar verme problemlerinin aşağıdaki ortak özellikleri bulunmaktadır (Yeh ve Chang 2009):

- Sonlu sayıda kıyaslanabilir alternatif
- Alternatifleri değerlendirmek için çoklu kriter
- Alternatiflerin performanslarını değerlendiren kriterlerin orantısız birimlerinin olması
- Her kriterin önemini gösteren kriter ağırlığı

Çok kriterli karar verme işlemi basitçe aşağıdaki gibi gösterilebilir (Ma ve ark. 2010):

$$M = (C, \varepsilon, A, T) \quad (2.1)$$

- $C = \{(c_j, wc_j) | j = 1, 2, \dots, n\}$ kriter ve ağırlıkları kümesi
- $\varepsilon = \{(e_k, we_k) | k = 1, 2, \dots, m\}$ değerlendiriciler ve ağırlıkları kümesi
- $A = \{a_i | i = 1, 2, \dots, p\}$ alternatifler kümesi
- $T = \{T_i = (v_{jk}^i)_{n \times m} | i = 1, 2, \dots, p\}$ karar matrisleri kümesi

$T_i = a_i$ alternatiflerinin karar matrisi

$v_{jk}^i = c_k$ değerlendirmesi sonucunda c_j kriterinin değeri

Her a_i alternatifi için genel y_i değerlendirmesi ise aşağıdaki gibi gösterilir:

$$y_i = (wc_1, \dots, wc_n) \diamond \begin{pmatrix} v_{11}^i & v_{12}^i \dots & v_{1m}^i \\ v_{21}^i & v_{22}^i \dots & v_{2m}^i \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ v_{n1}^i & v_{n2}^i \dots & v_{nm}^i \end{pmatrix} \diamond \begin{pmatrix} we_1 \\ we_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ we_m \end{pmatrix} \quad (2.2)$$

\diamond toplama operatörü olarak kullanılmaktadır.

Stewart (1992), çok kriterli karar verme problem çözüm tekniğinin belirli hedeflerin bağımsız kriterlerle tanımlanmasına (ifade edilmesine) dayandığını bildirmiştir. Çok kriterli karar verme insan tarafından kontrol edilebilen bir işlemdir. Hiçbir zaman araçlarla, tekniklerle ya da algoritmalarla otomize edilemez. Oluşturulan teknikler problem çözümünde karar vericiye yardımcı olabilir ya da karar vericiyi destekleyebilir. Çok kriterli karar verme yöntemleri iki çerçevede incelenebilir (Stewart 1992):

- 1- Birinci çerçevede karar verici/ler diğer grupları, kişileri, ürünleri, hizmetleri etkilemeyecek bir konu hakkında karar veriyor olabilirler. Bu durumda informal yöntemler kullanılabilir ve kararın arkasındaki gerekçe açıklanmayabilir.
- 2- İkinci grupta ise karar verici/ler belirli bir grup, ürün adına karar veriyor olabilirler. Bu durumda kararın gerekçeleri net biçimde açıklanmalı, seçimin yansız tarafsız yapıldığı bildirilmelidir. Bu durum daha formal yöntemlerin kullanılmasını gerekli kılmaktadır.

Ren ve ark. (2009), geleneksel yöntemlerin çok kriterli karar vermenin yapısında bulunan belirsiz yargılarla başa çıkamadığını belirtmişlerdir.

Zarghami ve Szidarovszky (2009), çok kriterli karar verme yöntemlerinin genelde iki nedenden kaynaklanan farklı belirsizlikler içerdiğini belirtmişlerdir. Bu nedenler aşağıda gösterilmiştir:

- Çevresel, ekonomik ya da teknik veriden kaynaklanan stokastik belirsizlikler,
- Subjektif yargılardan ve karar vericinin özelliklerinden kaynaklanan bulanık belirsizlikler.

Birçok çok kriterli karar verme problemi bu iki tip belirsizliğin karışımını kullanamamaktadır. Genelde sadece stokastik ya da bulanık belirsizliğin olduğu kabul edilmektedir. Zarghami ve Szidarovszky (2009), Buckley (1990)'ın stokastik ve bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinin aşağıdaki farklılıklara sahip olduğunu belirtmektedir:

- Stokastik yaklaşım ilgili durumla ilgili olasılık verisinin elde edilebildiği durumlara uyum sağlarken, bulanık yaklaşım, parametrelerin subjektif ya da muğlak olduğu durum için uygundur.

- Diğer bir fark ise, stokastik yaklaşım bir işlemi tamamlamak için tüm yolları araştırırken, bulanık yaklaşım işlemi yapmak için en iyi yolu araştırmaktadır.

Ho ve ark. (2010), 2000–2008 yılları arasında literatürde çok kriterli karar verme yöntemleri ile ilgili yayınları incelemiş ve kullanılan yöntemleri belirlemişlerdir. Çalışmada, 80 yayın incelenmiştir ve bu yayınlarda hangi yöntemlerin kullanıldığı aşağıda belirtilmektedir:

- *Veri Zarflama Analizi (VZA) (%17,95)*: Veri zarflama analizi (Data Envelopment Analysis, DEA), karar alternatiflerinin verimliliği ile ilgilidir. Alternatifler kar ölçütü (çıktı) ve maliyet ölçütü (girdi) ile değerlendirilir. Herhangi bir alternatifin (tedarikçinin) verimi, çıktıların (tedarikçi performansı) ağırlıklı toplamının, girdilerin (bu tedarikçinin kullanımıyla ilgili maliyetler) ağırlıklı toplamına oranı ile bulunur. VZA her tedarikçi için en uygun ağırlık grubunu belirler ve satın alıcının tedarikçileri “verimli tedarikçiler” ve “verimsiz tedarikçiler” olmak üzere iki gruba ayırmasına yardımcı olur (Boer ve ark. 2001).

Veri zarflama analizinin dezavantajı olarak yapılan çalışmalarda sistem girdi ve çıktıların karışabileceği bildirilmektedir. Bazı yayınlarda girdi olarak alınan kriterler bazı çalışmalarda çıktı olarak alınmıştır.

- *Matematiksel Programlama Modelleri (%11,54)*: Matematiksel programlama modelleri arasında aşağıda belirtilen yöntemler kullanılmıştır:
 - Doğrusal programlama
 - Tamsayı doğrusal programlama
 - Tamsayı doğrusal olmayan programlama
 - Hedef programlama
 - Çok amaçlı programlama

Uygulanan matematiksel programlama yöntemlerinin en önemli dezavantajının modellerin sadece niceliksel kriterler içeriyor olması olarak belirtilmektedir.

- *Analitik Hiyerarşi Prosesi (%8,97)*: Greening ve Bernow (2004) AHP'nin bazı sınırlarını belirlemişlerdir:
 - Kriterlerin belirlenmesi çok fazla zaman almaktadır.

- Eğer hiyerarşik kriter seviyesi iyi tasarlanmadıysa karşılaştırmalar yapılırken yanlı sonuçlar ortaya çıkabilir.
- AHP yöntemi yöneticilerin yargılarına (fikirlerine/düşüncelerine) dayanmaktadır ve bazen iki tedarikçi için karşılaştırma yapmak çok zor olabilmektedir.
- Kriter sayısının artması sistemin karmaşıklığını artırır.
- AHP kullanılarak sipariş miktarları belirlenemez.
- *Durum tabanlı muhakeme sistemleri* (%8,97): Durum tabanlı muhakeme (Case Based Reasoning - CBR) sistemleri, yapay zeka yaklaşımları içinde düşünülebilir. CBR bir yazılımdır ve veri tabanı karar vericinin geçmişteki benzer durumlardan faydalanmasını sağlar. CBR yöntemi içindeki aşamalar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Choy ve ark. 2003a):
 - Mevcut problemin tanımlanması,
 - Yeni duruma benzer, geçmişte meydana gelmiş durumların bulunması,
 - Mevcut problem çözümünde geçmişte kullanılmış çözümlerin kullanılması,
 - Çözümün değerlendirilmesi,
 - Sistemin revize edilerek bu deneyimden eğitilmesi.
- *Analitik Ağ Prosesi* (%3,85): Analitik ağ prosesi yönteminde karar verme problemi bir şebeke yapısı ile modellenmekte ve modelleme aşamasında kriterler arasındaki etkileşimler, kriter kümeleri arasındaki geri bildirimler ve kriter kümeleri içindeki iç bağımlılıklar dikkate alınmaktadır (Saaty 1999).
- *Bulanık Kümeler* (%3,85): Bulanık kümelerle, kurallar ve üyelik fonksiyonları ile niceliksel ve niteliksel kriterler eş zamanlı değerlendirilebilir.
- *Basit çok değişkenli değerlendirme tekniği* (%2,56): Basit çok değişkenli değerlendirme tekniğinde farklı kriterler bir fonksiyon içinde birleştirilerek değerlendirilir. Fonksiyon içinde bir kriterde oluşabilecek kayıp, diğer kriterden elde edilecek kazançla telafi edilir.
- *Genetik algoritmalar* (%1,28): Genetik algoritmalar karmaşık çok boyutlu arama uzayında en iyinin hayatta kalması ilkesine göre bütünsel en iyi çözümü arar. Genetik algoritmalar problemlere tek bir çözüm üretmek yerine farklı çözümlerden oluşan bir çözüm kümesi üretir. Böylelikle, arama uzayında aynı

anda birçok nokta değerlendirilmekte ve sonuçta bütünsel çözüme ulaşma olasılığı yükselmektedir. Çözüm kümesindeki çözümler birbirinden tamamen bağımsızdır.

Diğer çalışmalarda da bu yöntemlerin karışımları kullanılmaktadır. Genelde AHP diğer yöntemlerle birleştirilerek kullanılmıştır.

Çok kriterli karar vermede, karar verici, kriter ağırlıklarının belirlenmesi için ikili kıyaslamalar yapar. İkili karşılaştırmalar için AHP pratik uygulamalarda sıkça kullanılan bir yöntemdir. Ancak ikili karşılaştırmalarda n tane kriter varsa $n \times n$ 'lik matris oluşturulur ve n tane kriteri karşılaştırmak için $\frac{n(n-1)}{2}$ tane karşılaştırma

yapmak gerekir. Kriter sayısının çok fazla olduğu durumlarda bu çok zor bir durumdur. Ayrıca insanların etkin kullanabileceği bilgi miktarının üst sınırı bulunmaktadır. Kararların tutarlılığı için ikili karşılaştırmalarda karşılaştırılacak eleman sayısı yediyi geçmemelidir (Saaty ve Özdemir 2003).

Hedef programlama çok kriterli karar verme problemlerinde çok kullanılan bir yöntemdir. Eğer değerlendirilecek kriter sayısı fazlaysa (10'dan fazlaysa) hedef programlama uygun bir yöntem olabilmektedir; ancak, hedef programlamada kriter sayısı, kriterler arası ilişki derecesi arttıkça, kriterin alabileceği değer aralığı büyüdükçe problem çok karmaşıklaşır. Ayrıca genelde karar verici için gerçek hedefleri belirlemek çok zor olabilir. Bazı durumlarda hedeflere karşılık gelebilecek çok fazla alternatif durum ortaya çıkarken bazı durumlarda da hiç alternatif ortaya çıkmayabilir (Stewart 1992).

Çok kriterli karar verme problemlerinde tercih edilen yöntemlerden biri, çok değişkenli fayda teorisi ya da çok değişkenli değer teorisidir. İki yöntem de hesaplamalardaki kolaylığı nedeniyle pratik uygulamalarda birçok karar verici tarafından tercih edilmektedir. Bu yöntemler özellikle karar alternatifinin önceliklendirilmesi ya da sıralanması durumu için uygundur (Matsatsinis ve Samaras 2001).

Choy ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada tedarikçileri rakip tedarikçiler ve ortak tedarikçiler olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Global tedarikçiler "ortak tedarikçiler" grubuna dahil edilmiştir ve bu gruptaki tedarikçiler için tedarikçi seçme ve değerlendirme işlemi durum tabanlı muhakeme yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Uygulama elektronik ürünlerle ilgili bir işletmede yapılmıştır. Sisteme tedarikçi bilgisi girilince, sistem tedarikçinin geçmiş performans verilerinden yola çıkarak yeni duruma yakınlığı ile ilgili bilgiyi çıktı olarak vermektedir. Ancak çalışmada, daha önce hiç çalışılmamış, geçmiş performans bilgileri olmayan yeni tedarikçinin nasıl değerlendirileceği ile ilgili bilgi bulunmamaktadır.

Au ve ark. (2006), bulanık-AHP ve ileri beslemeli sinirsel ağ yöntemini kullanarak hazır giyim sektöründe yer alan bir işletme için tesis yeri seçimi yapmışlardır. Uluslar arası tesis yeri seçimi çok kriterli karar problemi olarak tanımlanmaktadır; çünkü karar verici, maliyet, kar gibi niceliksel faktörleri değerlendirirken, çevresel faktörler, politik kararlılık, kota durumu gibi niteliksel değişkenleri de ele almaktadır. Uluslararası tesis yeri seçimi klasik olarak imalatçı yargısına, bilgi ve deneyimine dayalı olarak yapılmaktadır. Bulanık-AHP kullanılarak kriter ve alt kriterlerin (toplam 29 kriter) ağırlıkları belirlenmiş, 20 aday uluslar arası tesis yeri için, bu ağırlık değerleri kullanılarak, uygunluk indeksleri bulunmuştur. Daha sonra bu veriler yapay sinir ağı için eğitim ve test verisi olarak kullanılmıştır. Kriterler girdi, uygunluk indeksi çıktı olarak alınmıştır. Oluşturulan sinirsel ağda, bazı kriterlerin elimine edildiği durumlar için de (girdi sayısı azaltılarak) denemeler yapılmış ve uygun sonuçlar bulunmuştur.

Narasimhan ve ark. (2006), çok kriterli karar verme problemini çok amaçlı programlama yöntemi ile çözmüşlerdir. Literatürde çok kriterli karar verme problemi için doğrusal programlama kullanılmıştır; ancak, doğrusal programlama modelleri dolaylı koordinasyon maliyetini ve farklı kriterlere farklı ağırlık değerleri verilmesini içermemektedir. Hedef programlama ile benzer problemin çözümünde, kısıtlar hedef olarak belirlendiğinden daha iyi sonuçların elde edilmesi önlenebilmektedir. Modelde farklı yaşam evrelerinde olan üç farklı ürün için çok dönemli tedarikçi seçimi yapılmıştır. Modelde her dönem için kriterlere farklı ağırlık değerleri atanmıştır (ağırlık değerleri AHP ya da uzman görüşü ile belirlenmiştir). Kullanılan karar verme modeli tedarikçi tabanında kararsızlığa neden olabileceği; ancak, esnek satın almanın yararlarının tedarikçi kararsızlığının maliyetinden daha önemli olduğu belirtilmektedir. Çalışmada tek satın alıcının ve çok tedarikçinin bulunduğu, çok dönemli çoklu ürün için tedarikçi seçimi yapılmıştır. Farklı yaşam evrelerinde olan üç farklı ürün (1.ürün başlangıç aşamasında, 2. ürün gelişme aşamasında, 3. ürün ölüm aşamasında) için çok amaçlı programlama yöntemi kullanılarak tedarikçi seçimi yapılmış ve sipariş miktarları

tespit edilmiştir. Çalışmada ürünün doğrudan maliyeti, dolaylı koordinasyon maliyeti, kalite, teslimat güvenilirliği, tedarik karmaşıklığı gibi kriterler dikkate alınmıştır. Modelde önce kriterlerin ideal değerleri belirlenmektedir. Daha sonra bu değerler problem çözümünde hedef değer olarak alınmıştır. Kurulan modelde, maliyetin en azlanması, doğrudan maliyetin en azlanması, işlem karmaşıklığının en azlanması, kalitenin en büyüklenmesi, teslimat performansının en büyüklenmesi amaç fonksiyonları olarak alınmıştır. Kalite performansı, teslimat performansı ve talep-tedarik dengesi de kısıtlarda yer almaktadır. Uygulaması basit bir yöntemdir; ancak, çalışmada talep deterministik alınmıştır ve gelecek çalışmalarda talebin stokastik olarak ele alınması önerilmektedir.

Au ve Wong (2008), hazır giyim sektöründe yer alan bir işletmenin global tedarikçi seçimi için AHP yöntemini uygulamışlardır. Bunun için bir anket çalışması yapılmış ve 38 yöneticiye anket gönderilerek cevaplaması istenmiştir. Çalışma sonucunda, kotaların kaldırılmasının ardından global tedarikçi seçimi için önemli kriterler belirlenmiştir. Chan ve ark. (2008), çok kriterli karar verme problemi için bulanık-AHP yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada önce, kriterler tanımlanmış, daha sonra bulanık üçgen sayılar kullanılarak ikili karşılaştırmalar yapılmış ve kriterlerin öncelik değerleri belirlenmiştir. Chan ve ark. (2008), AHP'nin çok kriterli karar verme problemlerinde sık kullanılan bir yöntem olduğunu, global tedarikçi seçiminde farklı karar kriterlerinin göreceli önemlerinin subjektif kararları gerektirebileceğini, insan yargı sisteminin belirsiz özellik gösterdiği ve kesin sayılarla ifade edilmesinin doğru olmadığını, yargılara kesin sayılar vermek yerine aralık değerleri vermenin daha güvenli bir yaklaşım olduğunu bildirmişlerdir. Bulanık-AHP, çok kriterli karar verme mekanizması için, niceliksel ve niteliksel faktörleri değerlendirebilen uygun bir yöntemdir.

Ku ve ark. (2010), global tedarikçi seçimi için hem niteliksel hem de niceliksel faktörlerin değerlendirildiği modellerinde, tedarikçi seçim kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde bulanık-AHP, tedarikçilerin ve sipariş miktarlarının belirlenmesinde ise bulanık-hedef programlama yöntemini kullanmışlardır. Bulanık-AHP ile farklı tedarik zinciri stratejilerine göre ağırlıklar tutarlı bir şekilde belirlenmektedir. Elde edilen kriter ağırlıklarının bulanık-hedef programlama modelinde amaç fonksiyonu katsayısı olarak kullanılmasıyla, karar verici global tedarikçiyi ve sipariş miktarlarını belirlemektedir. AHP çok kriterli karar verme problemlerinde çok kullanılan bir yöntemdir ancak kriter

sayısı arttıkça sistem karmaşıklaşabilir. Çalışmada uygulama elektronik sektöründe yer alan bir işletme için yapılmış ve beş farklı ülkede yer alan 60 tedarikçi üç farklı tedarik zinciri stratejisine göre değerlendirilmiştir. Modelde talebin deterministik olduğu kabul edilmiştir. Gelecekte farklı boyutlarda ürünler için çalışma yapılması önerilmektedir; çünkü, büyük boyutlu ürünlerde, yüksek lojistik maliyetleri nedeniyle, bölgesel tedarikçiler tercih edilmektedir. Gelecek çalışmalarda ürünlerin niteliksel özelliklerinin de değerlendirilebileceği çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Organizasyonel karar verme genelde eş zamanlı optimize edilmesi gereken birbiriyle çakışan çoklu amaçlar içerebilir. Çok amaçlı karar problemlerinin tekil sonuçları yoktur. Uygun çözümler arasından değerlendirmeler ve karşılaştırmalar yapılarak en yeterli çözüm bulunur. Çok amaçlı karar verme yöntemlerinin karmaşıklığından dolayı karar destek sistemleri destek aracı olarak uygulanmaktadır (Zhang ve Lu 2009).

Zhang ve Lu (2009), yaptıkları çalışmada, literatürde tanımlanmış çok amaçlı karar verme yöntemleri arasından karar vericiye hangi çok amaçlı karar verme yönteminin uygun olduğu bilgisini veren bulanık mantık tabanlı karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Sistem karar vericiye önceliklerini (tercihlerini) sözel (linguistik) ifadelerle ifade etmesine izin verir ve karar vericinin tercihlerini en çok karşılayan yöntemi önerir.

Brauers ve ark. (2008), literatürde çok amaçlı karar vermenin çok kriterli karar analizi, çok boyutlu karar verme ya da çok değişkenli karar verme şeklinde de ifade edilebildiğini belirtmişlerdir.

Birçok amaç fonksiyonunun eş zamanlı sistematik optimizasyon işlemi “çok amaçlı optimizasyon” ya da “vektör optimizasyonu” olarak bilinir. Genelde çok amaçlı optimizasyon problemi aşağıdaki şekilde gösterilir (Marler ve Arora 2004):

$$\begin{aligned} \text{Minimize } F(x) &= [F_1(x), F_2(x), \dots, F_k(x)]^T \\ g_j(x) &\leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, m, \\ h_l(x) &= 0, \quad l = 1, 2, \dots, e, \end{aligned} \tag{2.3}$$

k : amaç fonksiyonu sayısı

m : eşitsizlik kısıtları

e : eşitlik kısıtları

$x \in E^n$: karar değişkenleri

$F(x) \in E^k$: amaç fonksiyonu vektörü

Tek amaçlı optimizasyonun aksine, çok amaçlı optimizasyon tanımdan çok konsept yapısındadır. Çok amaçlı optimizasyonda, tek global çözüm yoktur ve optimalite için tüm noktalar kümesinin tanımlanması gereklidir. Bu nedenle çok amaçlı optimizasyonda “pareto optimal” kavramı vardır.

En az bir fonksiyon için $F(x) \leq F(x^*)$ ve $F_i(x) < F_i(x^*)$ koşulunu sağlayan $x \in X$ noktası yoksa $x^* \in X$ pareto optimaldir denir. Tüm pareto optimal noktaları, uygun kriter uzayı Z 'nin sınırlarında yer almaktadır. Herhangi bir noktanın pareto optimal olup olmadığını bulmak için 2.4. ifadesinde yer alan kontrol yapılabilir:

$$\begin{aligned} \text{Minimize} \quad & \sum_{i=1}^k \delta_i \\ \text{subject to} \quad & F_i(x) + \delta_i = F_i(x^*), \quad i = 1, 2, \dots, k \end{aligned} \quad (2.4)$$

Eğer tüm $\delta_i = 0$ ise, x^* “pareto optimaldir” denir.

Çok amaçlı karar vermede, amaçların sonuçları alternatiflerin kıyaslanması için temel oluşturduğundan amaçlar ölçülebilir olmalıdır (Brauers ve ark. 2008).

Marler ve Arora (2004), yaptıkları çalışmada çeşitli çok amaçlı karar verme yöntemlerini incelemişlerdir:

1- Ağırlıklı global kriter yöntemi: Bu yöntemde tüm amaç fonksiyonları tek bir fonksiyonda toplanır. Yarar fonksiyonu cinsinden en basit gösterimi aşağıdaki şekildedir:

$$\begin{aligned} U &= \sum_{i=1}^k w_i [F_i(x)]^p, \quad F_i(x) > 0 \quad \forall i \\ \sum_{i=1}^k w_i &= 1 \quad \text{ve} \quad w_i > 0 \end{aligned} \quad (2.5)$$

2.5 ifadesinde w_i , karar verici tarafından belirlenen ağırlıklar, p global kriterin derecesidir

2- Ağırlıklı toplam yöntemi: Bir önceki yöntemde $p=1$ olduğu durumdur.

$$U = \sum_{i=1}^k w_i F_i(x) \quad (2.6)$$

Burada ağırlık değerleri sabit değil, orijinal amaçların (hedeflerin) fonksiyonu cinsinden olmalıdır. Eğer tüm ağırlıklar pozitif ise yukarıdaki eşitliğin minimumu pareto optimaldir ancak bu formülasyon pareto optimal için gerekli şartı sağlamaz.

3- Leksikografik (Lexicographic) yöntem: Amaç fonksiyonları önem sırasına göre dizilir ve aşağıdaki modele göre çözülür:

$$\begin{aligned} & \underset{x \in X}{\text{Minimize}} F_i(x) \\ & F_j(x) \leq F_j(x_j^*), \quad j = 1, 2, \dots, i-1, \quad i > 1 \\ & i = 1, 2, \dots, k \end{aligned} \quad (2.7)$$

i : fonksiyonun sıralamadaki yerini gösterir

$F_j(x_j^*)$: j . amaç fonksiyonunun j . iterasyonda bulunan optimumunu gösterir.

4- Ağırlıklı min-max yöntemi:

$$\begin{aligned} & \underset{x \in X, \lambda}{\text{Minimize}} \lambda \\ & w_i [F_i(x) - F_i^0] - \lambda \leq 0, \quad i = 1, 2, \dots, k \end{aligned} \quad (2.8)$$

2.8. ifadesinde F_i^0 ütöpik noktayı göstermektedir. Kısıtların artması problemi karmaşıklaştırır.

5- Hedef programlama yöntemi:

$$\begin{aligned} & \text{Minimize } \sum_{i=1}^k (d_i^+ + d_i^-) \\ & F_j(x) + d_j^+ - d_j^- = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, k \\ & d_j^+, d_j^- \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, k \\ & d_j^+ d_j^- = 0, \quad j = 1, 2, \dots, k \end{aligned} \tag{2.9}$$

Hedef programlamanın pareto optimalite bulacağına garanti yoktur ve sisteme ilave değişkenler ve kısıtlar katılması büyük problemlerde soruna neden olabilir.

6- Genetik algoritma: Çok amaçlı genetik algoritmaların genel özelliği, potansiyel çözüm noktalarının popülasyonunu kullanmalarıdır. Pareto optimalite genetik algoritmanın temelinde olan bir kavram değildir; ancak çok amaçlı genetik algoritma ile pareto optimal çözümler doğurmak ya da öldürmek mümkündür.

Hedef programlama çok amaçlı karar verme probleminin çözümü için uygun bir yöntemdir. Ancak yöntemin zayıf tarafı, karar vericinin hem hedefleri hem de hedeflerin ilgili önemlerini belirlemek zorunda olması; ancak, genelde karar vericinin bu bilgiye sahip olmamasıdır (El-Wahed ve Sinna 2001). Hajidimitriou ve Georgiou (2000), yaptıkları çalışmada çok amaçlı karar verme problemi olan uluslararası tesis yeri seçim problemini hedef programlama kullanarak çözmüşlerdir.

Çok amaçlı karar verme problemlerinin çözümünde birçok yöntem, amaç fonksiyonunun önceliklendirilmesini içermez. El-Wahed ve Sinna (2001)'nin yaptığı çalışmada ise bulanık kümelerle, amaç fonksiyonlarının ağırlık değerleri tespit edilmiş, bu değerler hedef programlamada yerine konularak model çözülmüştür.

Literatürde farklı amaçlar için geliştirilmiş karar destek sistemleri bulunmaktadır (Wierzbicki 2000):

- Veri tabanlı karar destek sistemleri, büyük veri tabanlarındaki düzeni bulan ve bu düzeni temsil eden modeli oluşturan veri madenciliği tekniklerini kullanırlar.
- Kural tabanlı uzman ve yapay zeka sistemleri, mevcut deneyim ve bilgiyi mantıksal kurallarla tanımlarlar.

- Model tabanlı karar destek sistemleri mühendislik uygulamalarında çok sık kullanılırlar. Bu sistemler bilgiyi mantıksal değil analitik yöntemlerle modellerler.

Oluşturulan karar destek sistemleri farklı gruplarda toplanabilirler (Wierzbicki 2000):

- Simülasyon modelinde, karar değişkeninin ve parametrelerin analizi simülasyon davranışıyla elde edilir.
- Tek amaçlı optimizasyonda, kriterler ve amaç fonksiyonu tanımlanır ve sonuç analizi bu amaç fonksiyonuna göre yapılır.

Çok amaçlı optimizasyon modelleri parçalanıp tek amaçlı optimizasyon problemine dönüştürülebileceği söylene de, çok amaçlı optimizasyon modelleri karmaşık sistemlerdir.

2.3. Yap ya da Satın Al Modelleri

Literatürde yapılan çalışmalarda “yap ya da satın al” kararının işletme stratejisinin bir parçası olması gerektiği bildirilmiştir (Probert 1996).

Günümüz koşullarında işletmeler ticari rekabet avantajını geliştirmek için eldeki bilgiye bağlı olarak doğru kararları vermelidir. Yapılan işin çeşidine göre karar süreci yıllardan saatlere kadar değişmektedir (Kuo ve ark. 2002).

Geleneksel satın alma işleminde satın alma, kalite ve teslimat gibi faktörleri dikkate almadan sadece en iyi fiyata odaklanarak yapılmaktadır. Birçok işletme kısa süreli maliyet kazanımı sağlamak için “satın alma” yı tercih ederken, çok az sayıda işletme “yap ya da satın al” kararının stratejik önemini dikkate almaktadır. Yap ya da satın al kararının temeli Williamson (1975)’nin işlem maliyeti analizi teorisinden yola çıkmaktadır. İşlem maliyeti analizi, işletmenin pazardaki konumunu geliştirmek için oluşturması gereken ilişki tipini belirlemede iktisat ve yönetim teorisini birleştirmektedir. İşletmelerin “yap ya da satın al” kararı verirken karşılaştıkları zorluklar aşağıda belirtilmiştir (Humphreys ve ark. 2002):

- Kararı değerlendirmek için formal bir yöntemin bulunmaması: Hangi ürünün dış satın almasının yapılacağı kararı, ürünlerin genel maliyetler içinde daha fazla maliyet kazanımı sağlayacağına bağlı olarak verilir.
- Yanlış maliyet sistemlerinin etkisi: Birçok dış satın alma kararı maliyet dikkate alınarak verilir. İşletmelerin doğru maliyetleme sistemlerine sahip olmaması, kararı etkiler.
- Kararın işletmenin rekabetçi yönüne etkisi: Dış satın alma kararı, işletmenin esnekliğini, müşteri hizmetlerini ve merkezi yeteneğini etkileyebilir. Merkezi faaliyetlerinin dış satın almasını sadece maliyeti dikkate alarak yapan işletmeler, kendi merkezi faaliyetlerinde aşınmalara neden olurlar ve bu durum da işletmenin rekabetçi yönünün zayıflamasına neden olabilir.

Yap ya da satın al kararı işletmeler tarafından yürütülen zor ve karmaşık bir süreçtir. Bu karar, mevcut tüm alternatiflerin değerlendirmesini gerektiren, işletmelerin kısa ve uzun dönem ihtiyaçlarını dengeleyen önemli kararlar gerektirir. Yap ya da satın al kararı verilirken, birçok işletme kısa süreli maliyet kazanımı sağlamak için “satın al” seçeneğini tercih ederken, çok az sayıda işletme bu durumu stratejik olarak incelemektedir (McIvor ve Humphreys 2000).

Yap ya da satın al kararı işletmelerin dikey bütünleşme seviyesinden, imalat sürecine kadar birçok perspektif içermektedir. Bu karar, kapasite, tesis tasarımı, ürün geliştirme gibi birçok kararı etkileyebilir. Bu karar verilirken, karar sürecine stratejik ve teknolojik faktörler eklenmelidir (McIvor ve Humphreys 2000). Gerçekte birçok işletme, mevcut riskleri azaltmak için dış satın alma yapmaktadır. 1990’lı yılların başında, dikey bütünleşmenin işletmenin esnekliğini azalttığı tespit edilmiştir (Humphreys ve ark. 2002).

Probert (1996), yap ya da satın al kararı için dört aşamalı süreç tasarımı yapmıştır:

- 1- *İlk değerlendirme*: Tedarikçi bilgisinin toplanması ve işletmeyi ilgilendiren stratejik faktörlerin belirlenmesi.
- 2- *İç/dış analizi*: Ürün ailelerinin, imalat süreçlerinin, maliyetlerin, ürün sıralamasının ve teknolojinin tanımlanması.
- 3- *Stratejik seçeneklerin değerlendirilmesi*: İkinci aşamada tanımlanan parametrelerin, ilgili verilerle, farklı kaynaklar için değerlendirilmesi.

- 4- *Optimal stratejinin seçilmesi*: Farklı stratejik kaynakların, finansal karar destek modelleri kullanılarak değerlendirilmesi.

Kim ve Rucker (2005), yaptıkları çalışmada ABD’de yer alan işletmelerin “yap ya da satın al” kararını verirken hangi faktörleri ele aldıkları ve bu faktörlerin karara etkisini belirlemişlerdir. Çalışmada, marka bilinirliği, teknik deneyim, yabancı işletmelerle çalışma deneyimi, işletme büyüklüğü, ürünün moda derecesi, teslimat süresi, esneklik, çalışan maliyeti ve işletmenin yaşı kriterleri incelenmiştir.

2.4. Hazır Giyim Sektörünün Genel Özellikleri Ve Sektörde Dış Satın Alma Uygulamaları

2005 yılı itibariyle hazır giyim sektöründe uzun süredir devam eden kotalar kaldırılmış, “serbest pazar” ortamı oluşturulmuştur. Ortaya çıkan belirsiz rekabet ortamı birçok işletmeyi korkutmuştur (Kumar ve Arbi 2008).

Hazır giyim sektöründe iki tip üretici vardır (Dana ve ark. 2007):

- 1- Moda üreticileri: Moda üreticileri mevsimlik koleksiyon oluştururlar. Bu üreticiler için planlama ve talep tahmini zordur. Moda üreticilerin ürettiği ürünler emek yoğun ürünler olduğundan üretim için düşük maliyet avantajı sağlayan denizaşırı ülkeler tercih edilir.
- 2- Temel üreticiler: Temel üreticiler standart ürünler üretirler ve koleksiyon daha az sıklıkta değişir. Planlama ve talep tahmini moda üreticilere göre daha kolaydır.

Hazır giyim sektöründeki final ürün, kısa yaşam döngüsü, pazar talebinin yüksek değişkenliği, tahmin yeteneğinin azlığı ve anlık satın alma durumunu içeren dört faktör ile tanımlanmaktadır. Ayrıca uzun tedarik bağlantıları, teslimat süresinin uzun ve belirsiz olmasına neden olmaktadır (Cao ve ark 2008).

Tekstil ürünlerinin gelişimi için hammadde siparişinden önce bir yıl vardır. Özellikle uzak ülkelerden ithal edilecek parçalar için gerekli siparişler daha önceden verilir (Thomassey ve ark. 2005).

Farklı işletmelerin ve farklı ürün gruplarının farklı tedarik zincirleri bulunmaktadır. Geleneksel moda zincirinde yeni sezon hazırlıkları 18 ay sürmektedir. Tasarımcılar ilgili sezondan bir yıl önce tasarımlarını sunmaktadırlar; ancak, bu kararlardan aylar önce renkler ve kumaşlar belirlenmektedir. Tabii ki bazı tedarik zincirlerinde bu süre daha kısadır. Daha doğrusu farklı işletmeler arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin bazı gibi işletmelerin tasarımdan dağıtıma kadar ihtiyaçları olan süre üç ile sekiz hafta arasında değişmektedir; ancak, moda sektöründe bazı yöneticiler bu tip işletmelere çok iyi gözle bakmamaktadır; çünkü, bu işletmeler diğer tasarımcıların tasarımlarını kopyalayarak kendi kreasyonlarını oluşturmaktadırlar (Jacobs 2006). 80'li yılların başında hazır giyim sektöründe hammaddeden tüketiciye olan teslimat süresi 66 hafta idi. Bu sürenin sadece 11 haftası üretimle ilgili süreçleri içerirken, 40 haftası depolama ve ulaşım, diğer 15 haftası da beklemeyle geçmekteydi. Günümüzde bu süre 12 aya inmiştir ve bu süre de satış tahmin hatasını %40 seviyesinde tutmaktadır. Teslimat süresinin dokuz aya indirilmesi satış tahmin hatasının da %23'e inmesini sağlamaktadır (Jacobs 2006).

Hazır giyim sektöründeki belirsizliğin birçok nedeni olabilir. Literatürde yapılan çalışmalara göre bu nedenler aşağıda belirtilmiştir (Lowson 2003):

- Müşteri talebini tahmin edememe (%23,2)
- Birinci ya da ikinci kademe üreticinin güvenilirliği / kalitesi (%22,7)
- Lojistik sistem güvenilirliği (%20,5)
- Malzeme tedarik sürecinin karmaşıklığı (%18,1)
- Satış verisinin hatalı olması (%15,2)

Hazır giyim sektöründe aşağıdaki özellikler bulunur (Christopher ve Peck 1997) :

- *Kısa ömür çevrimleri*: Ürün genelde kısa süre kullanılır ve anı yakalamak için tasarlanmıştır. Sonuçta satış periyodu çok kısa ya da mevsimsel özellik gösterir.
- *Yüksek kararsızlık*: Ürün talebi nadiren durağan ya da doğrusal özellik gösterir. Talep hava durumundan, filmlerden, TV programlarından ya da reklamlardan çok etkilenir.
- *Düşük tahmin yeteneği*: Talebin yüksek kararsızlığa sahip olmasından dolayı tahmin yeteneği azalır.

- *Anlık satın alma kararı:* Bu ürünlerle ilgili satın alma kararı genelde satın alma noktasında verilir.

Tekstil – hazır giyim tedarik zincirinde birçok üye bulunabilir. Bu üyelerin operasyonel sıralaması son müşteri, perakendeci, marka sahibi, ürün üretici, kumaş üretici, iplik üretici, lif tedarikçisi şeklinde olabilir. Zincirin her üyesi birden fazla fonksiyona sahip olabilir. Örneğin “Nike”, marka sahibi olmasının yanında dağıtıcı ve perakendeci fonksiyonlarına da sahiptir. Ayrıca zincirdeki her üye diğer üyelerle yakın ilişkiye sahiptir ve üyeler arasında etkileşim bulunmaktadır (Cao ve ark. 2008).

Hazır giyim sektöründe tasarım, kumaş üretim, kesim, dikim ve satış işlemlerinin farklı ülkelerde bulunması sık görülen bir uygulamadır (Fisher ve Raman 1996). Hazır giyim ürün hattı ürün geliştirme, satın alma, üretim ve dağıtım olmak üzere dört aşamada gösterilebilir. Bu ürün hattında hangi aşamadan kimin sorumlu olduğu Çizelge 2.2’de görülmektedir (Cao ve ark. 2008).

Çizelge 2.2. Hazır giyim tedarik zincirinde aşamaların sorumluları

	Perakendeci	Marka Sahibi	Üretici	Tedarikçi
Ürün geliştirme		B	A	A
Satın alma	A	B	A	A
Üretim		A	B	A
Dağıtım	B	A		

A:Destekleyen sorumlu, B: Ana Sorumlu

Çizelge 2.2’de görüldüğü gibi geleneksel tekstil – hazır giyim tedarik zincirinde, farklı üyeler farklı süreçlerden sorumludurlar. Marka sahibi zincirin kilit üyesidir. Araştırma ve tasarımı içeren ürün geliştirme süreci marka sahibi tarafından başlatılır. Numunelerin hazırlanmasından sonra uygun tedarikçinin seçimi yapılır. Anlaşmalar tamamlanınca üretim süreci başlar. Marka sahibi ya da final ürün üretici hammaddeyi tedarikçiden satın alır. Sonuçta ürün dağıtım kanalıyla perakendeciye gönderilir.

Tekstil sektöründe genelde küçük ve orta büyüklükte işletmeler bulunmaktadır. Küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin temel zorlukları aşağıda belirtilmiştir (Bruce ve ark. 2004):

- Kısıtlı finansal kaynaklar
- Çalışan eksikliği
- Deneyimin az olması ya da hiç olmaması
- Yeni sistemleri uygulamada güven eksikliği

Küçük ve büyük işletmeler arasında birçok fark bulunmaktadır. Küçük işletmeler daha fazla esneklik ve kabiliyet avantajına sahiptirler. Organizasyon yapısıyla sınırlandırılmazlarsa çok yenilikçi olabilirler. Ancak kaynak ve insan eksikliği bu işletmeler için önemli bir problemdir. Ayrıca bu işletmelerin, boyutlarından dolayı, büyük işletmelerle anlaşma yapma güçleri azdır. Büyük işletmeler ise büyük sipariş miktarlarıyla tedarikçilerden çok avantajlı fiyat teklifleri alabilirler; ayrıca, tedarikçilerden daha yüksek kalite talep edebilirler. Araştırma ve geliştirme için daha fazla kaynağa, denizaşırı ülkelerdeki ticari ortakları üzerinde daha fazla etkiye sahiptirler. Ayrıca bilinirlikleri, güvenilirlikleri ve istikrarları daha iyidir (Tam ve ark. 2007).

Tekstil sektörü yöneticileri üretim sistemindeki tüm aşamaları planlayabilmek için tahmin sistemleri kullanmalıdır. Tedarik zinciri optimizasyonunun etkinliği bitmiş ürün satışlarının, satış tahmininin doğruluğuna dayanır (Graves ve ark. 1998). İşletmeler müşteri isteklerini zamanında karşılamak için uygun talep tahmin sistemlerine sahip olmalıdırlar; ancak, tekstil sektöründeki talep tahmini çok karmaşıktır; çünkü, birçok tekstil parçası vardır ve geçmiş dönemlere ait satış verileri kısa döneme aittir ve genelde bu veriler kontrol edilemeyen ya da tanımlanamayan faktörler nedeniyle bozulurlar (De Toni ve Meneghetti 2000). Tanımlanamayan bu faktörler ürüne (renk, fiyat...), dağıtıcıya (mağaza sayısı...), müşteriye ya da dış faktörlere (hava durumu, tatil...) bağlı olarak bozulabilir. Ayrıca bu veriler her zaman ulaşılabilir değildir ve talep üzerinde farklı etkileri bulunur (Thomassey ve ark. 2005).

Hazır giyim sektöründe talep tahmini çok zordur. Birçok işletme tedarik ve talebi eşleştirememektedir, bunun en önemli nedeni sektörde doğru talep tahmini yapılamamasıdır. Müşteri ihtiyaçlarını zamanında karşılama yeteneği pazarlama

kavramının temelidir. Bu nedenle, günümüzde, ürün geliştirme süreleri kısaltılmış, satış noktalarından daha hızlı geri beslemeler yapılır hale gelmiştir (Christopher ve Peck 1997).

Hazır giyim sektörü için satış tahmini yaparken aşağıdaki kısıtlar dikkate alınmalıdır (Thomassey 2010):

- Hazır giyim sektöründe mevsimsel satış çok fazladır. Mevsimsel veriler genel eğilim hakkında fikir verebilir; ancak, tahmin dışı değişimler önemli dalgalanmalara neden olur.
- Sezon sonu satışı, promosyonlar, müşterinin satın alma gücü ve isteği gibi pek çok dışsal değişken satışları etkiler.
- Satışlar modayla çok ilişkilidir. Tasarım her zaman güncellenmelidir; çünkü birçok ürün bir sonraki sezonda yer bulamaz. Sonuçta geçmiş veri birçok ürün için mümkün değildir.
- Ürünler pek çok farklı renkte ve boyutta olabileceğinden, ürün çeşitliliği çok fazladır.

Hazır giyim sektöründe, ürün fiyatı müşteri tercihini doğrudan etkiler. İşletmeler müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilmek için üretim maliyetini düşürmek zorundadırlar; ancak, sektörde globalleşme çok yoğundur ve yoğun globalleşme nedeniyle üretim süreleri ve tedarik parti büyüklükleri artmaktadır. Sonuçta işletmeler, stok fazlası / yokluğu, gecikme sorunu yaşamamak için güçlü bir tedarik zinciri kurmak zorundadırlar. Tedarik zinciri yönetim araçlarının etkinliği de doğru satış tahminine dayanmaktadır (Thomassey 2010).

Hazır giyim sektöründe uzun dönemli yapılan tahminler doğru olmayabilir; çünkü hazır giyim sektöründeki talep tüketicinin gerçek ihtiyacından çok anlık isteğine bağlıdır (Fisher ve Raman 1996). Hazır giyim sektöründeki belirsiz talep davranışı, karmaşık tedarik zinciri ile birleşince, stok fazlası ve stoksuz kalma maliyetleri oldukça yükselmektedir (Fisher ve Raman 1996). Mostard ve ark. (2011), hazır giyim sektöründe, ürün yaşam çevrimlerinin kısa olması, ürün çeşitliliğinin fazla olması, üretim ve tedarik zincirinin globalleşmesi nedeniyle tahmin karmaşıklığının arttığını bildirmişlerdir.

Tam ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada büyük ölçekli ve küçük-orta ölçekli hazır giyim işletmelerinin satın alma stratejilerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda; küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin, araştırma geliştirme yeteneklerinin az olduğu, yetersiz üretim kapasitesine sahip oldukları, stratejik faydalardan daha az yarar sağladıkları, satın alma ve pazarlama aktivitelerini destekleyen kaynaklara sahip olmadıkları belirtilmiştir. Ayrıca sınırlı kaynakları nedeniyle, küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin hedefleri genelde kısa dönemli ve kar merkezli olmaktadır. Bu nedenle bu tip işletmelerin işbirliğine dayalı satın alma stratejilerini benimsemeleri zorunludur.

Hazır giyim sektöründeki lojistik yönetiminin zor tarafı, ürünlerin ve yarı mamulün dış satın alma yapılarak yabancı ülkelere alınmasıdır. Bu durum üretim ön sürelerini uzatır. Örneğin, Benetton için ortalama üretim ön süresi beş aydır (Tan 2001). Birçok uygulamada üretim maliyeti kazanımları sağlanırken, üretim ön sürelerinin uzamış olmasının değer zincirine etkisi büyük olur. Ayrıca ithalat, ihracat işlemleri arasındaki değişkenlik ve gecikmeler de soruna neden olabilir. Sonuçta daha fazla stok tutulur, bu da modası geçmiş daha fazla ürünün elde kalması demektir (Christopher ve Peck 1997). Hazır giyim sektörü uzun üretim ön sürelerini kısaltmak için “hızlı cevap (quick response)” stratejisini geliştirmiştir. Hızlı cevap stratejisi, özellikle talebin belirsiz olduğu, çok çeşitli ürünün az sayıda üretilmesini gerektiren sektörlerde üretim ön sürelerinin kısaltılmasını sağlamaktadır (Iyer ve Bergen 1997). Hızlı cevap stratejisinin temelinde çekme sistemi anlayışı vardır. Tüketici, tedarik zinciri üyelerine, hangi üründen istediğini ve bunun nasıl ulaştırılacağını bildirir. Tedarik zinciri üyeleri de bu talebi hızla gerçekleştirmek için, tedarik zinciri üyeleri arası işbirliğine, veri analizi ve paylaşımına, envanter yönetimine önem vermektedir.

Hızlı cevap stratejisi ya da kusursuz tedarik zinciri aşağıdaki bileşenleri içermektedir (Jacobs 2006):

- Talep tahmin hatasında azalma
- Kusursuz veri paylaşımı
- Hata ve kontrolde önemli miktarda azalma
- Tedarik zincirinin tüm seviyelerinde envanter miktarlarının azalması
- Yeni üretim yöntemlerinin uygulanması
- Bilgi transferi sayesinde teknolojik değişimler

- İç ve dış ulaşım sürelerinin azalması
- Düşük maliyet
- Yüksek kar oranları
- Ortaklığın gelişmesi
- Verimliliğin artması
- Sezon sonu fiyat indirimlerinin azalması

Uzun üretim ön süresi tedarik zinciri boyunca iki sorunu ortaya çıkarabilir. Bunlardan birincisi, stoksuz kalma durumu, diğeri ise stok fazlası durumudur. Stoksuz kalınması durumunda, satış kaybı yaşanabilir. Stok fazlası ise, sezon sonunda elde ürün kalmasına neden olur. Hızlı cevap yöntemi hazır giyim sektöründeki stok maliyetini azaltmak için; özellikle, maliyetin altına satılmasını gerektirecek stok fazlası ve kayıp satışa neden olacak stoksuz kalma durumu için geliştirilmiştir (Fisher ve Raman 1996). Son yıllarda hazır giyim endüstrisi, sipariş teslim sürelerinin azaltılması ve satış tahmin hatalarının azaltılmasıyla tedarik zincirinin daha etkin olabileceğini bulmuştur (Jacobs 2006).

Uzun üretim ön süresi dışında, ürün çeşitliliği de, hazır giyim sektöründe üretici riskini arttırmaktadır. Ürün çeşitliliği arttıkça her ürüne ait talep değişkenliği de artmaktadır. Üreticiler talepteki değişime hızlı cevap verebilmek için daha iyi satın alma stratejileri geliştirmelidirler (Tan 2001). Tekstil ve hazır giyim sektörünün ürünleri çok çeşitli ve heterojen yapıda olması nedeniyle sektörde tedarik zinciri çok karmaşıktır. Sipariş süresinin kısaltılması ve/veya hızlı cevap stratejisinin oluşturulması için tedarik zincirinin çok dikkatli yönetilmesi gerekmektedir (Bruce ve ark. 2004). Abernathy ve ark. (2000), ürün çeşitliliği durumunda ürün aileleri oluşturulması gerektiğini ve ürün ailesi gruplarının değişkenliğine göre üretim ve envanter kararlarının ayrılmasının işletmelerin satın alma performansını geliştirdiğini belirtmektedir.

Hazır giyim sektörü için kurulan model aşağıdaki kısıtları dikkate almalıdır (Thomassey ve Fiordaliso 2006):

- Çok fazla ürün adeti (~ 15000 adet/yıl)
- Kısa yaşam süresi (~ 6-12 hafta)
- Birçok ürünün bir sonraki yeni koleksiyonda yer bulamaması
- Uzun teslim süreleri nedeniyle, üretim ve kaynak planlama süreçlerinin orta dönemde gerçekleştirilmesi

- Hava durumu, tatiller, pazarlama aksiyonu, promosyonlar, moda, ekonomik durum gibi birçok faktör.

Hazır giyim sektöründe ürünler farklı satış davranışları gösterebilir. Hazır giyim ürünleri satış davranışlarına göre üç grupta toplanabilir (Thomassey 2010):

- Temel ürünler: Tüm yıl boyunca, her yıl satılabilen ürünlerdir (denim pantolon, beyaz t-shirt gibi)
- Moda ürünler: Kısa süreli ürünlerdir, genelde satışı tekrar etmez.
- Çok satan ürünler: Her yıl küçük değişikliklerle satılabilen ürünlerdir.

Hazır giyim sektöründe, talep tahmini genelde temel ve çok satan ürünler için yapılır, moda ürünler talep tahmininde dikkate alınmaz (Thomassey 2010).

Hazır giyim sektörü global tedarik zincirini yaygın olarak kullanan bir endüstri dalıdır. Hazır giyim işletmeleri, global satın alma ile kaliteli/değerli ürünleri çok uygun fiyatlara bulabilirler. Global tedarik ile işletmeler bölgesel tedarikçilerin kısıtlarından kurtularak düşük maliyetli ülkelere yönelmişlerdir (Jin 2004).

Son 20 yılda Nike, Levi's, The GAP gibi büyük hazır giyim işletmeleri, üretimlerini denizaşırı ülkelere kaydırmışlardır. Büyük ölçekli işletmeler için deniz aşırı üretim çok önemli maliyet kazanımları sağlamaktadır (Levy 2005). Kumar ve Arbi (2008), bunun en önemli nedeninin; vergi politikaları ve farklı ülkelerdeki düşük işçilik maliyetleri olduğunu bildirmiştir. Bu durum ABD'de bulunan birçok işletmenin pazar payının düşmesine neden olmuştur. Benzer durum İngiltere'de de yaşanmıştır. Hazır giyim sektöründe, pazar payı düşen işletmeler için global dış satın alma kaçınılmaz bir eğilim olmuştur (Teng ve Jaramillo 2005).

Hazır giyim sektöründe global satın almanın arkasındaki gerekçe bir nedenle açıklanmıştır. Bu nedene göre, iletişim ve ulaşım teknolojilerindeki gelişmeler, işletme bünyesindeki emek yoğun süreçleri düşük maliyetli bölgelere kaydırmayı mümkün kılarken, büyük yatırım gerektiren sermaye yoğun süreçler endüstriyel ülkelerde kalmaktadır. Kaynakların ve üretim bölgelerinin bu şekilde birleşimini kullanmak, işletme karının en büyüklenmesini sağlamaktadır (Dana ve ark. 2007).

ABD ve İngiltere'de, hazır giyim sektöründe birçok işletmenin pazar payı azalırken, Çin, Hindistan, Bangladeş, Pakistan gibi ülkelerin pazar payları artmıştır. Bu ülkeler

düşük işçilik maliyetine sahip ülkeler olarak sınıflandırılmaktadır. Türkiye, Fas ve Latin Amerika literatürde dış satın alma yapılan ülkeler olarak tanımlanmaktadır. Tekstil sektörü Türk ekonomisinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Sektör, toplam imalatın %22,6'sını, toplam çalışanların %21'ini kapsamaktadır. ABD ve AB ülkeleri sektörün önemli müşterileridir. İhracatın %63,7'si AB ülkelerine, %11,6'sı ABD'ne yapılmaktadır. Ancak kotaların kalkması bu iki pazarın satın alma davranışlarını değiştirmiştir (Kumar ve Arbi 2008).

Hazır giyim sektöründe, bitmiş ürünün maliyetinin %30-50'sini çalışan maliyeti oluşturmaktadır (Lin ve ark. 2002). Bu nedenle, maliyet kazanımı sağlamak için, hazır giyim üreticileri üretimlerini daha az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelere kaydırmaktadır. 2003 yılında ABD'de hazır giyim sektöründe bir çalışanın saatlik ücreti \$13,06 iken, Avustralya, Yeni Zelanda, İngiltere gibi ülkelerde ücret \$11,50, Hong Kong'da \$3,00 ve Çin'de \$1,00'den azdır. Denizaşırı ülkelerde üretim yeri belirlemede çalışan, üretim maliyeti ve ticaret serbestliği derecesi kilit faktörlerdir (Dana ve ark. 2007).

Hazır giyim sektöründe 1970 yılında yapılan anlaşmayla ihracat miktarları kısıtlanmıştır. Bu kısıtlama, kota miktarını global tedarikçi seçiminin en önemli kriteri yapmıştır. 2005 yılında kotanın kalkmasıyla, hazır giyim işletmeleri siparişleri ülkeler arasında bölüştürmektense en iyi tedarikçiyi bulma arayışına girmişlerdir. Bu süreçte de diğer kriterlerin önemi artmıştır (Au ve Wong 2008).

Hazır giyim sektöründe satın alma kararını etkileyen faktörler ile ilgili çok fazla çalışma yoktur; ancak, düşük çalışan maliyeti tek başına üretim kaynaklama kararını açıklayan yeterli bir faktör değildir. İşletme büyüklüğü, kültürü, pazar stratejisi ve ticari düzenlemeler bu kararı etkileyebilen faktörlerdir (Kim ve Rucker 2005).

Kim ve Rucker (2005), yaptıkları çalışmanın sonucunda, deniz aşırı üretim kararı için en önemli faktörün “esneklik” olduğunu belirlemişlerdir. Hazır giyim sektöründe talebin belirsiz yapıda olması üretimin esnek olmasını gerektirmektedir.

Lowson (2003), hazır giyim sektöründe, global dış satın alma uygulamalarında, “gizli maliyetlerin” tanımlanmasının nispeten kolay olduğunu, daha zor olanın esnek olmamanın maliyetinin tanımlanması olduğunu bildirmiştir. Esnek olmamak daha uzun teslimat süreleri, genel esneklik eksikliği ya da talep değişimine cevap verememe olarak tanımlanmaktadır.

2.5. Talep Tahmin Yöntemleri

Tedarik zinciri performansını etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Önemli faktörlerden biri de diğer bölümlerin planlama kararlarını etkileyen tahminlerin doğruluğudur. Tahmin gelecekteki değerlerin olasılıksal olarak hesaplanmasıdır. Birçok tahmin yönteminin altındaki ana kabul geçmişteki talep davranışının gelecekte de devam edecek olmasıdır (Frank ve ark. 2003).

Ekonomik belirsizlik, işletmelerin daha doğru “karar verme araçlarına” sahip olmasını gerektirmektedir. Belirli bir dönem için doğru talep tahmini, işletmelerin en önem verdikleri hedefdir. Doğru talep tahmini yapmak işletmeler için önemli bir hedef olmasına rağmen bu konuda standart bir uygulama yoktur (Efendigil ve ark. 2009). Birçok perakendeci kesin talep miktarını bilmediği için, envanter kararları talep tahminine göre yapılmaktadır. Doğru olmayan tahminler yanlış miktarda sipariş verilmesini sağlayarak talebin karşılanmamasına, envanter maliyetlerinin ve kayıp satışların artmasına, müşteri memnuniyetinin düşmesine neden olmaktadır. Aynı zamanda kapasitenin düşük kullanımına ve üretimde başka problemlere de neden olmaktadır (Zhao ve ark. 2002).

Günümüzde hazır giyim sektörünün amacı, satışa bağlı olarak belirli miktarda ve çeşitlilikte üretim yapmaktır. Bu açıdan bakıldığında “talep bilgisi” tedarik zincirinin kilit faktörü olmaktadır (Jacobs 2006). Hazır giyim sektöründe talep tahmini çok zordur. Birçok işletme tedarik ve talebi eşleştirememektedir, bunun en önemli nedeni sektörde doğru talep tahmini yapılamamasıdır (Christopher ve Peck 1997).

Hazır giyim sektöründe yetersiz talep tahmininin nedenleri aşağıda belirtilmiştir (Sayed ve ark. 2009):

- Yetersiz tahmin ediciler
- Uygun olmayan tahmin yöntemleri
- Çok dinamik pazar koşulları
- Kısa süreli aktivite planları

Rekabet ve globalizasyonun artmasıyla talep tahmini karar destek sistemleri içinde daha önemli hale gelmiştir. Uygun bir talep tahmin yöntemi karar vericinin üretim ve malzeme maliyetlerini hesaplamasına ve satış fiyatını belirlemesine yardımcı olur.

Böylece stok seviyeleri azalır, hızlı cevap ve tam zamanında teslimat amaçları gerçekleşmiş olur. Ancak hazır giyim sektöründe iç ve dış faktörlerin etkisiyle talep tahmini çok karmaşıktır (Sun ve ark. 2008). İyi bir tahmin sistemi, stok yokluğu ve stok fazlası yaşanmamasını, teslimat tarihlerine uyulmasını, üretimin durdurulmamasını, kayıp satışların oluşmamasını, müşteri kaybedilmemesini, pahalı gönderim yollarının tercih edilmemesini ve stratejik fırsatların kaçırılmamasını sağlar (Frank ve ark. 2003). Doğru bir satış tahmin sistemi, karar vericinin üretim ve malzeme maliyetini hesaplayarak satış fiyatını belirlemesini sağlarken, aynı zamanda, envanter seviyesini düşürerek tam zamanında üretim stratejisinin gerçekleşmesini sağlar (Kuo ve ark. 2002).

Günümüzde hazır giyim sektörünün amacı, satışa bağlı olarak belirli miktarda ve çeşitlilikte üretim yapmaktır. Hazır giyim sektöründe üretici iplik bükümünden son ürün oluşumuna kadar birçok farklı işlemi gerçekleştirmektedir. Tedarik zincirinin bu kadar uzun ve dalgalı olması sonucunda, tedarik zinciri üyeleri kamçı etkisine çok duyarlıdır. Bu açıdan bakıldığında “talep bilgisi” tedarik zincirinin kilit faktörü olmaktadır (Jacobs 2006, Thomassey 2010); ancak, hazır giyim sektöründe satışların özelliği nedeniyle tahmin süreci çok karmaşıktır.

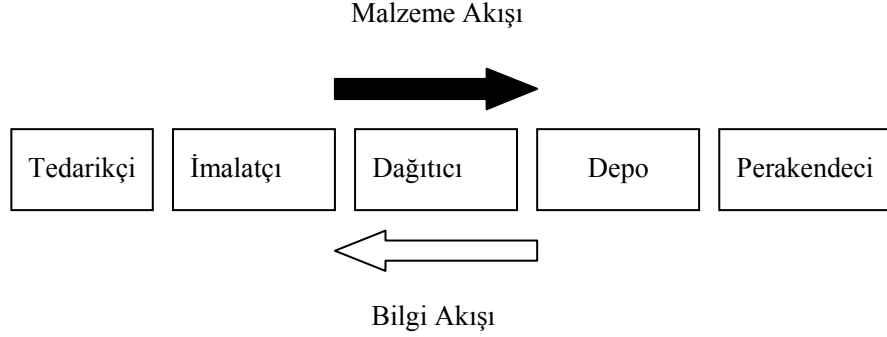
Bir tedarik zincirinde, alttaki üyeden üstteki üyeye doğru ilerlerken, sipariş miktarlarının varyansının gösterdiği büyüme eğilimine “kamçı etkisi” denmektedir. Kamçı etkisinin beş ana nedeni aşağıda tanımlanmıştır (Chen ve ark. 2000):

- 1- Kullanılan talep tahmin yöntemi
- 2- Tedarik yokluğu
- 3- Sipariş teslim süreleri
- 4- Kütlesel siparişler
- 5- Fiyat değişimleri

Kamçı etkisini azaltmak için yapılan en önemli öneri, talep bilgisinin merkezileşmesi ve tedarik zincirinin her aşamasının müşteri talebi ile ilgili eksiksiz bilgiye sahip olmasıdır. Kamçı etkisine göre, zayıf (yetersiz) bir tedarik planı tüm tedarik zincirini etkileyebilmektedir.

Klasik tedarik zincirinin beş aşaması aşağıdaki Şekil 2.2’de görülmektedir (Reddy ve ark. 2008). Şekil 2.2’ye göre klasik tedarik zincirinde tedarikçi, imalatçı, dağıtıcı, depo

ve perakendeci olmak üzere 5 aşama vardır. Malzeme akışı tedarikçiden perakendeciye doğru olurken, bilgi akışı perakendeciden tedarikçiye doğru olmaktadır.



Şekil 2.2. Tedarik zinciri aşamaları

Son müşteri talebi D , emniyet stoğu oranı r , perakendecideki emniyet stoğu miktarı rD , talebin değişim miktarı yüzdesi x olarak kabul edilirse, talepte ani artış ya da azalma durumunda perakendecinin ihtiyacı olan ürün miktarı $D(1+x)$ ifadesi ile emniyet stoğu miktarı ise $rD(1+x)$ ifadesi ile gösterilmektedir. Talepte oluşan ani artış ya da azalma durumunda ise tedarikçi için gerekli emniyet stoğu miktarı 2.10 ifadesinde görülmektedir (Reddy ve ark. 2008) :

1. seviye (perakendeci) için gerekli emniyet stoğu miktarı: $rD(1+x)$
2. seviye (depo) için gerekli emniyet stoğu miktarı: $rD(1+x(1+r))$
3. seviye (dağıtıcılar) için gerekli emniyet stoğu miktarı: $rD(1+x(1+r)^2)$ (2.10)
4. seviye (imalatçı) için gerekli emniyet stoğu miktarı: $rD(1+x(1+r)^3)$
5. seviye (tedarikçi) için gerekli emniyet stoğu miktarı: $rD(1+x(1+r)^4)$

Geleneksel tahmin süreci aşağıdaki adımları içerir (Frank ve ark. 2003) :

- *Problemin tanımlanması:* Tahmin yapılacak değişkenin kesin olarak tanımlanması gereklidir.
- *Verinin toplanması:* Geçmişe ait veri dikkatlice toplanmalıdır.
- *Modelin formülasyonu:* Veri analizine dayanarak hedefi etkileyecek faktörler belirlenmelidir.
- *Modelin oluşturulması:* Oluşturulan model gerçek verilerle çalıştırılmalıdır.

- *Sonuçların analizi:* İstatistiksel testler yapılarak kurulan modelin anlamlılık derecesi test edilmeli, çıkan sonuca göre model kabul, ret veya modifiye edilmelidir.
- *Geliştirme:* Model performansı sürekli kontrol edilmelidir.

Talep tahmin yöntemleri, genelde, kayan ortalamalar, zaman serisi analizi, ARIMA (Autoregressive integrated moving average) gibi istatistiksel yöntemlerdir. Bu veriler geçmiş verinin kayıtlı olduğunu ve bunların net olarak bilindiğini kabul ederler. Ayrıca istatistiksel talep tahmin yöntemleri talebin geçmişteki özelliklerinin, gelecekteki talep için iyi bir gösterge olduğunu kabul ederler. Bu yöntemler geçmişteki verinin güvenilir olduğu ve tahmin yapılacak dönemin durağan olduğu durumlar için uygundur; ancak, bu yöntemler dinamik değişimleri zamanında fark edemezler (Petrovic ve ark. 2006).

Frank ve ark. (2003), tahmin yöntemlerini üç grupta incelemişlerdir:

- 1- *Tek değişkenli yöntemler:* Girdi değişkeni olarak tek değişkenin kullanıldığı yöntemlerdir. Tek değişkenli yöntemler nedensel ilişkileri dikkate almazlar.
 - a. Kayan ortalamalar: Dönemsel varyasyonu azaltan, bölgesel hareketlerin/değişimlerin izlenebildiği bir yöntemdir.
 - b. Üssel düzeltme: En sık gözlenen harekete en büyük ağırlık değerinin verildiği bir yöntemdir.
 - c. Fourier serileri: Trend, mevsimsellik ve döngüsel hareketlerin trigonometrik fonksiyonlarla modellendiği yöntemlerdir.
 - d. ARIMA: Kayan ortalamalar, oto-regresyon ve fark denklemlerine dayanarak, trend ve mevsimselliğin modellendiği bir yöntemdir.
- 2- *Nedensel / çok değişkenli yöntemler:* Bu yöntemler genelde tahmin yapmaktan çok tahminin doğrulanması için kullanılan yöntemlerdir.
 - a. Çoklu regresyon
 - b. Ekonometrik yöntemler
 - c. Çok değişkenli ARIMA
- 3- *Niteliksel yöntemler:* Geçmişe ait verinin az olduğu durumda kullanışlı olan yöntemlerdir.

- a. Delphi yöntemi
- b. Komite görüşü
- c. Geçmişle kıyaslama
- d. Esnek hesaplama yöntemleri: Yapay sinir ağları, bulanık mantık ve genetik algoritma gibi yöntemler bu sınıfa girmektedir.

Efendigil ve ark. (2009), ise tahmin yöntemlerini dört ana grupta toplamışlardır:

- 1- *Niteliksel yöntemler*: Tahmin yapmak için insan yargısına ihtiyaç duyulur.
- 2- *Zaman serileri*: Tahmin için geçmiş veri kullanılır.
- 3- *Sıradan yöntemler*: Talep tahmini ve çevredeki bazı faktörler arasında yüksek korelasyon olduğu kabul edilir.
- 4- *Simulasyon yöntemleri*: Tüketici tercihlerinin benzetimi ile tahmin yapılır.

Tahmin yöntemleri genelde istatistiksel yöntemlerdir. Ürünün özellikleri ile örtüşen uygun zaman serileri tespit edilebilir. Ürün ve endüstri özelliklerini iyi tespit etmek zaman serisi çeşidinin seçiminde önemlidir. Literatürde yapılan çalışmalarda birleştirilmiş istatistiksel yöntemlerin, yöntemleri tek tek kullanmaktan daha iyi olduğu, tahmin doğruluğunu geliştirdiği ve tahmin riskini azalttığı tespit edilmiştir (Hibon ve Evgeniou 2005).

Kuo ve ark. (2002), regresyon ve otoregresif hareketli ortalama (ARMA – Autoregressive moving average) gibi tahmin yöntemlerinin karar vericiler için uygun aday yöntemler olduğunu; ancak, bu yöntemlerin mevsimsel ya da döngüsel veriler için uygun olduğunu, verinin promosyon gibi özel durumlardan etkilenmesi halinde bu yöntemlerin uygun olmadığını belirtmişlerdir.

Efendigil ve ark. (2009), istatistiksel yöntemlerin mevsimsel ya da trend özelliğine sahip veriler için uygunken yapay sinir ağı yönteminin özellikle promosyon ve krizler gibi özel durumlar için de uygun olduğunu belirtmişlerdir.

İstatistiksel yöntemler talepteki rassal değişkenliği yakalamada yetersiz yöntemlerdir. Literatürdeki çalışmalar, yüksek değişkenliğe sahip talep durumu için etkin talep tahmin yöntemi önermemektedirler (Huang 2009). Ekonomik koşulların belirsizliği istatistiksel yöntemlere dayalı matematiksel yöntemlerin kullanımını zorlaştırmaktadır. Belirsizliğin olduğu durumda, problemi klasik yöntemlerle değil, bulanık mantık ile çözülmesi önerilmektedir (Escoda ve ark. 1997).

Efendigil ve ark. (2009), geçmişteki çalışmaların çoğunda, müşteri talep tahmini için, kayan ortalamalar, üssel düzeltme, Box-Jenkins yöntemi gibi zaman analizi, regresyon ve ekonometrik modellerin kullanıldığını; ancak, kullanılan niceliksel yöntemlerin bazı sınırları olduğunu belirtmişlerdir. Bu sınırlar aşağıda açıklanmıştır:

- 1- Uzman eksikliği zayıf bir regresyon ilişkisinin kurulmasına neden olabilir
- 2- Doğru tahmin yapmak için çok fazla veri gereklidir
- 3- Doğrusal olmayan modelleri yakalamak zordur
- 4- Model parametrelerinin tahmini yanlış olabilir.

Hazır giyim sektöründe her koleksiyonda ürünün yenilenmesi ürünün geçmiş satış bilgisinin oluşmamasına neden olur. Bu nedenle istatistikî yöntemlerin kullanımı kolay değildir (Thomassey ve Fiordaliso 2006).

Talep tahmini için değerlendirilen önemli değişkenler genelde subjektif yapıdadır ve bunların tanımlanması zordur. Değişkenlerin niceliksel yapıda olması durumunda, talep tahmin sisteminde geleneksel yöntemlerin kullanılması yararlıdır. Ancak subjektif yapıdaki değişkenlerin bu yöntemlerle tanımlanması zordur. Talepteki subjektif değişkenler, talebin tanımlanmasını zorlaştırır ve bu değişkenlerin özelliklerini kaybetmeden talep modelinin içine koyulması zorlaşır. Bulanık mantık, subjektif değişkenlerin, subjektiflik derecesini gösteren sözel ifadelerle tanımlayarak, modelin içinde yer almasını sağlamaktır (Escoda ve ark. 1997).

Raman (1999), hazır giyim işletmelerinin planlama için literatürde tanımlanmış matematiksel modelleri bilmediklerini belirtmiştir. Birçok çalışmada, tanımlanmış yöntemin uygulaması yapılmamıştır. Uygulanan tahmin yöntemleri, satış döneminde elde edilen satış verisine dayanmaktadır ve uzman görüşünü hesaba katmamaktadır (Mostard ve ark. 2011).

Talep tahmin yönteminin karmaşıklığı nedeniyle literatürde yöntemlerin birleşimi de kullanılmaktadır. Sinirsel ağlar ve bulanık sistemlerin birleştirilmesi de buna bir örnektir. Talep tahmininde bulanık sinir ağlarının kullanılması ile literatürde yapılmış uygulama sayısı azdır (Efendigil ve ark. 2009).

Escoda ve ark. (1997), yapay sinir ağı, bulanık sinir ağı ve Winter's yöntemini karşılaştırmışlardır. 73 adet geçmiş talep verisi bulunmuş ve bunların 59'u eğitim

aşamasında 14'ü doğrulama aşamasında kullanılmıştır. Sonuçta bulanık sinir ağı yönteminin diğer iki yonteme göre gerçeğe daha yakın sonuç verdiği tespit edilmiştir. Chen ve ark. (2000), yaptıkları çalışmada, iki aşamalı (bir tedarikçi, bir üretici) tedarik zinciri için kamçı etkisini sayısallaştırarak, talepteki kamçı etkisi ve tahmin yönteminin etkisini incelemiş, üssel düzeltme yöntemi ile kayan ortalamalar yöntemini kıyaslamışlardır. Ayrıca ilişkili talep durumu ile doğrusal trende sahip talep durumu karşılaştırılmıştır. Sipariş teslim süresinin kısaltılması ve tahmin yaparken daha fazla talep bilgisinin kullanılmasının kamçı etkisini azaltabileceği bulunmuştur. Ayrıca negatif korelasyonlu talebin sipariş değişkenliğini daha fazla arttıracığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, gözlenen müşteri talep verisine bağlı olarak, perakendecinin kendi talebinin ortalamasını ve değişkenliğini periyodik olarak düzenlediği durumda, perakendeci talebinin değişkenliğinin müşteri talebinin değişkenliğinden daha büyük olduğu belirtilmektedir. Tedarik zincirindeki her üyenin kesin müşteri talep bilgisine ulaşmasının bu varyasyonu azaltacağı bildirilmektedir.

Kuo ve ark. (2002), promosyonun olduğu durumda satış tahmini yapmak için bulanık sinirsel ağ tabanlı uzman tahmin sistemi geliştirmişlerdir. Bulanık sinirsel ağ yönteminin tercih edilmesinin ana nedeni promosyonun satışlar üzerindeki etkisinin her zaman muğlak ya da bulanık olmasıdır.

Frank ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada önce tek değişkenli üssel düzeltme yöntemi, sonra Winter yöntemi ve daha sonra da yapay sinir ağı yöntemi kullanarak talep tahmini yapmışlardır. Talep tahmini yapılırken, sadece geçmiş satış verileri dikkate alınmıştır. Frank ve ark. (2003) yaptıkları uygulama sonucunda, yapay sinir ağlarının tek değişkenli üssel düzeltme ve Winter yöntemine göre gerçeğe daha yakın sonuç verdiğini belirtmişlerdir. Çalışmanın sonucunda bulanık mantık yöntemi kullanılarak talep tahmini yapılması önerilmiştir.

Reddy ve ark. (2008), dağıtıcıların ve talebin belirsiz olduğu durum için dağıtıcılara kota dağılımının yapıldığı modeli bulanık hedef programlama ile çözmüşlerdir. Çalışmada, müşteri talebinin rassal olduğu kabul edilmiş ve normal dağılıma uygun sürekli değişken olarak tanımlanmıştır. Monte Carlo simülasyon yöntemi ve Excel kullanılarak, değişkenlerin rassal sayıları için talebin simülasyonu yapılmıştır. Tedarik zinciri üyeleri arasındaki talep farklılığı “kamçı etkisiyle” tanımlanmıştır. Talepte farklı yüzde değişimleri için farklı sistemler oluşturulmuştur (artış/azalış). Tedarik zincirinin

her aşaması için talebin değişken miktarı belirlenmiştir. Talebin farklı sigma seviyeleri için bulanık hedef programlama tekrar tekrar çözülmüştür.

Thomassey ve ark. (2005), orta dönemli (bir yıl) ve kısa dönemli (haftalık) talep tahmini yaptıkları çalışmalarında, orta dönemli talep tahmini için bulanık çıkarım modeli kullanmışlardır. Çalışmada, promosyon gibi niteliksel bir değişkenin, talebe etkisinin nasıl olacağına belirli olmadığı bildirilmiştir. Geliştirilen model uzman görüşü olmadan, niteliksel değişkenlerin etkisinin, modelin içine koyulmasına olanak tanımaktadır. Çalışmada, orta süreli talep tahmini için bulanık küme teorisi, kısa süreli talep tahmini için ise bulanık-sinirsel ağ modeli geliştirilmiştir. Oluşturulan modeller hem kısa dönem hem de uzun dönemli tahmin için klasik istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılmış ve oluşturulan modellerin daha doğru sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Belirsiz ortamda ortaya çıkan uzun dönemli talep tahminlerinde, bulanık mantık kullanılması sonucunda, klasik doğrusal istatistiksel yöntemlere göre daha doğru sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca bulanık mantığın, yapay sinir ağlarına göre belirsizliklerin üstesinden daha iyi geldiği belirtilmektedir.

Petrovic ve ark. (2006), bulanık karar destek sistemi ile talep tahmini yapmışlardır. Oluşturulan karar destek sistemi subjektif tahminlerle istatistik tahminleri birleştiren bulanık “EĞER – O HALDE” kuralları oluşturarak talep tahmini yapmaktadır. Oluşturulan karar destek sistemi ürün talebi için dört bileşen kabul etmektedir:

- Müşteri tarafından tahmin edilen talep
- Pazar uzmanı tarafından tahmin edilen talep
- Zaman serisi analizi ile tahmin edilen talep
- ARMA ile tahmin edilen talep

Müşteri ve uzman tarafından yapılan talep tahminleri genelde belirsiz sözel ifadeler içerdiğinden bulanık sayılarla gösterilmiştir.

Thomassey ve Fiordaliso (2006), yaptıkları çalışmada, hazır giyim sektöründe mevcut veriye uygun kümeleme prosedürü ve karar ağacı yöntemini uygulayarak talep tahmini yapmışlardır. Kümeleme prosedürü, benzer ürünleri satış profiline göre gruplarken, karar ağacı da bu kümelerle belirlenmiş kriterler arasında anlaşılabilir ilişkiler bulmaktadır. Hazır giyim sektöründe bir çok aşama olduğundan özellikle global pazarlardan sağlanan ürünler için, imalat sipariş miktarları önceden bilinmelidir. Hazır

giyim sektöründe her sezonda koleksiyonun yenilenmesi, tahmin yöntemlerinin eğitimi için gerekli olan geçmiş yıllara ait verinin oluşmamasına neden olmaktadır. Bu veri kümesinin oluşması için ürün aileleri oluşturularak talep toplanır.

Sun ve ark. (2008), uç eğitim makinesi eğitim yöntemi ile öğrenen yapay sinir ağı yöntemini kullanarak hazır giyim sektöründe bir işletme için talep tahmini yapmışlardır. Tek gizli katmana sahip ileri beslemeli ağlar için uygun olan “uç öğrenme makinesi” (extreme learning machine) yönteminde, girdi ve gizli katman ağırlıkları rassal olarak belirlenirken, çıktı katmanının ağırlık değerleri analitik olarak belirlenmektedir.

Efendigil ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada önce YSA yöntemi daha sonra da sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım yöntemini talep tahmini için kullanmışlardır. Oluşturulan YSA yapısında farklı aktivasyon fonksiyonları, gizli katman sayısı ve nöron sayıları için denemeler yapılmıştır. Aynı veriler sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım modeli için de kullanılmış ve farklı tipteki üyelik fonksiyonları için denemeler yapılmıştır. Oluşturulan sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım modelinin geleneksel yapay sinir ağı modeline göre gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Huang (2009), Monte-Carlo simulasyonu ile talep tahmini yapmıştır. Sayed ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada istatistiksel tahmin yöntemlerini ve genetik algoritmayı (GA) birleştiren hibrit talep tahmin modeli kurmuşlardır. Çalışmada GA tercih edilmesinin nedeni, GA'nın birçok çözüm alternatifini araştırması ve optimal sonuca ulaşma yeteneğinin bulunmasıdır. Çalışmada GA, basit üssel düzeltme, toplamsal Winter ve çarpımsal Winter yöntemleri ile birleştirilmiştir. Sonuçta önerilen modelin bireysel yöntemlere göre tahmin doğruluğunu geliştirdiği tespit edilmiştir.

Mostard ve ark. (2011), internet üzerinden satış yapan bir hazır giyim işletmesinde 89 farklı stok birimi için talep tahmini yapmış, uzman görüşüne dayalı yöntemlerin daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

2.5.1. Hazır giyim sektöründe talep tahmini için kullanılan kriterler

Talep tahmin sistemi için belirlenen kriterler satış tahminini etkileyen ulaşılabilir faktörler olmalıdır. Literatürde yapılan çalışmalarda, uygulama alanına bağlı olarak farklı kriterler ele alınmıştır.

Kuo ve ark. (2002), promosyon durumunu da inceleyerek gerçekleştirdikleri talep tahmini için aşağıdaki üç kriteri dikkate almışlardır:

- 1- Promosyon yöntemi
 - a. \$10 indirim
 - b. \$5 indirim
 - c. 2 alana 1 bedava
- 2- Reklam çeşidi
 - a. TV akşam kuşağı
 - b. TV gündüz kuşağı
 - c. Radyo
 - d. Gazete
 - e. Tanıtım broşürü
 - f. Poster
- 3- Rakiplerin durumu
 - a. Rakip var
 - b. Rakip yok

Thomassey ve ark. (2005)'nın kısa ve orta dönemli talep tahmini yaptıkları çalışmalarında, pazarlama uzmanlarının görüşüne dayanarak oluşturdukları girdiler aşağıda gösterilmiştir:

- Satış fiyatı
 - Promosyon var
 - Promosyon yok
- Tatil dönemleri
 - Tatil dönemi
 - Okul dönemi
- Ardıl dönem
 - Noel Günü
 - Yılbaşı
 - Yumurta Bayramı
 - Yaz dönemi

Thomassey ve Fiordaliso (2006), hazır giyim sektörü için talep tahmini yaptıkları çalışmalarında satış fiyatı, satışın başlama tarihi, ürün ömrü kriterlerini dikkate almışlardır. Sun ve ark. (2008), üç farklı tekstil ürünü için farklı girdi değişkenleri tanımlayarak talep tahmini yapmışlardır. Çalışmada kullanılan değişkenler aşağıda belirtilmiştir:

- 1- Jean talep tahmini için girdi değişkenleri
 - a. Renk
 - b. Beden
 - c. Satış fiyatı
- 2- Çorap talep tahmini için girdi değişkenleri
 - a. Renk
 - b. Satış fiyatı
- 3- Ceket talep tahmini için girdi değişkenleri
 - a. Renk
 - b. Beden
 - c. Satış fiyatı

Efendigil ve ark. (2009), talebi etkileyen faktörleri uzmanlarla görüşülerek ve literatür çalışması ile tespit etmişlerdir. Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri aşağıda gösterilmiştir:

- Girdiler
 - *Ürünün birim fiyatı*: Tüketici fiyatını etkileyen niceliksel kriter
 - *Ürün kalitesi*: 1-9 skalası ile belirlenen niteliksel kriter
 - *Müşteri memnuniyet seviyesi*: Müşterinin satış sırasında ve satış sonrası davranışlarını yansıtan niteliksel bir faktör
 - *Promosyon, tatil ve özel günlerin etkisi*: Satışları etkileyen niteliksel faktör.
- Çıktı
 - *Talep miktarı*: Niceliksel faktör

Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde uygulamada kullanılan yöntemler açıklanacaktır.

2.6. Bulanık Mantık

Geleneksel mantık sistemleri, sadece belirli koşullarda oluşan, kesin doğruluk değerleri doğru ya da yanlıştan birisine sahip önermelerle ilgilidir. Geleneksel mantıkta, üçüncü bir durumun gerçekleşmesinin imkansız olduğu varsayılır ve çoğu zaman bu tür durumlar paradoks olarak adlandırılır (Baykal ve Beyan 2004). Mantıksal paradokslar ve Heisenberg'in belirsizlik ilkesi, 1920'ler ve 1930'larda çok değerli mantık sistemlerinin gelişmesine yol açmıştır. Kuantum teorisyenleri, iki değerli mantık sistemlerinin {Doğru, Yanlış}'tan oluşan değer kümesine, bir üçüncü veya orta doğruluk değeri ekleyerek belirlenemezliğin ifade edilebilmesine imkan sağlamışlardır. Heisenberg'in belirsizlik ilkesi, belirlenmezliğin sürekliliğiyle, bilimi çok değerliliğe zorlamıştır. Az sayıda filozof çok değerliliği benimsemesine rağmen, Lukasiewicz, Gödel, ve Black, ilk çok-değerli ya da bulanık mantık ve küme sistemlerini geliştirmişlerdir. 1930'ların başlarında Polonyalı mantıkçı Jan Lukasiewicz ilk üç-değerli mantık sistemini geliştirmiştir. Lukasiewicz, daha sonra doğruluk değerlerinin kümesini tüm sayılara genelleştirmiştir. 1930'larda kuantum filozofu Max Black, sürekli değerlere sahip mantığı, eleman düzeyinde kümelere uygulamıştır. Black, bulanık-küme üyelik fonksiyonlarından bahseden ilk kişi olmuştur. Bulanık kümenin bilim dünyasına tanıtılması 1965 yılında Zadeh tarafından gerçekleştirilmiş olup belirsiz sözel terimlerin matematiksel gösterim yolu olarak ifade edilmiştir.

Gerçek hayatta birçok karar verme işleminde hedefler, kısıtlar ve sonuçlar kesin olarak bilinmez. Belirsiz verilerle niteliksel olarak başa çıkmak için genelde olasılık teorisi ya da karar teorisi, kontrol teorisi ve bilgi teorisi ile geliştirilmiş araçlar kullanılır. Bu durumda belirsizlik rassallıkla dengelenmiş olur. Gerçekte rassallık ve bulanıklık arasındaki farkın tanımlanması gereklidir. Bulanıklık kavramı ile, bulanık kümelerle birleştirilebilen belirsizlik durumu ifade edilir. Bu durumda üyelik ile üye olmamak arasında kesin bir geçiş yoktur. Makine zekası ile insan zekası arasındaki temel fark, insan zekasının bulanık kavramları işleyebilme ve bulanık kavramlara cevap verebilme yeteneğidir. Rassallık ise, bir nesnenin üyelik ya da üye olmamak arasındaki belirsizliğini bulanık olmayan kümelerde tanımlar. Bulanıklıkta ise kümelerde, tamamen üyelikle hiç üye olmamak arasında dereceli üyelikler bulunmaktadır (Bellmann ve Zadeh 1970).

Belirsizlik durumuyla uğraşırken oluşturulan modeller belirsizlik (ne olabilir) ve karar (ne yapılır) içerir. Belirsizlik durumunda karar vermede aşağıdaki yaklaşımlar kullanılır (Matos 2007):

- *Senaryolar:* Belirsizliği modellemenin geleneksel yöntemi senaryolar oluşturmaktır. Bu, belirsiz değişkenlerin tahmin edildiği, korelasyonlar da dikkate alınarak, gelecek durumlar için yapıların oluşturulduğu doğal bir yaklaşımdır. Oluşturulan senaryolar olasılık dağılımlarını gerektirmez; ancak, en olası senaryo kavramı bazen niteliksel yolla elde edilebilir ve bu da diğer tüm olası senaryoların elimine edilmesi demektir. Sonuçta senaryolar veri ve parametrelerin olası örneklerinden oluşur ve olası her senaryonun sonuç kararını değerlendiren etki modeli genelde gereklidir.
- *Aralık:* Belirsizlikle uğraşmanın diğer bir yolu da veri ve parametreleri tek sayılar yerine aralıkla tanımlamaktır. Aralıklar aynı zamanda niteliksel tanımları sayısal değerlere dönüştürür. Aralıklar genelde olasılık ve olasılırlık dağılımlarıyla ilişkili değildir, sadece, ilgili verinin gelecekteki olası değerlerini yansıtmaya çalışırlar.
- *Olasılık modelleri:* Olasılık modelleri bilgiyi istatistiksel modellerden ele alırlar. Genelde pratik uygulama olmasına rağmen, subjektif olasılık (olasılık değerinin uzman tarafından tahmin edilmesi) durumunda çok kullanışlı değildir. Subjektif olasılıklar bazen aralık şeklinde tanımlanırlar.
- *Bulanık modeller:* Bulanık küme teorisi, istatistiksel bilginin mevcut olmadığı ve niteliksel tanımlamaların bulunduğu belirsiz modellerde tercih edilen bir yöntemdir. Bulanık sayılar genelde iç içe geçmiş aralıklar kümesi olarak gösterilebilir. Aralığa atanan her gerçek sayı (üyelik fonksiyon derecesi) bulanık sayı ile ilgili muğlaklık ölçütüdür.

Gerçek durumlar genelde çok sayıda belirsizlik ve muğlaklık içermektedirler. Bilgi eksikliği nedeni ile sistemin gelecekteki durumu tamamen bilinemeyebilir. Bu belirsizlik durumu olasılık teorisi ve istatistikle tanımlanmıştır; ancak, olasılıksal ve istatistiksel yaklaşımlarda olayların ve durumların net bir şekilde tanımlandığı kabul edilmiştir. Bu tip belirsizlik ya da muğlaklık “stokastik belirsizlik” olarak kabul edilir. Olayların semantik (anlamsal) anlamını içeren muğlaklığa ise “bulanıklık” denmektedir.

Bulanık küme teorisinde “belirsizlik” parametre değeri ile ilgili bilgi eksikliğinden ziyade parametrelerin muğlaklığı ile ilgilidir (Zimmermann 1996).

Bulanıklık sıklıkla olasılıkla karıştırılmaktadır. Bulanıklık ve olasılık arasındaki temel fark; bulanıklık deterministik olaylarla ilgilenirken, olasılık stokastik olaylarla ilgilenir. Bulanıklık kesin olmamanın bir görünüşü olup içeriğinin tanımında veya terimin anlamında bir belirsizlik vardır (uzun çubuk, yaşlı insan...vb). Olasılıktaki belirsizlik ise, genellikle olayın oluşuyla ilgili olup rassallıkla sembolize edilir (%20 sınıfta kalacak gibi). Sonuçta, bulanıklık, insan duygu ve düşüncelerini (subjektifliği) temsil ederken, olasılık doğal olaylarda objektif istatistiği ifade eder.

Uzman sistemler 1960’lı yılların ortasında, yapay zeka komitesi tarafından, yapay zeka uygulamalarının bir dalı olarak geliştirilmiştir. Uzman sistem anlayışında, belirli bir bilginin temeli olan uzman, insandan bilgisayara dönüştürülmüştür. Bilgi bilgisayarda depolanır ve kullanıcı ihtiyacı olan öneriyi bilgisayardan alır. Bilgisayar belirli çıkarımlar yaparak sonuca ulaşabilir. Bilgisayar kullanıcıya, öneriler, sonuçlar ve eğer gerek varsa önerinin arkasındaki mantık hakkında bilgi verebilir. Uzman sistemler geleneksel yöntemlerle çözülemeyen pek çok problem için esnek ve güçlü sonuçlar elde edebilirler (Liao 2005).

Modellemede, sonuç çıkarımı ve hesaplama için kullanılan geleneksel araçların birçoğu kesin, deterministik ve belirli yapıdadır. Kesin parametreler ikili yapıda, “daha az” veya “daha çok”tan ziyade “evet” ya da “hayır” tipindedirler. Geleneksel ikili mantıkta, herhangi bir durum doğru ya da yanlış olabilir, bunların arasında farklı bir durum mümkün değildir. Küme teorisinde bir eleman kümeye aittir ya da değildir, optimizasyonda çözüm uygundur veya uygun değildir. Kesinlik, kurulan model parametrelerinin gerçek sistem özelliklerini tamamen temsil ettiğini kabul eder, başka bir deyişle kesinlik şüphe içermez. Belirlilik ise, modelin parametrelerinin tamamen bilindiğini, parametrelerin değerleri hakkında herhangi bir şüphe oluşmadığını kabul eder. Kurulan matematiksel modeller iki tip zorluk içermektedirler (Zimmermann 1996):

- 1- Gerçek durumlar, genelde, kesin ve belirli değildir ve “kesinlik” ile tanımlanamazlar.

- 2- Gerçek bir sistemin tamamen tanımlanması (olduğu gibi yansıtılması) bir insanın eş zamanlı olarak anlayıp işleyeceğinden çok daha fazla veri gerektirmektedir.

Bulanık mantık, insan düşünce sistemine benzer işlemlerin gerçekleşmesini sağlamakta, gerçek dünyada sık meydana gelen belirsiz ve kesin olmayan verileri modellemede yardımcı olmaktadır. Klasik mantıkta bir önerme “doğru” veya “yanlıştır.” Yani üyelik bilgisi 1 veya 0’dır. Fakat gerçek dünyadaki olayların ne derecede doğru veya yanlış olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bulanık küme, her bir elemanın üyelik değerinin $[0,1]$ aralığında olmasına izin verir. Bulanık küme teorisi az, sık, orta, düşük, çok, birçok gibi dilbilimsel yapıları kullanarak dereceli veri modellemesini gerçekleştirmektedir. Böylece olayların modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçların elde edilmesi sağlanır. Kurallar, bulanık sistemin davranışını tanımladığından, bulanık kümeler kendi içinde öğrenmektedir.

Bulanık küme, kesin geçişleri elimine ederek belirsizlik kavramının tanımını yeniden verir ve evrendeki bütün bireylere üyelik derecesi değerini atayarak matematiksel olarak tanımlar. Bu derece, bulanık küme tarafından verilen kavram ile uyumludur ve benzer bir bireyin derecesine uyar. Böylece bireyler, bulanık küme içerisinde üyelik dereceleri tarafından gösterilen daha büyük ve daha küçük değerlere ait olabilirler. Bu üyelik dereceleri $[0, 1]$ aralığında gerçel değerler ile ifade edilir.

Bulanık mantık, sadece belirsizlik ölçümü için değil, aynı zamanda muğlak kavramların doğal dille ifadesini de sağlayan güçlü bir yöntemdir. Bulanık mantık, kavramın tanımını yaparken muğlaklık durumunu da içine alan matematiksel bir yöntemdir (Kumar ve Palanisamy 2008).

Klasik mantık $(0,1)$ olmak üzere iki seviyeli sistem kullanırken, bulanık mantık $[0,1]$ aralığında çok seviyeli sistemi kullanır.

Bulanık mantık, makinelere insanların özel verileri işleyebilme, deneyim ve önsezilerinden yararlanma yeteneği veren bir yaklaşımdır. Bulanık mantık makinelere bu yeteneği verirken sembolik ifadeler kullanır ve kullanılan sembolik ifadeler matematiksel temele dayanır. Olayın bulanık mantıkla incelenmesi için öncelikle, yapılacak çıkarımların belirli tolerans sınırları içinde kalmasına önceden karar vermek

gerekir. Yüksek kesinlik sadece yüksek maliyetlere değil aynı zamanda sorunun çözümünün çok karmaşıklaşmasına da neden olur (Baykal ve Beyan 2004).

Bulanık sistemler, davranışları tam olarak anlaşılamayan çok karmaşık durumların açıklanmasında ve yaklaşık; ancak, hızlı çözümün garanti olduğu durumlarda çok yararlıdır (Ross 2004). Bulanık mantığın genel özellikleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

- Kesin değere dayalı düşünme yerine bulanıklık kullanılır.
- [0,1] aralığında çok seviyeli dereceler kullanılır.
- Bilgi sözel ifadelerle uygundur.
- Bulanık çıkarım, sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallarla yapılır.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Tam bilinmeyen eksik verilerle işlem yapabilir.
- Matematiksel modeli zor olan problemlerde kullanılabilir.

2.6.1 Bulanık küme teorisi

Bulanık küme kavramı, üyelik derecesi esas alınarak kullanılır. Klasik kümelerin, nesnelere $\{0,1\}$ değerleri vererek elemanı olup olmadığına karar veren işlevine karşılık, bulanık kümeler nesnelere $[0,1]$ aralığında değerler vererek elemanı olup olmadığını ortaya çıkarır. Klasik kümede bir nesne 1 değerini alırsa kümenin elemanıdır, 0 değerini alırsa kümenin elemanı değildir. Bulanık küme tarafından tanımlanan ve büyük değerlere 1'e doğru büyüyen, küçük değerlere 0'a doğru küçülen üyelik değeri verebilen işleve "üyelik fonksiyonu" denmektedir (Elmas 2003).

X evrensel kümesinde tanımlanan, bulanık küme A için μ_A üyelik fonksiyonu 2.11 ifadesindeki gibi ifade edilir:

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1] \quad (2.11)$$

μ_A üyelik fonksiyonu $[0,1]$ kapalı aralığında gerçek bir sayıyı göstermektedir.

2.6.2 Bulanık kümeler üzerinde işlemler

X evrensel kümesi üzerinde tanımlanan \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık kümeleri olsun.

Birleşim İşlemi: $\tilde{A} \cup \tilde{B}$ kümesinin herhangi bir $x \in X$ için, elemanlarının üyelik derecesi \tilde{A} ve \tilde{B} kümelerinden üyelik derecesi büyük olana eşittir.

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \max(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \quad (2.12)$$

Kesişim İşlemi: $\tilde{A} \cap \tilde{B}$ kümesinin herhangi bir $x \in X$ için, elemanlarının üyelik derecesi \tilde{A} ve \tilde{B} kümelerinden üyelik derecesi küçük olana eşittir.

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \quad (2.13)$$

Tümleyen İşlemi: X evrensel kümesinde verilen bir \tilde{A} kümesinin tümleyeninin üyelik fonksiyonu aşağıda gösterilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) \quad (2.14)$$

Destek Keskin Kümesi: X evrensel kümesindeki \tilde{A} kümesinin destek kümesi 0'dan farklı üyelik derecesine sahip olan elemanlarının hepsini içerir ve aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$SuppA = \{x \mid x \in X \text{ ve } \mu_{\tilde{A}}(x) > 0\} \quad (2.15)$$

α Bölüm Kümesi: \tilde{A} kümesinin α bölüm kümesi (A_α) üyelik derecesi α özel değerinden büyük veya eşit olan elemanları içermektedir ve aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$A_\alpha = \{x \mid x \in X \text{ ve } \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\} \quad (2.16)$$

Seviye Kümesi: \tilde{A} kümesinin seviye kümesi (Λ_α), X evrensel kümesinin \tilde{A} kümesindeki bütün elemanlarından üyelik derecesi α özel değerine eşit olanları içerir ve aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\Lambda_\alpha = \{x \mid x \in X \text{ ve } \mu_{\tilde{A}}(x) = \alpha\} \quad (2.17)$$

Alt Küme: Eğer X evrensel kümesinin her bir elemanının \tilde{A} kümesindeki üyelik derecesi, \tilde{B} kümesindeki üyelik derecesinden küçük veya eşit ise, \tilde{A} kümesi, \tilde{B} kümesinin alt kümesidir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{B}}(x), \quad \forall x \in X \Rightarrow \tilde{A} \subseteq \tilde{B} \quad (2.18)$$

Eşit Küme: Eğer X evrensel kümesinin her bir elemanının \tilde{A} kümesindeki üyelik derecesi, \tilde{B} kümesindeki üyelik derecesine eşit ise, \tilde{A} kümesi, \tilde{B} kümesine eşit kümedir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{B}}(x), \quad \forall x \in X \Rightarrow \tilde{A} = \tilde{B} \quad (2.19)$$

Tam Alt Küme: \tilde{A} kümesi, \tilde{B} kümesinin bir alt kümesi ve \tilde{A} kümesi, \tilde{B} kümesine eşit küme değilse, \tilde{A} kümesi \tilde{B} kümesinin tam alt kümesidir.

2.6.3. Bulanık ilişkiler

Tekli bulanık bağıntılar bir boyutlu üyelik fonksiyonları olan bulanık kümeler, ikili bulanık bağıntılar ise iki boyutlu üyelik fonksiyonları olan bulanık kümelerdir. Kümelerin bileşkesi kümelerin kartezyen çarpımı ile elde edilebilir. Farklı çarpım uzaylarında bulanık bağıntılar, \circ ile gösterilen bileşke işlemi ile birleştirilebilir (Baykal ve Beyan 2004). En çok kullanılan bileşke işlemleri en büyük – en küçük (EB-EK) bileşkesi ve en büyük- çarpım bileşkesidir.

\tilde{R} , $X \times Y$ kartezyen uzayında bulanık ilişki, \tilde{S} , $Y \times Z$ kartezyen uzayında bulanık ilişki, \tilde{T} , $X \times Z$ kartezyen uzayında bulanık ilişki olsun. Bu durumda EB-EK ve EB-çarpım bileşkelerinin teorik notasyonu aşağıda gösterilmektedir:

- EB-EK bileşkesi:

$$\begin{aligned} \underline{T} &= \underline{R} \circ \underline{S} & (2.20) \\ \mu_{\underline{T}}(x, z) &= \bigvee_{y \in Y} (\mu_{\underline{R}}(x, y) \wedge \mu_{\underline{S}}(y, z)) \end{aligned}$$

-EB-çarpım bileşkesi:

$$\begin{aligned} \underline{T} &= \underline{R} \circ \underline{S} & (2.21) \\ \mu_{\underline{T}}(x, z) &= \bigvee_{y \in Y} (\mu_{\underline{R}}(x, y) \bullet \mu_{\underline{S}}(y, z)) \end{aligned}$$

2.6.4. Olabilirlik

Olasılıktan farklı olarak incelenecek olayın veya olaylar dizisinin olabilecek tüm sonuçlarının bulunduğu kümeye “evrensel (temel) küme” denir. Bu küme elemanlarının tümü olayın olabilir sonuçlarını temsil eder. Olabilirlik, elemanlar arasında hiçbir ayırım gözetmeden, her birinin eşit önemi varmış gibi sonuçların yazılmasıdır. Olabilirliklerin her birine nesnel/kişisel olarak üyelik derecelerinin atanması ile bulanık kümeler ortaya çıkmaktadır. Eğer \underline{A} bulanık küme, Π olabilirlik dağılımı ise, bu durumda \underline{A} ’nın olabilirliği aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır:

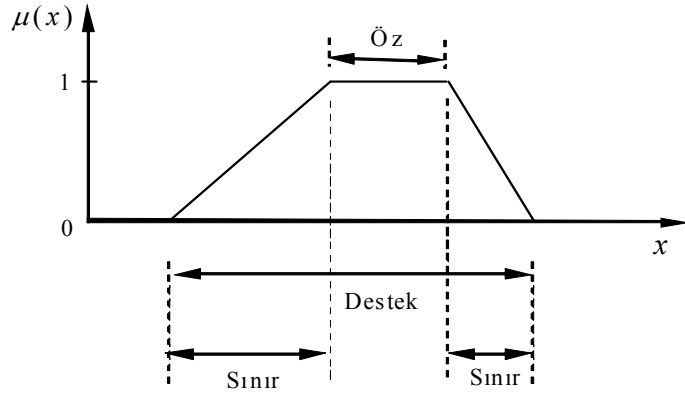
$$\Pi(\underline{A}) = \max_{w \in W} \min \{ \mu_{\underline{A}}(x), \pi(x) \} \quad (2.22)$$

2.6.5. Üyelik fonksiyonları

Bulanık kümeler $\mu_{\underline{A}}(x)$ üyelik fonksiyonu ile temsil edilir. $\mu_{\underline{A}}(x)$, üyelik fonksiyonundaki bir x noktasının \underline{A} bulanık kümesindeki üyelik derecesidir. $\mu_{\underline{A}}(x) = 1$ konumu, x ’in \underline{A} bulanık kümesinin kesin bir elemanı olduğunu tanımlamaktadır. Benzer şekilde $\mu_{\underline{A}}(x) = 0$, x ’in \underline{A} bulanık kümesinin dışında olduğunu göstermektedir. $0 < \mu_{\underline{A}}(x) < 1$ arasındaki her değer, x ’in \underline{A} bulanık kümesindeki

üyeliğinin belirsiz değerleridir. Bu yüzden kesin olmayan büyüklükler üyelik fonksiyonları tarafından belirtilmiş bulanık kümelerle temsil edilirler.

Genel olarak üyelik fonksiyonu, sınır, öz (merkez) ve destek olmak üzere üç bölümden oluşur (Şekil 2.3).

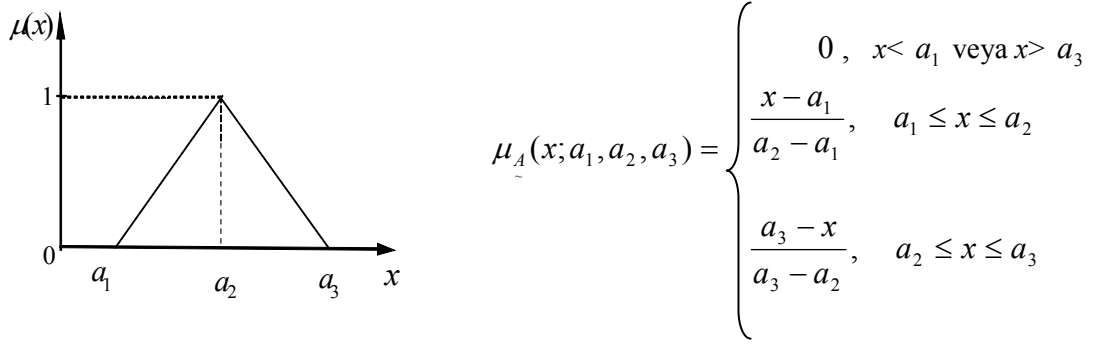


Şekil 2.3. Üyelik fonksiyonu bölümleri

Üyelik fonksiyonu yapısında “öz” bölgesi, \tilde{A} bulanık kümesinde tam üyelik değerine sahip, $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$ olan elemanları içerir. “Destek” bölgesinde bulunan elemanların, \tilde{A} bulanık kümesinde üyelik fonksiyon değerleri sıfırdan büyüktür. “Sınır” bölgesinde yer alan elemanların, \tilde{A} bulanık kümesinde üyelik fonksiyon değerleri 0’dan büyüktür; ancak tam üyelik fonksiyonu değerine sahip değildir ($0 < \mu_{\tilde{A}}(x) < 1$).

Çok sayıda üyelik fonksiyonu tipi olmakla beraber, pratik uygulamalarda ve literatürde yer alan çalışmalarda en fazla kullanılanlar üçgen, yamuk, çan eğrisi ve sigmoidal tipteki üyelik fonksiyonlarıdır.

Üçgen üyelik fonksiyonu a_1 , a_2 ve a_3 olmak üzere üç parametre ile tanımlanır (Şekil 2.4).



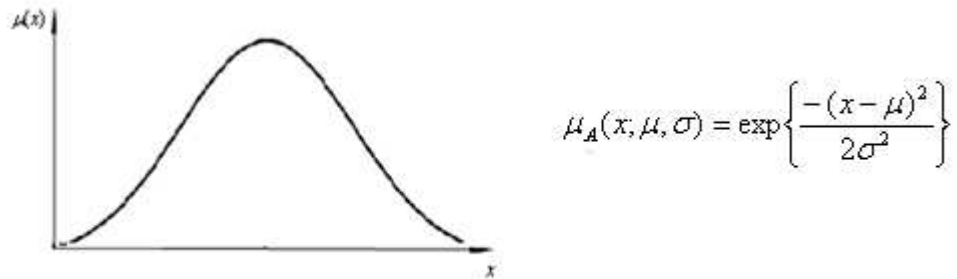
Şekil 2.4. Üçgen üyelik fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonu a_1, a_2, a_3 ve a_4 olmak üzere dört parametre ile tanımlanır (Şekil 2.5) :



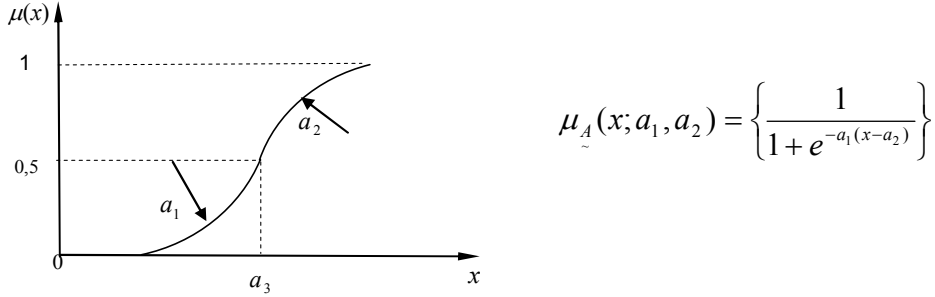
Şekil 2.5. Yamuk üyelik fonksiyonu

Gauss eğrisi tipi üyelik fonksiyonun parametreleri μ ve σ dır. Bu fonksiyonda μ fonksiyon merkezini, σ genişliği ifade eder (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Gauss eğrisi tipi üyelik fonksiyonu

Sigmoidal üyelik fonksiyonu, a_1 ve a_2 olmak üzere iki parametre ile tanımlanır (Şekil 2.7)



Şekil 2.7. Sigmoidal üyelik fonksiyonu

Sigmoidal üyelik fonksiyonunda a_1 ve a_2 eğrinin eğimini gösterirken, a_3 noktası eğrinin dönüm noktası olup üyelik derecesi her zaman 0,5'dir.

Genelleştirilmiş çan eğrisi a , b ve c gibi üç parametreye dayanır. b parametresi her zaman pozitif değer alırken, c parametresi de eğrinin merkezinde yer almaktadır. Genelleştirilmiş çan eğrisi fonksiyonu 2.23 ifadesinde gösterilmiştir.

$$f(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}} \quad (2.23)$$

Üyelik derecesi ataması yapılırken, sezgi, mantık ve tecrübelerle dayanarak üyelik derecesi atanabilir. Çalışılan alanın özelliklerine göre, uzman bilgisi gerekebilir ya da çeşitli çıkarımlar yapılabilir. YSA ya da GA gibi çeşitli yapay zekâ teknikleri kullanılarak da üyelik derecesi atanabilir.

2.6.6. Bulanıklaştırma

Bulanıklaştırma, bulanık olmayan kesin bir büyüklüğün, bulanık bir büyüklüğe dönüştürülmesidir. Bunun için, üyelik fonksiyonları kullanılarak girişlerin bulanık kümelerden hangisine ve hangi derecede ait olduğu belirlenir. Girişler, giriş değişkeninin evrensel kümesinde bulunan sayısal değerlerle sınırlıdır. Çıkış ise, kümeyi

niteleyen üyeliğin [0-1] aralığında bulanık bir derecesidir. Girişler bulanıklaştırıldıktan sonra, sistemin yapısına göre kural tabanı belirlenir.

Bulanık mantık sisteminin temeli, üyelik fonksiyonundan ortaya çıkarılan sözel değişkenlerin oluşturduğu girişleri karar verme sürecinde kullanmaktır. Bu değişkenler, sözel EĞER-O HALDE kuralların ön şartları tarafından birbirleriyle eşleşirler (Elmas 2003).

2.6.7. Bulanık kurallardan genel çıkarıma gidilmesi

Bulanık çıkarım sisteminde değişkenler arasındaki ilişkiler, bulanık kurallarla ifade edilir. Bulanık sistemlerde “EĞER – O HALDE” kural tipi en çok kullanılan sunum tipidir. EĞER – O HALDE kural yapısı, “EĞER {öncül} O HALDE {sonuç}” olmak üzere iki kısım içerir.

Bulanık kurallardan genel çıkarıma gidilmesinde iki farklı yaklaşım vardır:

1. Yaklaşım:

1. yaklaşım kuralların “VE” bağlacı ile bağlanmasıdır.

$$y = y_1 \text{ ve } y_2 \text{ ve } y_3 \text{ ve } \dots \text{ve } y_r$$

Kuralların “VE” bağlacı ile bağlanması, kuralların kesişim işlemine girmesi anlamına gelir.

$$y = y_1 \cap y_2 \cap y_3 \cap \dots \cap y_r \quad (2.24)$$

$$\mu_y(y) = EK [\mu_{y_1}(y), \mu_{y_2}(y), \dots, \mu_{y_r}(y)]$$

2. Yaklaşım:

2. yaklaşım kuralların “VEYA” bağlacı ile bağlanmasıdır.

$$y = y_1 \text{ veya } y_2 \text{ veya } y_3 \text{ veya } \dots \text{veya } y_r,$$

Kuralların “VEYA” bağlacı ile bağlanması, kuralların birleşim işlemine girmesi anlamına gelir.

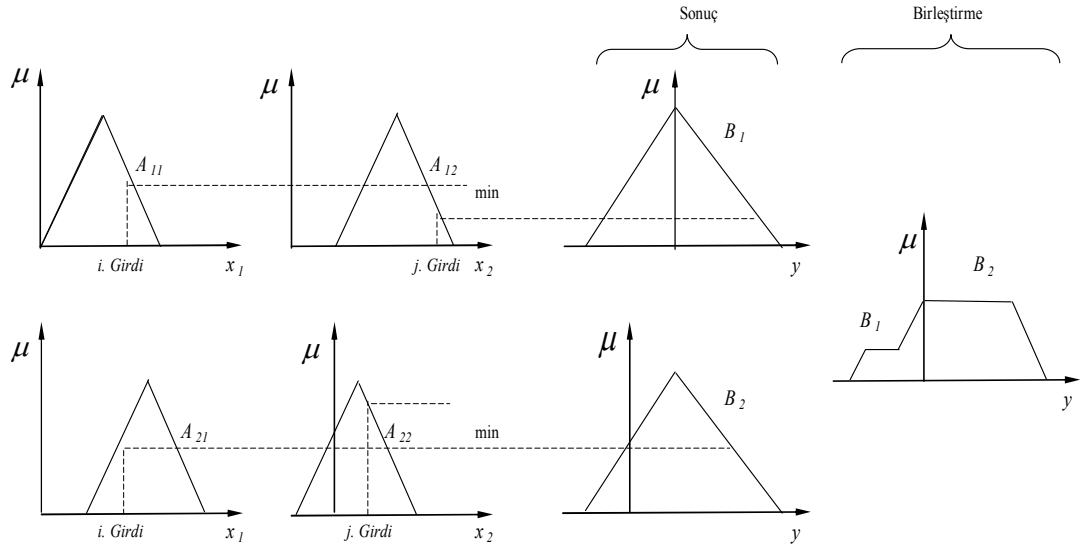
$$y = y_1 \cup y_2 \cup y_3 \cup \dots \cup y_r \quad (2.25)$$

$$\mu_y(y) = EB [\mu_{y_1}(y), \mu_{y_2}(y), \dots, \mu_{y_r}(y)]$$

2.6.8. Grafiksel çıkarım modelleri

“EĞER – O HALDE” kurallarına bağlı kalarak, bulanık modeller, Mamdani (ya da sözel) modeller, Takagi-Sugeno modelleri ve Tsukamoto modeller olmak üzere üç tipte incelenebilirler.

Mamdani modelleri, pratik uygulamalarda ve literatürde en çok tercih edilen çıkarım modelleridir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. EB-EK çıkarımına sahip Mamdani modelinin gösterimi

Mamdani modelini açıklamak için, iki kurala sahip, her bir kuralda iki öncül bir sonuç kısmı bulunan basit bir sistem kabul edilsin. x_1 ve x_2 şeklinde iki girdiye (öncül kısımlar), y şeklinde bir çıktıya (sonuç kısmı) sahip bulanık sistem, Mamdani gösteriminde r adet sözel “EĞER-O HALDE” kural kümesi ile aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\text{EĞER } x_1, \underset{\sim 1}{A^k} \text{ ve } x_2, \underset{\sim 2}{A^k} \text{ ise, O HALDE } y^k \underset{\sim}{B^k} \text{ dır, } k=1,2,\dots,r$$

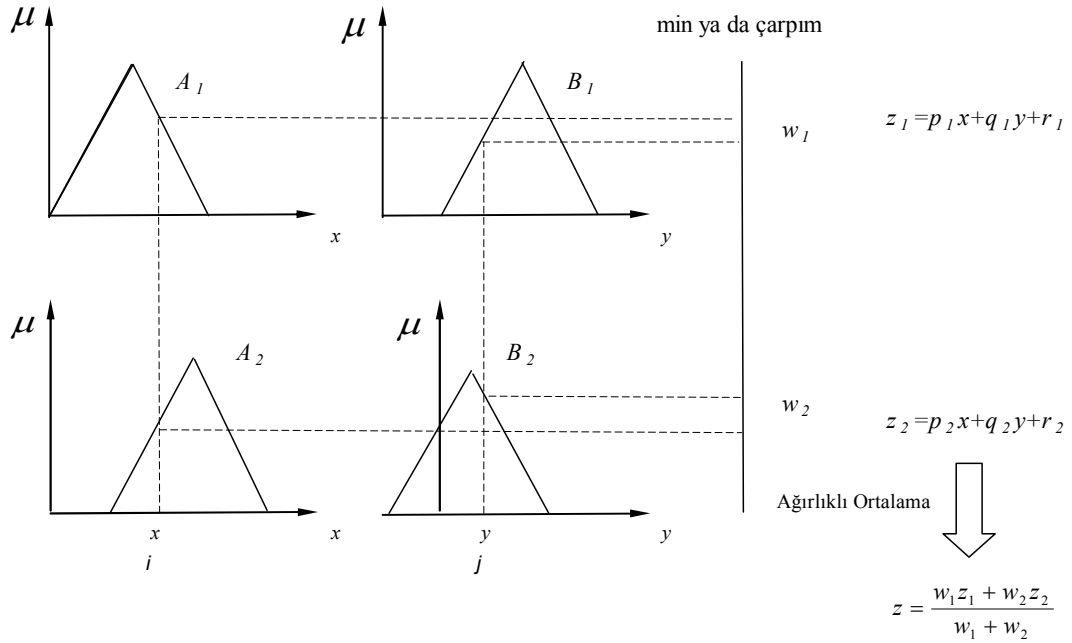
Buradaki $\underset{\sim 1}{A^k}$ ve $\underset{\sim 2}{A^k}$ k . öncül kısmı, $\underset{\sim}{B^k}$ k . sonuç kısmı gösteren bulanık kümelerdir.

Sugeno modelleri ya da TSK (Takagi, Sugeno ve Kang) yöntemi, bulanık kuralları belirli girdi çıktı veri kümesine dayanarak geliştiren sistematik bir yaklaşımdır. İki

girdiye x ve y , bir çıktıya z sahip, Sugeno tipi kural yapısı aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:

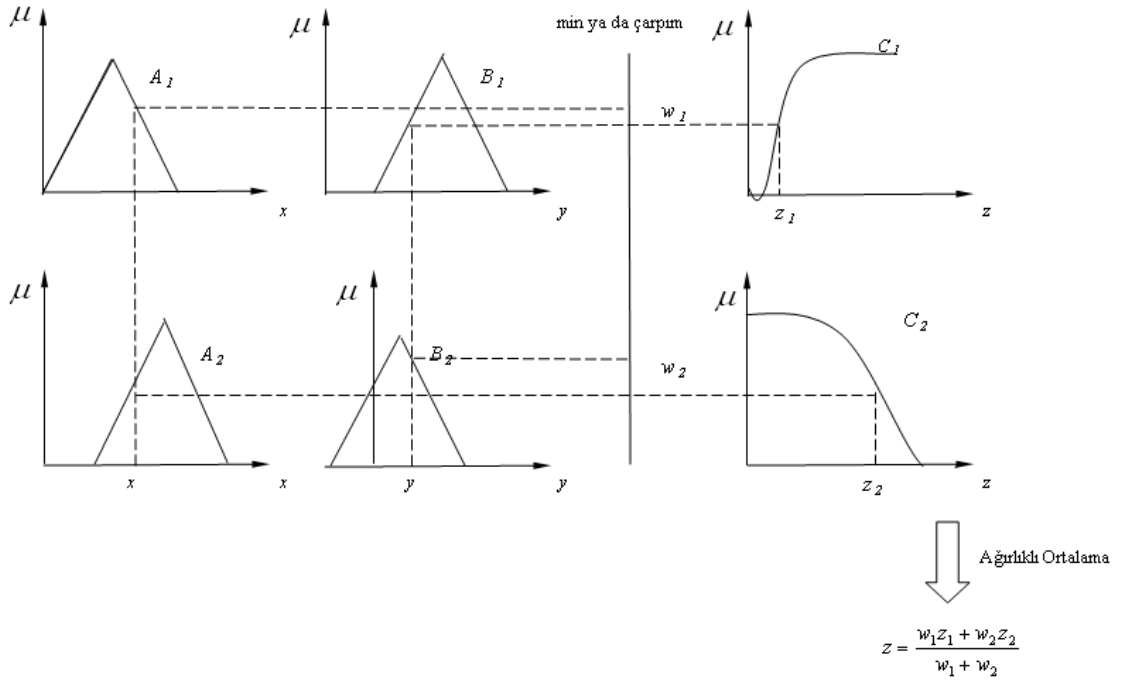
$$\text{EĞER } x \tilde{A} \text{ ise ve } y \tilde{B} \text{ ise, O HALDE } z = f(x,y)$$

Buradaki $z = f(x,y)$ sonuç kısmındaki kesin fonksiyondur. $f(x,y)$ genelde x ve y girişlerine sahip polinomial bir fonksiyondur. $f(x,y)$ sabit bir değer ise, çıkarım sistemi sıfıncı derece Sugeno modeli olarak bilinir. Sıfıncı derece Sugeno modeli Mamdani sistemin özel bir durumudur ve her bir kuralın çıktısı bulanık tekil kümeyi belirtir. $f(x,y)$, x ve y 'nin doğrusal fonksiyonu ise, çıkarım sistemi birinci derece Sugeno modeli olarak bilinir. Sugeno modelinde her bir kuralın bir fonksiyonla tanımlanmış kesin çıktısı bulunur ve genel çıktı, her bir kuralın çıktısının ağırlıklı ortalaması ile bulunur. Bu nedenle durulamaya gerek yoktur (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Sugeno tipi çıkarım modeli

Tsukamoto yönteminde, her bir kuralın sonuç kısmı monotonik üyelik fonksiyonuna sahip bulanık küme ile gösterilir. Monotonik üyelik fonksiyonunda, her bir kuraldan elde edilen çıktı, kuralın öncül kısmından gelen üyelik fonksiyon değeri ile gösterilir. Genel çıktı, tüm kuralların çıktılarının ağırlıklı ortalaması ile hesaplanır. Bu nedenle Sugeno modellerinde olduğu gibi durulama işlemine gerek kalmaz (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Tsukamoto çıkarım yönteminin gösterimi

İki girdi x ve y , bir çıktıya z sahip Tsukamoto bulanık modelinin kural yapısı aşağıdaki gibi gösterilebilir.

EĞER $x A_1$ ve $y B_1$ ise O HALDE z_1, C_1 'dir.

EĞER $x A_2$ ve $y B_2$ ise O HALDE z_2, C_2 'dir.

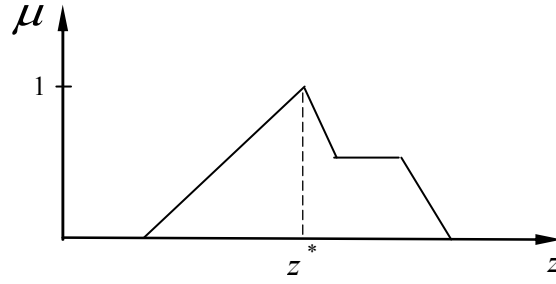
2.6.9. Durulama

Bulanık model oluşturmanın son aşaması durulamadır. Verilen bir kuralın öncül önermesi birden fazla bölüme sahipse, tek bir sayı elde etmek için bulanık operatörler kullanılır. Bu sayı daha sonra çıkış fonksiyonuna uygulanır. Bulanık operatörün girişi, bulanıklaştırılmış giriş değişkenlerinden oluşan iki veya daha fazla üyelik değeridir. Bununla beraber, kurallardan belirlenen çıkış değerlerinin toplamı, bulanık kümedir. Bu sebeple tek bir çıkış değeri elde etmek için küme durulaştırılmalıdır. Durulayıcı, çıkarım mekanizmasının ürettiği bulanık kümeleri gerçel değerli sistem çıkışına dönüştürür. Durulama işlemine Mamdani tipi çıkarım modeli kullanılıyorsa ihtiyaç duyulur, çıktı değerleri kesin değer olan Sugeno ve Tsukamoto çıkarım modelleri için durulama işlemi yapılmasına gerek yoktur. Durulama, bulanık bilgilerin kesin çıktılara dönüştürülmesi

işlemdir. En çok kullanılan durulama yöntemleri en büyük üyelik ilkesi, alan merkezi yöntemi, ağırlıklı ortalama yöntemi, ortalama en büyük üyelik ilkesi, toplamların merkezi, en büyük alanın merkezi, en büyüğün ilki (ya da sonu) dir.

1. *En büyük üyelik ilkesi*: Yükseklik yöntemi olarak da bilinen bu yöntemin kullanılabilmesi için çıkarım aşamasında elde edilen bulanık birleşim kümesinin tepe noktasının olması gerekmektedir. Durulanmış değer, bulanık birleşim kümesinde en büyük üyelik derecesine sahip olan değerdir. z^* durulanmış değer olmak üzere, bu yöntemin cebirsel tanımı 2.26 ifadesinde, grafiksel gösterimi Şekil 2.11’de verilmiştir.

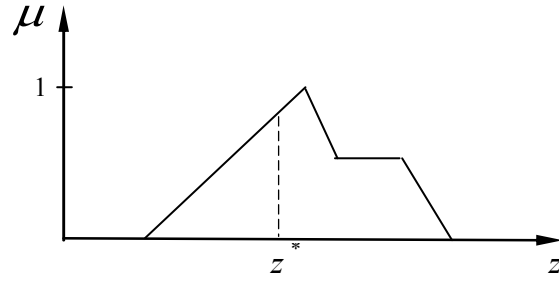
$$\mu_c(z^*) \geq \mu_c(z) \quad \forall z \in Z \quad (2.26)$$



Şekil 2.11. En büyük üyelik durulama yöntemi

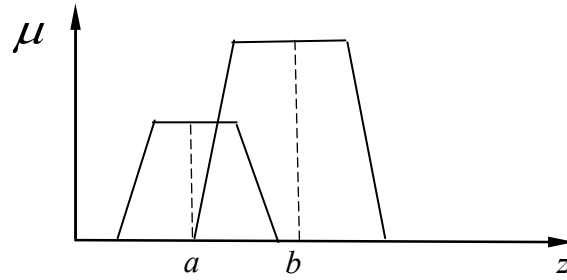
2. *Alan merkezi (centroid) yöntemi*: Ağırlık merkezi yöntemi olarak bilinen bu yöntem, en çok kullanılan durulama yöntemidir. \int cebirsel integral, z^* durulanmış değer olmak üzere, bu yöntemin cebirsel tanımı 2.27 ifadesinde, grafiksel gösterimi Şekil 2.12’de verilmiştir.

$$z^* = \frac{\int \mu_c(z) \cdot z dz}{\int \mu_c(z) dz} \quad (2.27)$$



Şekil 2.12. Alan merkezi durulama yöntemi

3. *Ağırlıklı ortalama yöntemi:* Bulanık uygulamalarda sıkça tercih edilen bir yöntem olmasına rağmen, bulanık birleşim kümesinin Şekil 2.13’de gösterildiği gibi simetrik üyelik fonksiyonları ile temsil edildiğini kabul eder.



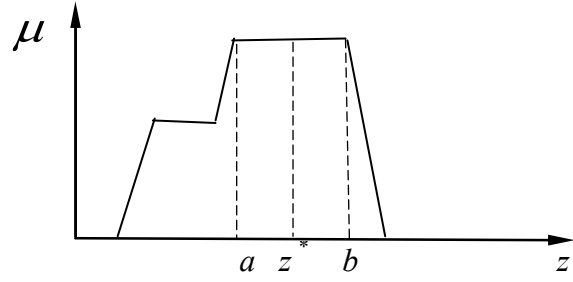
Şekil 2.13. Ağırlıklı ortalama durulama yöntemi

\bar{z} her bir simetrik üyelik fonksiyonunun merkezi, Σ cebirsel toplam, z^* durulanmış değer olmak üzere, ağırlık ortalama yönteminin cebirsel gösterimi 2.28 ifadesinde verilmiştir:

$$z^* = \frac{\sum \mu_c(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum \mu_c(\bar{z})} \quad (2.28)$$

4. *Ortalama en büyük üyelik yöntemi:* Bulanık birleşim kümesi içinde birden çok en büyük üyelik değerine sahip eleman olduğu durumda, bu üyelik değerlerinin ortalaması alınarak durulanmış değer elde edilir. z^* durulanmış değer olmak üzere, bu yöntemin cebirsel tanımı 2.29 ifadesinde, grafiksel gösterimi Şekil 2.14.’de verilmiştir:

$$z^* = \frac{a + b}{2} \quad (2.29)$$



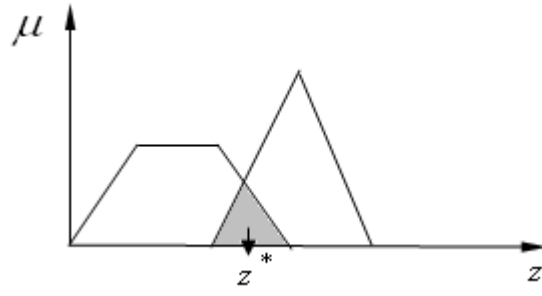
Şekil 2.14. Ortalama en büyük üyelik yöntemi

5. *Toplamların merkezi yöntemi:* Bu yöntem birçok durulama yönteminden daha hızlıdır ve simetrik üyelik fonksiyonları ile de sınırlı değildir. Bu yöntemde $C_{\sim 1}$ ve $C_{\sim 2}$ bulanık kümelerinin birleşimi yerine, çıktıların cebirsel toplamı kullanılır. Bu yöntemin iki dezavantajı bulunmaktadır: kesişim alanları iki kez toplanır ve yöntem üyelik fonksiyonlarının merkezini bulunmasını gerektirir. \bar{z} , ilgili üyelik fonksiyonunun merkezine olan uzaklık, z^* durulanmış değer olmak üzere, yöntemin cebirsel gösterimi 2.30 ifadesinde verilmiştir:

$$z^* = \frac{\int_{\bar{z}} \sum_{k=1}^n \mu_{\sim k}(z) dz}{\int_z \sum_{k=1}^n \mu_{\sim k}(z) dz} \quad (2.30)$$

Toplamların merkezi yönteminde ağırlıkları ilgili üyelik fonksiyonunun alanı ile gösterilirken, ağırlıklı ortalama yönteminde ağırlıklar üyelik değerleri ile gösterilmektedir. z^* durulanmış değer olmak üzere, yöntemin grafiksel gösterimi Şekil 2.15'de verilmiştir.

6. *En büyük alanın merkezi yöntemi:* Bulanık birleşik küme, en az iki tane dışbükey alt bölgeye sahipse, z^* durulanmış değerini elde etmek için, en büyük alana sahip dışbükey



Şekil 2.15. Toplamların merkezi yöntemi

bulanık alt kümenin ağırlık merkezi hesaplanır. Bu yöntem sadece toplam bulanık çıktı $C_{\sim k}$ dışbükey değilse geçerlidir. $C_{\sim k}$ dış bükey ise, z^* durulanmış değer, alan merkezi yöntemi ile elde edilen değerle aynı olacaktır; çünkü bu durumda sadece bir tane dışbükey bölge olacaktır.

$C_{\sim n}$ en büyük alana sahip dışbükey alt bölge olmak üzere, yöntemin cebirsel gösterimi

2.31 ifadesinde verilmiştir:

$$z^* = \frac{\int \mu_{C_{\sim n}}(z) z dz}{\int \mu_{C_{\sim n}}(z) dz} \quad (2.31)$$

7. *En büyüklerin birincisi (ya da sonuncusu) yöntemi*: Bu yöntemde birleşik bulanık kümede en büyük üyelik derecesine sahip küme elemanları içinde en küçük değere sahip eleman durulanmış değer z^* olarak kabul edilir.

z^* değerini hesaplamak için, ilk önce birleşik bulanık kümede en büyük yükseklik ($hgt(C_{\sim k})$) ile gösterilmektedir) belirlenir (2.32):

$$hgt(C_{\sim k}) = \sup_{z \in Z} \mu_{C_{\sim k}}(z) \quad (2.32)$$

Daha sonra en büyüklerin birincisi hesaplanır (2.33):

$$z^* = \inf_{z \in Z} \left\{ z \in Z \mid \mu_{C_{\sim k}}(z) = hgt(C_{\sim k}) \right\} \quad (2.33)$$

Bu yöntemin diğer bir çeşidi olan en büyüklerin sonuncusu ise 2.34 ifadesi ile gösterilir:

$$z^* = \sup_{z \in Z} \left\{ z \in Z \mid \mu_{C_{\sim k}}(z) = hgt(C_{\sim k}) \right\} \quad (2.34)$$

Supremum (sup) en küçük üst sınır, infimum (inf) en büyük üst sınırı göstermektedir. Durulama yöntemlerinden hangisinin uygun olduğu, problemin yapısına göre belirlenir. Durulama işleminden sonra elde edilen sonuçlar tutarlı ve mantıklı olmalı, durulama işlemi için yapılacak işlemler çok karışık olmamalıdır.

2.6.10. Bulanık mantık ve karar destek sistemleri

“Karar” terimi kullanım yerine bağlı olarak birçok farklı anlam içerebilir. Geleneksel (istatistiksel) karar teorisinde, karar, karar alternatifleri ve durumlar kümesi ile tanımlanır ve uygunluk fonksiyonu ile sonuçlar elde edilir. Belirsizlik ortamında karar verme durumunda ise, karar verici hangi durumu bekleyeceğini ve en yüksek faydayı sağlayacak hangi karar alternatifini seçeceğini bilir (Zimmermann 1996).

Yeni bir problemde karar alternatiflerinin değerlendirilmesinde kriter ağırlıkları için verinin değerlendirilmesi ve niteliksel kriterler için alternatiflerin değerlendirilmesi genelde mevcut değildir ve karar verici tarafından subjektif olarak değerlendirilir. Subjektif değerlendirme süreci iki tip karar içerir (Saaty 2006):

- 1- *Nispi (kıyaslanabilir) karar*: Nispi kararlar bazı ilişkilerin açıklanmasını içerir. Nispi kararlar, çok kriterli karar vermede, değerlendirme kriterlerinin göreceli önemlerinin kıyaslanmasında ve alternatiflerin diğer alternatiflere göre performanslarının kıyaslanmasında kullanılır.
- 2- *Mutlak karar*: Mutlak kararlar, karar vericinin tek uyarıcıyı değerlendirmesinde tercih edilir. Mutlak kararlar, çok kriterli karar vermede, alternatiflerin değerlendirme kriterlerine göre bireysel değerlendirmesinde tercih edilir.

Subjektif değerlendirme süreci, muğlak tanımlanmış niteliksel değerlendirme kriterlerinden dolayı, doğası gereği, belirsizdir. İçsel subjektifliği ve değerlendirme sürecindeki belirsizliği yansıtmak için sıklıkla bulanık küme kavramı kullanılmaktadır (Zadeh 1965). Mevcut bilginin subjektif ve belirsiz olduğu karar problemlerinde bulanık sayılar kullanılarak modelleme uygun bir yöntemdir (Zimmerman 1996).

Bulanık küme teorisi, insanın bilişsel işlemlerindeki belirsizliği göstermeye yardımcı olan bir yaklaşımdır. Guiffreda ve Nagi (1998), bulanık küme teorisinin insan yargı sistemindeki belirsizliği açıklamak için geliştirildiğini bildirmişlerdir. 1965 yılından

itibaren konuyla ilgili birçok yayın yapılmıştır. Bu yayınlarda bulanık mantık tercih edilmesinin üç nedeni aşağıda belirtilmiştir (Carrera ve Mayorga 2008):

- 1- Karar vericinin mental modelinin içinde belirsizliğin ve muğlaklığın yer alması. Bu durum, karar vericinin problemi daha iyi anlamak için deneyim ve kişisel tercihlerini kullanması açısından önemlidir.
- 2- Üretim yönetiminde, model için gerekli olan bilginin muğlak olması ya da kesin olarak ölçülememesi
- 3- Belirsizlik, muğlaklık ya da subjektivitenin mevcut bilginin kalite ve miktarını azaltması.

Guiffrida ve Nagi (1998), bulanık küme teorisinin literatürde aşağıda belirtilen alanlarda kullanıldığını bildirmişlerdir:

- Çizelgeleme
- Kalite yönetimi
 - Kabul örnekleme
 - İstatistiksel proses kontrol
- Proje çizelgeleme
- Tesis yeri belirleme ve yerleşimi
- Toplu planlama
- Üretim ve envanter planlama
- Tahmin

Liao (2005), yaptığı çalışmada 1995-2004 yılları arasında uzman sistemlerle ilgili yapılmış 166 yayını incelemiştir. Bu yayınlarda kullanılan uzman sistem yöntemleri ve uygulamaları aşağıda belirtilmiştir:

- *Kural tabanlı sistemler*: Kural tabanlı sistemler uzmandan bilgiyi alırlar ve bilgi gösterimini “EĞER – O HALDE” kurallarıyla yaparlar. Oluşturulan kurallarla çıkarım yapılır. Çıkarımlar bilgisayar tabanlıdır ve bilgi ya da kural tabanına dayalı sonuçlar verirler. Üretim planlama, proses planlama, çizelgeleme, malzeme işlem tasarımı gibi alanlarda kullanılırlar.

- *Bilgi tabanlı sistemler:* Bu sistemler insan merkezlidir. Bilgi tabanı, çıkarım motoru, bilgi işleme aracı ve kullanıcı ara yüzü olmak üzere dört bileşenden oluşur. Bilgi tabanlı sistemler, organizasyonun yönetimiyle ilgili yararlı olabilecek tüm bilgiyi içerirler (veri tabanı yönetim sistemi). Üretim yönetimi, personel planlama, karar destek, bilgi yönetimi, finansal analiz gibi alanlarda kullanılmaktadır.
- *Sinirsel ağlar:* Bu sistemler biyolojik sinirsel ağ yapısını simüle eden sistemlerdir. Yapay sinirler bilgiyi alır ve işleyerek diğer insanlara iletirler.
- *Bulanık uzman sistemler:* Bulanık uzman sistemler, belirsiz verilerle çalışabilen bulanık mantık yöntemi kullanılarak geliştirilmiştir. Bu teknik insan karar verme sistemini taklit eder. Bu yöntemin tercih edilmesinin nedeni, karar sürecinin her zaman “siyah ve beyazdan” “doğru ve yanlıştan” oluşmaması, sürecin genelde gri bölgeler ve “olabilirlik” terimini içeriyor olmasıdır.
- *Durum tabanlı muhakeme sistemleri:* Bu yöntemin temelinde, geçmişte çözülmüş problemlerin sonuçlarının yeni problemlerin çözümünde kullanılması bulunmaktadır.

Bellman ve Zadeh (1970), karar verme problemleri için bulanık ortamda model geliştirmişlerdir. Bulanık amaç fonksiyonunun ve kısıtların üyelik fonksiyonları ile tanımlandığını kabul etmişlerdir. Bulanık ortamda karar verme bulanık amaçların ve kısıtların kesişimi olarak görülebilir (Zimmermann 1996).

Temel olarak karar, olası alternatifler arasından seçilen tek bir seçim ya da seçim kümesi olarak tanımlanır (Bellmann ve Zadeh 1970).

$X \rightarrow$ Alternatif Uzayı

$C \rightarrow$ Bulanık Kısıtlar

$G \rightarrow$ Bulanık Amaç

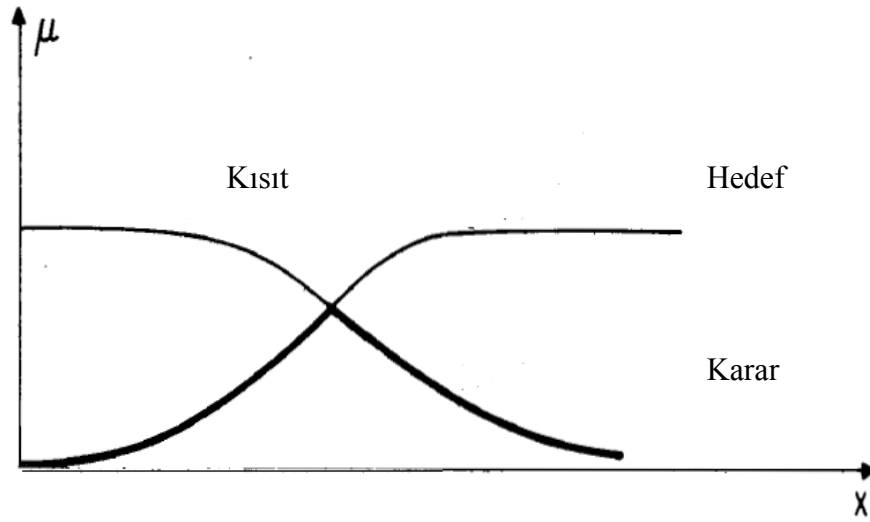
Karar G ve C 'nin kesişiminden oluşmaktadır:

$$\begin{aligned} D &= G \cap C \\ \mu_D &= \mu_G \wedge \mu_C \end{aligned} \tag{2.35}$$

Şekil 2.16'da üyelik fonksiyon değerleri ile tanımlanan hedefler, kısıtlar ve karar arasındaki ilişki görülmektedir. n tane hedef G_1, G_2, \dots, G_n , m tane kısıtın C_1, C_2, \dots, C_m olduğu durumda karar (D) 2.36 ifadesi ile gösterilebilir:

$$D = G_1 \cap G_2 \cap \dots \cap G_n \cap C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_m \quad (2.36)$$

$$\mu_D = \mu_{G_1} \wedge \mu_{G_2} \wedge \dots \wedge \mu_{G_n} \wedge \mu_{C_1} \wedge \mu_{C_2} \wedge \dots \wedge \mu_{C_m}$$



Şekil 2.16. Hedef, kısıt ve karar arasındaki ilişki (Bellmann ve Zadeh 1970)

Matematiksel model geliştirmede üç yaklaşım vardır: beyaz kutu modelleme, kara kutu modelleme ve gri kutu modelleme (Czogala ve Leski 2000). Beyaz kutu modellemede her şeyin fiziksel kurallarla bilindiği kabul edilir, kara kutu modellemede, tüm bilginin ölçümlerden geldiği kabul edilir, gri kutu modellemede, model tasarımında hem fiziksel kuralların hem gözlenen ölçümlerin kullanıldığı kabul edilir.

Son yaklaşım, model yapısının fiziksel kurallardan oluştuğunu kabul eder. Bir sonraki aşamada model parametreleri gözlenmiş bilgi verileri kullanılarak elde edilir. Gerçek hayatta ise bilginin büyük kısmı uzman tarafından sağlanır. Uzman matematiksel ve fiziksel terimlerle düşünmez. Bütün sistemi, belirsizlikler kümesi ve eksik durumlarla tanımlar. Bulanık mantık, belirsizlik durumu ve eksik uzman bilgisini tanımlayan uygun bir yöntemdir.

Bulanık mantık uygulamalarında belirsizlik modelin içinde yer alır ve böylece model gerçeğe daha fazla yakınlaşmış olur (Fernandez ve ark. 2008). Thomassey ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada, tekstil sektöründe talep tahmini yapmak için bulanık mantık yöntemini kullanmışlardır. Qin ve Jiang (2008), bilgi teknolojisi (BT) dış satın alması için maliyet tahmini yapmış ve bulanık mantıktan yararlanmışlardır. Çalışmalarında bulanık mantık kullanmalarının nedenini; bulanık mantığın insan yargı sistemine olan benzerliği ve sadeliği ile açıklamaktadırlar. Büyüközkan ve Feyzioğlu (2006), BT dış satın alma yönetimi için bulanık ortamda durum tabanlı muhakeme esaslı karar destek sistemi geliştirmişlerdir.

Bulanık mantık, deneysel verilerin yapısında bulunan belirsizliğin çözümü için tam uyum sağlayan bir yöntem olarak tanımlanmaktadır (Büyüközkan ve Feyzioğlu 2006). Dilsel ifadeler kullanılarak, bulanık kümelerle yaklaşık muhakemeler yapılabilir. Niteliksel belirsiz ve muğlak veriler üçgensel bulanık sayılarla ifade edilebilir (Chan ve ark. 2003).

Bulanık modeller, uzman bilgisi görüşü modellenmek istendiğinde diğer yöntemlere göre daha uygun bir yöntemdir (Kuo 2001). Zhang ve Lu (2009), dilsel ifadelerin belirsiz (muğlak) değişkenler için çok kullanışlı bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Geleneksel matematiksel yöntemlere dayalı sistemler, belirsiz ve zor tanımlanan sistemler için uygun değildir. Buna karşılık, bulanık “EĞER – O HALDE” kurallarını kullanan bulanık çıkarım sistemleri, insan bilgisinin ve karar verme sürecinin niteliksel özelliklerini belirli niceliksel analiz yöntemlerini kullanmadan modelleyebilirler (Jang 1993).

Bulanık küme teorisi, kesin olmayan bilgiyi ve subjektiviteyi birleştirerek, model formulasyonunun ve çözüm işleminin içine sokar. Tedarik zinciri yönetimi gibi kesin tanımlanması zor olan sistemlerde sıkça kullanılan bir yöntemdir. Eğer ortam dinamikleri modelin amacının, kısıtlarının ve ölçütlerinin tanımlanmasını sınırlıyorsa, bulanık mantık bu tip sistemler için uygun bir yaklaşımdır (Carrera ve Mayorga 2008).

Deneysel çalışmalar, gerçek hayattaki uygulamalarda, yöneylem araştırması modellerinden sadece doğrusal programlamanın kullanıldığını bildirmektedirler. Ancak, gerçek hayattaki uygulamalarla literatürde yapılan çalışmalar çelişmektedir. Fandel (1994), 167 üretim programlama modelinden sadece 13 tanesinin doğrusal programlama tabanlı olduğunu bildirmiştir. Bu çelişkinin nedeni, matematiksel optimizasyon

modellerinin katsayıları ve denklemlerin sağ tarafındaki sayıları belirlemek için çok fazla girdi verisine ihtiyaç duymasıdır. Bazı veriler, özellikle geleceğe dayalı veriler ancak belirsizlikle tanımlanabilir. Oluşturulan model gerçek problemi yansıtmayacağından, birçok karar verici gerekli bilgiyi toplamaya ve problemi modellemeye gönüllü değildir; çünkü modelde muğlak/belirsiz veri, ortalama veri olarak tanımlanır. Bu model için iyi bir sonuçtur; ancak, gerçek problemi yansıtmaz (Rommelfanger 2004).

Denklemlerin sağ tarafındaki muğlak sayıları ya da katsayıları stokastik olarak modellemek genelde yanlış bir yaklaşımdır; çünkü, gerekli girdi verisi genelde ulaşılmazdır ve stokastik optimizasyon modelinin çözümü için yöntem yeterli değildir (Rommelfanger 2004).

Zadeh (1965), muğlak verinin modellenmesi için uygun bir yöntem olan bulanık küme teorisini geliştirmiştir. Bu teoride muğlak veri “ortalama veri” olarak tanımlanmak yerine bulanık sayılarla ve bulanık aralıklarla tanımlanır ve sonuçta karar verici bu verileri daha iyi (kesin olarak) belirleyebilir. Bu nedenle bulanık sistemlerin önemli bir avantajı, gerçek problemleri uygun bir şekilde temsil edebilme yeteneğinin olmasıdır.

Bulanık sistemlerin daha farklı avantajları da bulunmaktadır. Deterministik ve stokastik modeller “ortalama değerleri” belirlemek için çok fazla sayıda bilgiye ihtiyaç duyarlar. Bu gerçek probleme yanlış model uygulamanın riskini en aza indirecek tek yoldur. Doğrusal programlama modellerinin optimal çözümünün az sayıda kısıta dayandığı bilinmektedir. Bu nedenle katsayıları ve karar denklem kısıtlarının sağ tarafını tam olarak belirlemek, diğer verileri muğlak bırakmak yeterlidir. Bu, büyük doğrusal programlama modelleri için zaman ve maliyet kazanımı sağlar (Rommelfanger 2004).

Çok kriterli karar verme problemi temel olarak kesin olmayan insani önceliklere dayandığı için, bir alternatifin diğer alternatife göre tercih edilme nedeninin, bir kriterde iyi iken diğer kriterde iyi olmamasıdır. Bulanık kümelerde her alternatif iyi (kabul edilebilir ya da yeterli) sonuçların bulunduğu bulanık kümede üyelik fonksiyon değerine ($\mu_i(z_i)$) sahiptir. Kriterlerin bulanık kümelerinin kesişiminde yer alan alternatifin üyelik fonksiyonu, ilgili alternatifin iyi (kabul edilebilir ya da yeterli) olma gücünü gösterir. Nitekim bulanık küme kesişimleriyle alternatifler daha iyi değerlendirilebilir (Stewart 1992).

Çok kriterli karar verme işleminde objektif ve subjektif bilgiler birlikte eşzamanlı olarak değerlendirilmelidir. Subjektif bilgiler bir danışmandan alınabilir ve genelde “dilsel ifadelerle” gösterilir. Objektif bilgiler ise doğrudan kaynağından (örn: makine üzerinden okuma gibi) alınabilen bilgilerdir. Karar verme süreci için objektif ve subjektif bilgiler önemlidir. Objektif ve subjektif bilgiler belirsizlikler içerir. Belirsizliğin yanında bu bilgiler aynı zamanda bulanıktır. Bulanık kümeler ve bulanık mantığa dayalı yöntemler, bulanık özelliğe sahip belirsizliklerin çözümünde uygun bir yöntemdir. Bulanık subjektif bilgiler bulanık kümelerle gösterilebilir ve dilsel yöntemlerle işlenebilir (Ma ve ark. 2010).

Ekonomik ve analitik değerlendirmeler bir yana, karar verme işlemi için gerekli olan bilgi belirsiz ve muğlaktır. Yatırım maliyeti, masraflar, projenin ömrü ve amortisman değeri gibi verilerin tam değerlerine ulaşmak zordur (Chan ve ark. 2003). Karar verme sürecinde talep, kapasite, maliyet gibi birçok belirsiz bilgi bulunabilir. Karar sürecine belirsiz verileri katmak, sistemi gerçeğe yakınlaştırır ancak problemin çözümünü zorlaştırır (Mula ve ark. 2008).

Belirsizlik ifadelerini modele sokmaya çalışırken, verinin tahmin maliyetinin yüksek olması ya da gerekli istatistiksel gözlemin eksik olması gibi durumlarla karşılaşılabilir. Veri tahmini için yeterli bilgi her zaman bulunamıyorsa bulanık küme teorisinin kullanımı uygundur. Ayrıca geçmiş kayıtlara dayalı olasılık tahminleri, sürekli değişen pazar koşulları yüzünden her zaman güvenilir değildir. Kesin olarak tanımlanması zor olan sistemler için bulanık küme yaklaşımı uygun bir yöntemdir (Bellman ve Zadeh 1970).

Problem çözümünde karmaşık matematiksel modellere olan ihtiyacı azalttığı için, son yıllarda bulanık mantık uygulamalarının kullanımı artmaktadır. Bulanık mantık yaklaşımı insan düşünce tarzına yakındır ve standart sistemlere göre daha iyi kontrol sağlar. Bulanık mantık, dilsel ifadeler kullanmasının yanında girdi ve çıktı arasında nedensel bağlantılar kurabilir. Bu nedenle bulanık mantık matematiksel modeli tam olarak bilinmeyen ya da çözümü zor olan ve matematiksel modeli zamanla değişen problemler için uygun bir yöntemdir (Kumar ve Palanisamy 2008). Matematiksel programlama modellerinde, niteliksel faktörlerin değerlendirilmesinde problemlerle karşılaşılmaktadır. Bu nedenle niteliksel faktörlerin de değerlendirilmesi açısından bulanık mantık, matematiksel programlama yöntemlerine göre daha başarılıdır (Chan ve

ark. 2008). Bulanık sistemlerin yapısı, bulanık olmayan sistemlere göre daha basittir ve gerçeğe daha yakın sistemlerdir (Carrera ve Mayorga 2008). Ayrıca bulanık mantık yaklaşımının uygulaması kolay, hızlı ve ekonomiktir.

Bulanık mantık sistemini uygulamada karşılaşılan zorluklar aşağıda belirtilmiştir:

- 1- Üyelik fonksiyon değerlerinin karar verici tarafından belirlenmesi çok zor olabilir. Üyelik fonksiyonunu belirlemek için belirli bir yöntem yoktur (Stewart 1992, Jang 1993). En uygun yöntem olan deneme yanılma yöntemi uzun zaman alır.
- 2- Kuralların uzman deneyimine dayanarak tanımlanması zor ve zaman alıcı olabilir.
- 3- İnsan yargı sistemi, bulanık kesişim kümelerinden çok daha karmaşıktır. İnsan bilgisini ya da deneyimini, bulanık çıkarım sisteminin kural tabanına ya da veri tabanına dönüştürecek standart bir yöntem yoktur (Stewart 1992, Jang 1993).
- 4- Öğrenme yeteneği yoktur.

Chan ve ark. (2003), ileri imalat teknolojilerinin uygulanması için bulanık çok kriterli karar verme yöntemini uygulamışlardır. Çalışmada, önce karar verici grubu tarafından subjektif ve objektif kriterler belirlenmektedir. Özellikle belirsiz veriler için sistemin uygun bir yaklaşım olduğu belirtilmektedir. Çalışmada, bulanık çok kriterli karar verme mekanizmaları ile ilgili literatürde az çalışma yapıldığı bildirilmekte, bu konuyla ilgili uygulamaların yapılması önerilmektedir.

Abo-Sinna (2004), çok amaçlı rotalama, kaynak atama ve birim atama problemlerinin incelemesini yapmış, bu problemlerin bulanık dinamik programlama ile de çözülebileceğini göstermiştir. Özellikle birim atama problemlerinde güç talebinin belirsiz olması sistemin geleneksel dinamik programlama ile çözümünü zorlaştırmaktadır. Çok amaçlı dinamik optimizasyon problemlerinde, bulanık küme teorisinin kullanımı ile oluşturulan sistem geleneksel yöntemlere göre gerçeğe daha yakın olmaktadır.

Rommelfanger (2004), doğrusal programlama modellerinin gerçeğe daha yakın modeller olması için denklemlerin sağ tarafının bulanık sayılarla ifade edilebileceğini göstermiştir. Aynı anlayış tam sayı programlama modelleri için de geliştirilmiş ve modelin çözülebileceği gösterilmiştir.

Deb ve Bhattacharyya (2005), tesis yeri yerleşim problemini bulanık karar destek sistemi oluşturarak çözmüşlerdir. Oluşturulan bulanık karar destek sistemi dört bileşen içermektedir:

- 1- *Bulanıklaştırma*: Bu ara yüzde farklı girdi ve çıktı değerleri ölçülmekte ve dilsel ifadelere çevrilmektedir.
- 2- *Bilgi tabanı*: Bu bileşende uzmanlar tarafından üyelik fonksiyonları belirlenmektedir.
- 3- *Karar kuralları*: Bu ara yüzde uzmanın karar yeteneği bulanık kavramlara dayalı olarak simüle edilmektedir.
- 4- *Durulama*: Bu ara yüzde bulanık çıktılar kesin değerlere çevrilmektedir.

Carrera ve Mayorga (2008), bulanık mantık yöntemini kullanarak tedarikçi özellikleri (kriterleri) ve proje kriterlerini eş zamanlı olarak değerlendirerek tedarikçi seçimi gerçekleştirmişlerdir.

Kumar ve Palanisamy (2008), yaptıkları çalışmada güç sistemlerinin birim atama problemi için bulanık dinamik programlama kullanmışlardır. Amaç 24 saat içinde en düşük üretim maliyetini veren birim atama düzenini belirlemektir. Problem 7, 10, 20, 26 birim için tekrar tekrar çalıştırılmış ve bulanık dinamik programlama yaklaşımının doğrusal programlama ve dinamik programlamaya göre hem CPU zamanı, hem de üretim maliyeti açısından daha iyi sonuçlar verdiği bulunmuştur.

Mula ve ark. (2008), malzeme ihtiyaç planlaması için deterministik doğrusal programlama modeli kurmuşlardır. Daha sonra bu model, talebin ve yatırım fazlası maliyetlerinin gösterildiği, bulanık mantık modeline dönüştürülmüştür. Talebin ve yatırım fazlası maliyetinin bulanık sayılarla gösterildiği modele göre malzeme planı yapmak hem hizmet düzeyini geliştirmiş hem de toplam maliyeti azaltmıştır.

Reddy ve ark. (2008), dağıtıcıların ve talebin belirsiz olduğu durum için dağıtıcılara kota dağılımının yapıldığı modeli bulanık hedef programlama ile çözmüşlerdir. Çalışmada, satış karının en büyüklenmesi, ulaşım maliyetinin en küçüklenmesi, reddedilen ürün miktarının en küçüklenmesi, teslimat gecikmelerinin en küçüklenmesi olmak üzere dört tane bulanık hedef, dağıtıcı kapasitesi ve dağıtıcı bütçesi, esnekliği ve satış hacmi olmak üzere iki tane de kısıt tanımlanmıştır. Problem önce çok amaçlı doğrusal programlama şeklinde modellenmiş, daha sonra bulanık hedef programlamaya

çevrilerek LINDO'da çözülmüştür. Bulanık çok amaçlı hedef programlama için, amaç fonksiyonunun ve kısıtların üyelik fonksiyonları belirlenmiştir. Müşteri talebinin rassal olduğu kabul edilmiş ve normal dağılıma uygun sürekli değişken olarak tanımlanmıştır. Yeh ve Chang (2009), yaptıkları çalışmada, iki seviyeli kriterlere göre sekiz kişiden oluşan karar verici grubun beş farklı alternatifi değerlendirmesini ele almıştır. Subjektif kriterler bulanık sayılarla gösterilmiştir. Karar verici grup önce beş alternatifi kriterlere göre değerlendirmiştir. Daha sonra, önce ana kriterleri kendi arasında değerlendirip sıralamış, sonra alt kriterleri kendi arasında değerlendirip sıralamış, alt kriterlerin karar verici gruba göre normalize edilmiş kriter ağırlıkları bulunmuştur. Kriter ağırlıkları bulanık üçgen sayılarla gösterilmiştir. Son aşamada kriterlere ait bulanık üçgen sayılar kullanılarak alternatiflerin değerlendirilmesi yapıp alternatifler sıralanmıştır.

2.7. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin ve sinir ağlarının çalışma ilkelerinden yararlanarak üzerinde çalışmaların yapıldığı bir konudur. YSA ile ilgili ilk çalışmalar, beyni oluşturan nöronların matematiksel olarak modellenmesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalar, her bir nöronun komşu nöronlardan bazı bilgiler aldığı ve bu bilgilerin biyolojik nöron dinamiğinin öngördüğü biçimde bir çıktıya dönüştürüldüğünü sunmuştur. İnsan beyninin çalışma şeklini esas alan bir sistem modeli olan sinirsel ağlar, elektronik bileşenlerden oluşan bir yapıyla veya bir bilgisayar yazılımı ile benzetimi yapılarak uygulanır.

Kohonen; YSA'nın, adaptif elemanların yoğun bir şekilde paralel olarak bağlanmasıyla oluşan ve gerçek dünyadaki cisimlerle aynen biyolojik sinir sisteminin yaptığı gibi ilişkide bulunabilmeleri için hiyerarşik organizasyonları düzenlenmiş yapılar olduğuna dikkat çeker (Fırat ve Güngör 2004).

YSA insan beyninin çalışma mekanizmasını taklit etmeye çalışan sistemler olmasına rağmen, henüz insan beyninin işlevselliğine ve hızına ulaşabilmiş değillerdir. Ancak, günümüz çalışma şartlarında bile, YSA'nın karmaşık problemleri basitçe çözebilmesinden dolayı uygulama alanı gün geçtikçe genişlemektedir. YSA, geçmişteki verinin ağırlık eğitiminde kullanıldığı, sınıflandırma ve optimizasyon problemleri için kullanılabilir. Uygulama alanı ürün tasarımı, proses planlama, kontrol, hücreli imalat

sistemleri, tanı ve teşhis ve çizelgeleme gibi geniş bir alandan oluşmaktadır. YSA bilgi sınıflama ve bilgi yorumlamanın da içinde bulunduğu çok değişik problemlerin çözümünde kullanılmalarının yanı sıra iş hayatı, finans, endüstri ve eğitim alanlarında var olan yöntemlerin yerine veya doğrusal olmayan sistemlerde başarıyla uygulanmaktadır (Bose ve Liang 1996, Efe ve Kaynak 2000, Elmas 2003, Choy ve ark. 2003b).

YSA, insan beyninin bilişsel öğrenme sürecine benzer bir biçimde, biyolojik nöron hücrelerinin yapısı ve öğrenme karakteristiklerinden esinlenerek geliştirilmiş, birlikte işleyen çok sayıda işlem elemanından (nöron) oluşan bir bilgisayar işleme ve hesaplama sistemi olarak tanımlanabilir (Haykin 1994). YSA beynin işleme mekanizmasına iki açıdan benzerler (Haykin 1994):

- Bilgi, ağa bir öğrenme prosesi ile kazandırılır,
- Nöronlar (işlem birimleri) arası bağlama kuvvetleri olarak bilinen sinaptik ağırlıklar bilgiyi depolamak için kullanılırlar.

YSA yapısının çözebileceği problem uzayı, insan beyninin çözebildiği problem uzayının oldukça kısıtlanmış bir alt kümesidir. YSA'nı çekici kılan özellikler aşağıda sıralanmıştır:

Birinci özellik, YSA'nın paralel sistemler mantığında çalışması ve sistemin toplam işlevinin yapısal olarak dağıtılmış olmasıdır. Diğer bir deyişle birçok nöron eşzamanlı olarak çalışır ve karmaşık bir işlev çok sayıda küçük nöron aktivitesinin bir araya gelmesinden oluşur. Bu da, zaman içerisinde herhangi bir nöronun işlev dışı kalması durumunda ağ performansının önemli ölçüde etkilenmeyeceği anlamına gelmektedir.

İkinci özellik ise, YSA'nın genelleme yapabilme yeteneğine sahip olmasıdır. Ağın eğitimi esnasında ağa bazı bilgiler verilir. Ağın eğitimi tamamlandıktan sonra, YSA daha önce görmediği veriler için de çözüm üretebilir.

Bir başka özellik ise, ağ fonksiyonunun doğrusal olmayan (non lineer) oluşudur. Nöronun temelde doğrusal olmayan yapıda olması, nöron bağlantılarından oluşan YSA'nın doğrusal olmayan özellik göstermesini sağlar (Haykin 1994, Wei ve ark. 1997). Yapı üzerinde dağılmış belli tipteki doğrusal olmayan alt birimler özellikle, istenen eşleştirmenin denetim ya da tanılama işlemlerinde olduğu gibi doğrusal olmaması durumunda işlevin doğru biçimde yerine getirilebilmesini matematiksel

olarak olası kılar. İşlevin doğru biçimde gerçekleştirilebilmesi için yapısal bir esneklik gerekir. YSA parametreleri, başarıyı arttıracak şekilde değiştirilebilmelidir.

Son özellik ise, sayısal ortamda tasarlanan sinir ağı yaklaşımlarının tümdevre gerçekleştirilebilirliklerinin olmasıdır.

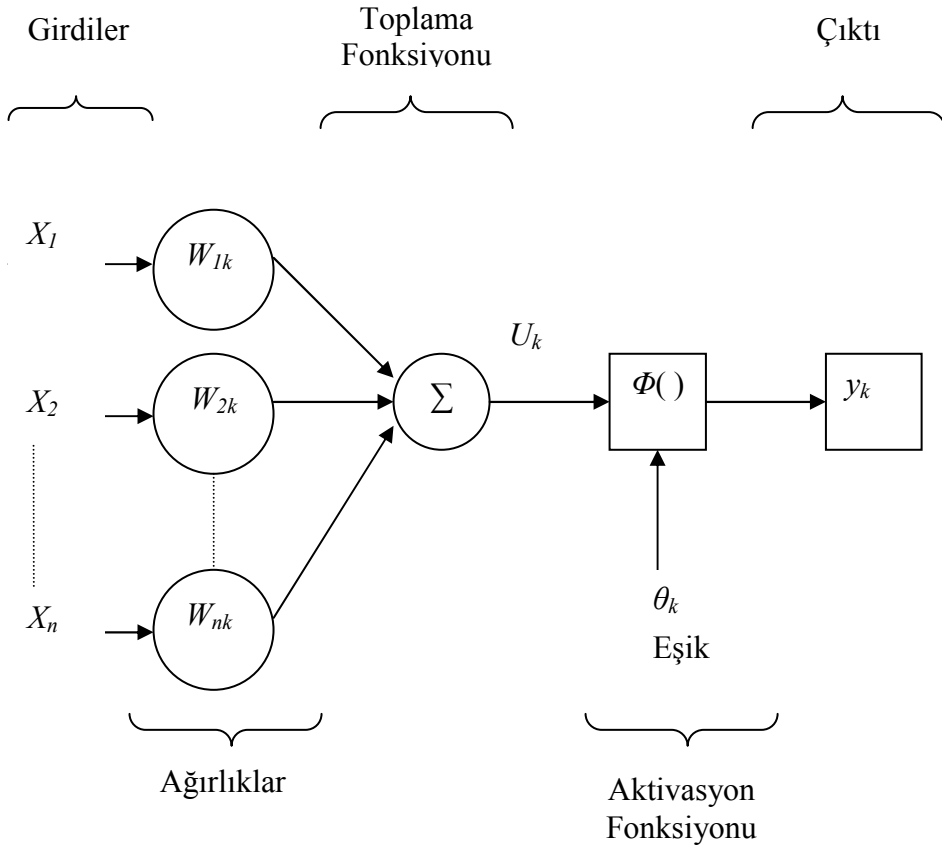
Ele alınan bir problemin YSA yaklaşımı ile çözümünde tasarımcının önüne çeşitli seçenekler çıkar. İlk seçenek öğrenme mekanizması üzerindedir. Literatürde üç tip öğrenme stratejisinden bahsedilmektedir. Bunlar öğreticili öğrenme, destekleyici öğrenme ve öğreticisiz öğrenme olarak isimlendirilmektedir (Lin ve Lee 1996). Öğreticili ve öğreticisiz öğrenme arasındaki temel farklılık istenen çıkış değerlerinin mevcut olup olmamasıdır. Eğer bir eğitici, sistem çıkışlarının istenen değerlerini temin ediyorsa bu tip öğrenme öğreticili öğrenmedir. Tasarım koşulları istenen değerlerin temin edilmesine müsaade etmiyorsa bu tip öğrenme ikinci grupta yer alacaktır. Öğreticisiz öğrenme algoritmaları daha çok, sistemin geçmişte karşı karşıya kaldığı veri kümesinin içerdiği istatistiksel bilgilerin çıkarımını amaçlar. Destekleyici öğrenme öğreticili öğrenmenin bir türüdür. Bu öğrenme yaklaşımında ağın her iterasyonu sonucunda elde ettiği sonucun iyi veya kötü olup olmadığına dair bir bilgi verilir. Ağ bu bilgilere göre kendini yeniden düzenler. Bu sayede ağ herhangi bir girdi dizisiyle hem öğrenerek hem de sonuç çıkararak işlemeye devam eder (Lin ve Lee 1996).

Tasarımda ikinci seçenek mimari üzerindedir ve iki alt başlıkta değerlendirilebilir. Eğer ağ üzerinde bilgi akışı sürekli ileri doğru ise bu yapıya sahip ağ modelleri ileri sürümlü olarak adlandırılır. Ağ yapısında geri besleme bağlantıları varsa bu tipteki sistemlere geri beslemeli ağlar denir.

2.7.1. Nöron modeli

Sinirsel ağ yapısı birbirine bağlı nöron kümelerinden oluşmaktadır (Albino ve Garavelli 1998). Bir nöron, sinirsel ağın işlevini gerçekleştiren temel bilgi işlem birimidir. Şekil 2.17'de bir nöron modeli görülmektedir.

Bir nöron, diğer nöronlardan gelen iletileri (ağırlıklar ile giriş sinyallerinin çarpımı) toplar, bir eşik değeri ile karşılaştırarak aktivasyon potansiyelini hesaplar ve bu potansiyeli aktivasyon fonksiyonundan geçirerek çıkış sinyalini üretir. Her bir nöron,



Şekil 2.17. Nöron modeli (Haykin 2009)

komşularına bağlantılarının kuvvetini gösteren değişken bağlantırlık katsayıları ile bağlıdır. Öğrenme bu kuvvetlerin ayarlanması ile gerçekleştirilir. Giriş katmanı dış çevreden gelen giriş bilgilerini alan nöronlardan oluşmaktadır. Çıkış katmanı ise sistemin çıkışını dış kullanıcıya ya da çevreye veren nöronlardan oluşmaktadır. YSA'da genellikle bu iki katman arasındaki bilgilerin doğrusal olmayan ilişkilerinin temsil edildiği gizli katmanlar bulunmaktadır (Choy ve ark. 2003a).

Bir k nöronu aşağıda verilen denklemlerle tanımlanabilir:

$$U_k = \sum_{j=1}^n W_{jk} \cdot X_j \quad n=1,2,\dots,n \quad (2.37)$$

2.37 ifadesinde X_j girdiyi, W_{jk} ağırlık değerini göstermektedir. y_k çıktısı ise aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$y_k = \varphi(U_k - \theta_k) \quad (2.38)$$

Bir k nöronunun aktivite seviyesi veya aktivasyon potansiyeli aşağıdaki formül ile hesaplanır (θ_k eşik değerini göstermektedir):

$$V_k = U_k - \theta_k \quad (2.39)$$

Eşik, nöron k 'nin bir dış parametresidir. Çıktı aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$y_k = \varphi(V_k) \quad (2.40)$$

Bir yapay sinir ağının elemanları aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

- x_1, x_2, \dots, x_n *girdileri*: Girdiler yapay sinir hücresine çevreden gelen bilgilerdir. Girdiler, kendinden önceki sinir hücrelerinden veya çevreden sinir hücresine gelebilir. Bunlar ağın öğrenmesi istenen örnekler tarafından belirlenir (Elmas 2003, Öztemel 2003).
- $w_{1k}, w_{2k}, \dots, w_{nk}$: k nöronunun *sinaptik ağırlıkları*; k nöronuna bağlı bir j sinapsinin girişinde yer alan bir x_n sinyali, sinaptik ağırlık w_{nk} ile çarpılır. Kısacası ağırlıklar bir nörona gelen bilginin önemini ve hücre üzerindeki etkisini gösterir. Ağırlıkların büyük ya da küçük olması önemli ya da önemsiz oldukları anlamına gelmez. Artı veya eksi değerler alması ise yapacağı etkinin pozitif veya negatif olduğunu göstermektedir. Değişken veya sabit değerler alabilirler (Öztemel 2003). Sinaptik ağırlıkların pozitif olması arttırıcı etkiyi, negatif olması ise azaltıcı etkiyi ifade eder (Demuth ve Beale 2000).
- u_k *doğrusal toplama fonksiyonu*: Bir sinir hücresine gelen net girişi hesaplar ve bunun için farklı formüller kullanır. En yaygın olanı ağırlıklı toplamı bulmaktır. Yani her gelen giriş değeri kendi ağırlığı ile çarpılarak toplanır. Genellikle deneme yanılma yolu ile toplama fonksiyonu belirlenir. Bir sinir ağındaki tüm sinir hücreleri aynı toplama fonksiyonunu kullanmak zorunda değildir (Öztemel 2003).
- θ_k *eşik değeri*: Aktivasyon fonksiyonunun net girişlerinin etkilerini azaltmaya yarayan bir parametredir (Haykin 2009). Toplanan iletilerin bir seviye ile karşılaştırılmasını ve negatif aktivasyon potansiyelinin gönderilmesini sağlar (Demuth ve Beale 2000).

- *Aktivasyon fonksiyonu* ($\varphi(\cdot)$): Aktivasyon fonksiyonu girdi değerlerinin seviyesine bağlı olarak bir nöronun çıktısını belirler. Nöron çıktısının belli değerler arasında kalmasını sağlar. Genelde bir nöron çıktısının değeri $[0,1]$ veya $[-1,1]$ sınırları içinde tanımlanır. Aktivasyon (transfer) fonksiyonu, nöronun çıkış genliğini istenilen değerler arasında sınırlar ve nöronların oluşturduğu sinir ağının yakınsamasını sağlar. Yaygın olarak, doğrusal, basamak, sigmoid ve hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonları kullanılmaktadır (Demuth ve Beale 2000). Aktivasyon fonksiyonu çeşitleri aşağıdaki gibidir (Haykin 2009, Öztemel 2003);

- *Doğrusal fonksiyon*: Gelen girişler olduğu gibi hücrenin çıkışı olarak kabul edilir,
- *Parçalı doğrusal fonksiyon*: Gelen net giriş değerinin belirlenen bir eşik değerinin altında veya üstünde olmasına göre hücrenin çıkışı 1 veya 0 değerini alır,
- *Sigmoid fonksiyon*: Bu fonksiyon düzgün ve asimptotik özellikler gösteren bir artan fonksiyon olarak tanımlanmaktadır. Sigmoid fonksiyonunun sürekli olması ve türevinin alınabilmesi özelliği ile sinirsel ağlarda çok sık kullanılan bir aktivasyon fonksiyonudur. Örnek bir sigmoid fonksiyonu aşağıda görülebilir:

$$\varphi(V) = \frac{1}{1 + \exp(-V)} \quad (2.41)$$

- *Eşik değeri fonksiyonu*: Gelen bilgilerini 0 veya 1'den büyük veya küçük olmasına göre değerler alır. 0 veya 1 değerlerini alabilir. Bunların dışında değerler alamaz. Eşik aktivasyon fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\varphi(V) = \begin{cases} 1, & V \geq 0 \\ 0, & V < 0 \end{cases} \quad (2.42)$$

Eşik fonksiyonunu kullanan bir k nöronunun çıktısı ise aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$y_k = \begin{cases} 1, & V_k \geq 0 \\ 0, & V_k < 0 \end{cases} \quad (2.43)$$

Burada; k . nöronun aktivasyon potansiyelini gösteren V_k aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\varphi(V_k) = \sum_{j=1}^n W_{jk} \cdot X_j - \theta_k \quad (2.44)$$

- y_k k nöronunun çıkış sinyali: Aktivasyon fonksiyonu tarafından belirlenen çıkış değeridir. Üretilen çıkış, dış dünyaya veya başka bir hücreye gönderilir. Hücre kendi çıkışını kendi girişi olarak da gönderebilir (Öztemel 2003).

2.7.2. Yapay sinir ağı çeşitleri

YSA, veri akışı açısından, ağ tasarımı açısından, öğrenim stratejileri açısından birçok alt başlık altında sınıflandırılabilir (Öztemel 2003).

Veri akışı açısından incelendiğinde ağ tasarımının aşağıdaki şekillerde tasarlandığı görülür:

- 1) *İleri beslemeli (feedforward) ağlar*: İleri beslemeli YSA' da, hücreler katmanlar şeklinde düzenlenir ve bir katmandaki hücrelerin çıkışları bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden giriş olarak verilir. Giriş katmanı, dış ortamlardan aldığı bilgileri hiçbir değişikliğe uğratmadan orta (gizli) katmandaki hücrelere iletir. Bilgi, orta ve çıkış katmanında işlenerek ağ çıkışı belirlenir. Bu yapısı ile ileri beslemeli ağlar doğrusal olmayan statik bir işlevi gerçekleştirir.
- 2) *Geri beslemeli ağlar*: Geri beslemeli YSA' da, en az bir hücrenin çıkışı kendisine ya da diğer hücrelere giriş olarak verilir ve genellikle geri besleme bir geciktirme elemanı üzerinden yapılır. Geri besleme, bir katmandaki hücreler arasında olduğu gibi katmanlar arasındaki hücreler arasında da olabilir. Bu yapısı ile geri beslemeli YSA, doğrusal olmayan dinamik bir davranış gösterir.

Dolayısıyla, geri beslemenin yapılış şekline göre farklı yapıda ve davranışta geri beslemeli YSA yapıları elde edilebilir.

Ağ tasarımı açısından tek katmanlı, çok katmanlı ve yinelenen ağlar olmak üzere, üç temel YSA sınıfı tanımlanabilir (Haykin 2009):

- 1) *Tek katmanlı ileri beslemeli ağlar:* En basit sinir ağı yapısıdır. Bir giriş, bir çıkış katmanı vardır ve bilgi girişten çıkışa doğru ilerler. Tek katmanlı olarak isimlendirilmesinin sebebi, giriş katmanının veri üzerinde hiçbir işlem yapmadan veriyi çıkış katmanına iletmesidir.
- 2) *Çok katmanlı ileri beslemeli ağlar:* Tek katmanlı ağlardaki girdi ve çıktı katmanından başka, bir ya da daha fazla sayıda gizli katman içeren ağlardır. Çok katmanlı yapılarda (n). katmanın çıkış sinyalleri ($n+1$). katmanın giriş sinyalleri olarak kullanılır. p adet giriş düğümü, ilk gizli katmanda h_1 adet nöron, ikinci gizli katmanda h_2 adet nöron ve çıkış katmanında q adet nöron bulunan birçok katmanlı ileri beslemeli ağ $p-h_1-h_2-q$ şeklinde gösterilir. Eğer her katmanda bulunan nöronlar bir sonraki katmanın tüm nöronlarına bağlı ise bu tip ağa tam bağlantılı ağ denir. Eğer bu sinaptik bağlantılardan bazıları eksikse ağ, kısmi bağlantılı ağ adını alır.
- 3) *Yinelemeli ağlar:* İleri beslemeli ağlardan farklı olarak en az bir tane geri besleme çevrimi içeren YSA yapısıdır. Geri besleme çevrimi, ağın öğrenme yeteneği ve performansı üzerinde oldukça etkilidir.

2.7.3. Yapay sinir ağının yapısı

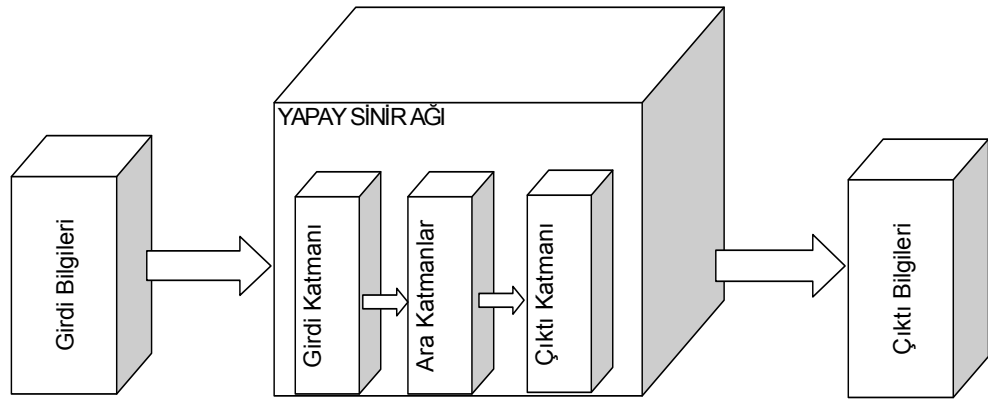
Yapay sinir hücrelerinin paralel bağlanması ile katmanlar, katmanların da seri bağlanması ile çok katmanlı yapay sinir ağları oluşur. Sinir hücrelerinin bir araya gelmesi rasgele olmaz. İleri beslemeli ağlarda genel olarak hücreler üç tip katman halinde ve her katman içinde paralel olarak bir araya gelerek ağı oluştururlar. Bu katmanlar aşağıda belirtilmiştir:

- *Girdi Katmanı:* Dış ortamdan elde edilen girdiyi içerir (Choy ve ark. 2003b). Bu katmandaki proses elemanları dış dünyadan bilgileri alarak ara katmanlara

transfer etmekle sorumludurlar. Bazı ağlarda girdi katmanında herhangi bir bilgi işleme olmaz.

- *Ara Katmanlar (Gizli Katmanlar)*: Girdi katmanından gelen bilgiler işlenerek çıktı katmanına gönderilirler. Bu bilgilerin işlenmesi ara katmanlarda gerçekleşir. Bir ağ için birden fazla ara katman olabilir.
- *Çıktı Katmanı*: Bu katmandaki proses elemanları ara katmandan gelen bilgileri işleyerek ağın girdi katmanından sunulan girdi seti için üretmesi gereken çıktıyı üretirler. Üretilen çıktı dış dünyaya gönderilir.

YSA katmanlarının birbirleri ile ilişkileri Şekil 2.18’de gösterilmektedir.



Şekil 2.18. Yapay sinir ağı katmanlarının birbirleri ile ilişkileri (Öztemel 2003)

2.7.4. Yapay sinir ağlarında eğitim, test etme ve öğrenme

YSA’da nöronların bağlantılarının ağırlık değerlerinin belirlenmesi işlemine ağın eğitilmesi denir. Başlangıçta bu ağırlık değerleri rasgele olarak atanır. YSA kendilerine örnek gösterildikçe bu ağırlık değerlerini değiştirirler. Amaç ağa gösterilen örnekler için doğru çıktıları üretecek ağırlık değerlerini bulmaktır. Ağın doğru ağırlık değerlerine ulaşması örneklerin temsil ettiği olay hakkında genellemeler yapabilme yeteneğine kavuşması demektir. Bu genelleştirme özelliğine kavuşması işlemine ağın öğrenmesi denir.

Geri yayılma (Backpropagation) algoritması birçok uygulamada kullanılan en yaygın öğrenme algoritmasıdır. Geri yayılma öğrenme kuralı, ağ çıkışındaki mevcut hata düzeyine göre, her bir katmandaki (giriş, gizli, çıkış) ağırlıkları yeniden hesaplamak için kullanılmaktadır. Geri yayılmalı ağ modelinde, giriş, gizli ve çıkış olmak üzere üç tip katman bulunmakla birlikte, gizli katman sayısı problemin yapısına bağlı olarak artırılabilir.

Geri yayılma algoritması eğitici öğrenme yöntemini kullanır. Bir girdi verisi, ağın ilk katmanında yer alan nöronlara uygulandığında, en üst katman olan çıkış katmanına erişinceye kadar, bu veri üzerinde çeşitli işlemler gerçekleştirilir. Bu işlemlerin sonucunda elde edilen çıktı, olması gereken çıktı ile karşılaştırılır ve aradaki fark her çıktı nöronu için hata sinyali olarak hesaplanır. Hesaplanan hata sinyalleri, her çıktı nöronuna karşı gelen ara katmandaki nöronlara aktarılır. Böylece ara katmandaki nöronların her biri toplam hatanın sadece hesaplanan bir kısmını içerir. Bu süreç, her katmandaki düğümler toplam hatanın belirli bir kısmını içerecek şekilde, giriş katmanına kadar tekrarlanır. Elde edilen hata sinyalleri temel alınarak, hata kareleri toplamını azaltmak için, bağlantı ağırlıkları her nöronda yeniden düzenlenir. Bu düzenleme ile tüm verilerin genellemesinin yapıldığı bir duruma ağ yakınsamış olur.

İleri besleme aşamasında, girdi katmanındaki nöronlar, girdi verisini doğrudan gizli katmana iletirler. Gizli katmandaki her bir nöron, kendi girdi değerini ağırlıklandırarak, toplam değer hesaplar ve bunu transfer fonksiyonundan geçirerek bir sonraki katmana iletir. Katmanlar arasındaki ağırlıklar başlangıçta rastgele seçilir.

Çıktı katmanındaki her bir nöron, ağırlıklandırılmış değeri hesaplandıktan sonra, hesaplanan değer transfer fonksiyonu ile karşılaştırılarak mevcut hata en küçüklenmeye çalışılır. Hata değeri istenen seviyeye ininceye kadar, iterasyonlara devam edilir ve böylece ağın eğitimi tamamlanmış olur.

Geri yayılma algoritması kullanıldığı durumda iki YSA parametresi önem kazanmaktadır. Bunlar öğrenme oranı (η) ve momentum parametresi (μ)'dir. Geri yayılma algoritması ile i ve j katmanları arasındaki işlem elemanları arasındaki ağırlık değişimi ($\Delta w_{ij}(n)$) aşağıdaki ifadede gösterildiği gibi hesaplanır:

$$\Delta w_{ij}(n) = \eta \delta_j(n) x_i + \mu \Delta w_{ij}(n-1) \quad (2.45)$$

Öğrenme oranı ağırlıkların bir sonraki düzeltmede hangi oranda değiştirileceğini göstermektedir. Öğrenme oranı, ağırlıkların zamanla değişimindeki hızı kontrol eder. Öğrenme oranı ağ performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Küçük öğrenme oranı değerleri için eğitim işlemi uzun zaman alırken, bu değerlerin büyütülmesi ile eğitim işlemi daha kısa zamanda gerçekleşmektedir. Öğrenme oranının artırılması durumunda öğrenme için gerekli adım sayısında azalma meydana gelmesine rağmen bölgesel minimum bulma riski vardır. Öğrenme oranı küçük ise öğrenme uzar ancak genel minimuma ulaşılır.

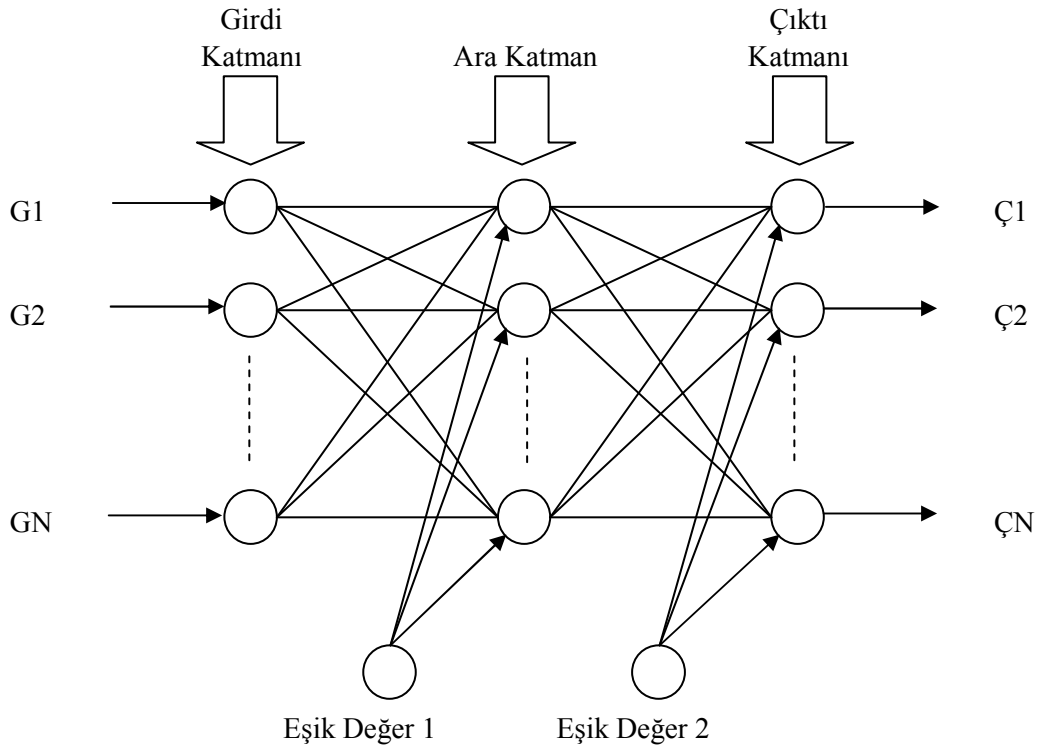
Momentum parametresi ise, ağırlıkta hata yüzeyindeki bölgesel minimumlardan kaçarak daha dip noktalara ulaşmasına yardımcı olur. Momentum parametresi, her bir hatanın ayarlanması için gerekli iterasyon sayısını kontrol eder. Momentumu ifade eden belirli bir kural yoktur, hatayı en küçükleyecek şekilde ayarlanır. Hesaplamalara momentum parametresinin ilave edilmesinin ağ performansı üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Momentum teriminin hesaplamaya katılması iterasyon sayısında ve toplam ağ hatasında bir düşüş meydana getirmektedir. Momentum parametresi yüksek alındığında ağırdaki toplam hatanın sıfıra doğru daha fazla bir eğimle yaklaştığı görülmektedir.

YSA'nın eğitimi tamamlandıktan sonra, ağırlıkta öğrenip öğrenmediği test edilir. Ağırlıkta test edilmesi sırasında, ağırlıkta eğitim esnasında görmediği örnekler kullanılır. Test işlemi sırasında ağırlıklar değiştirilmez, eğitim sırasında belirlenen ağırlıklar kullanılarak, ağırlıkta daha önce görmediği girdiler için çıktılar üretir. Ağırlıkta ürettiği çıktıların doğruluk değeri ağırlıkta performansı ile ilgili bilgi verir. YSA'nın bu şekilde bilinen örneklerden belirli bilgileri çıkartarak bilinmeyen örnekler hakkında yorumlar yapabilme yeteneğine adaptif öğrenme denir (Öztemel 2003).

YSA'nın eğitimi ve testi için toplanan veri, sistemin düzgün çalışma uzayını kapsamalıdır. Örnek kayıtlarının çalışma uzayının sınırlarını belirlediği ve YSA'nın yalnızca eğitildiği çalışma aralığı için güvenilir sonuç verebildiği, yani, ekstrapolasyon yeteneğinin güvenilemeyecek derecede kısıtlı olduğu unutulmamalıdır. Genel özelliklerin net olarak belirlenmesi için örnek kümesinin geniş olması tercih edilir. Bu kümenin bir kısmı eğitim aşamasında kullanılırken, bir kısmı test aşamasında ağırlıkta genelleştirme yeteneğinin onayı amacıyla kullanılır. Testin başarısızlığı durumunda, test amacıyla kullanılan kayıtların bir kısmı eğitim verisine katılarak, eğitim ve test işlemleri kabul edilebilir bir performans kriterine kadar tekrarlanır (Haykin 2009).

2.7.5. Çok katmanlı algılayıcı modelinin yapısı

Çok katmanlı algılayıcı ağlarında, dış ortamda oluşturulan girdi bilgisi, girdi katmanından ağa sunulur ve bu bilgi, gizli katmanlardan geçerek ağın ürettiği cevap çıktı katmanından kullanıcıya sunulur. Çok katmanlı algılayıcı ağlarının yapısı Şekil 2.19’da gösterilmiştir.



Şekil 2.19. Çok katmanlı algılayıcı modeli (Öztemel 2003)

Çok katmanlı algılayıcı ağından, sinirsel ağa hem girdilerin hem de o girdilere karşılık gelen çıktıların sunulduğu, öğreticili öğrenme stratejisi kullanılır. Ağ kendisine gösterilen örneklerden genellemeler yaparak çözüm üretir.

Çok katmanlı algılayıcı ağının çalışması örneklerin toplanması, ağ yapısının belirlenmesi, ağın eğitimi ve ağın test edilmesi aşamalarından oluşur. Örneklerin toplanması aşamasında, ağın eğitimi ve testi için gerekli olan sayısal veriler bulunur. Ağ eğitimi sırasında test için kullanılacak veriler ağa gösterilmez. Eğitim tamamlandıktan sonra, test verileri kullanılarak ağın performansı ölçülür. Ağ yapısının belirlenme

aşamasında, ağın girdi ve çıktı nöronları, gizli katman sayısı, her gizli katmandaki nöron sayısı ve öğrenme parametreleri belirlenir. Ağın eğitimi için Şekil 2.20'deki akış izlenebilir.

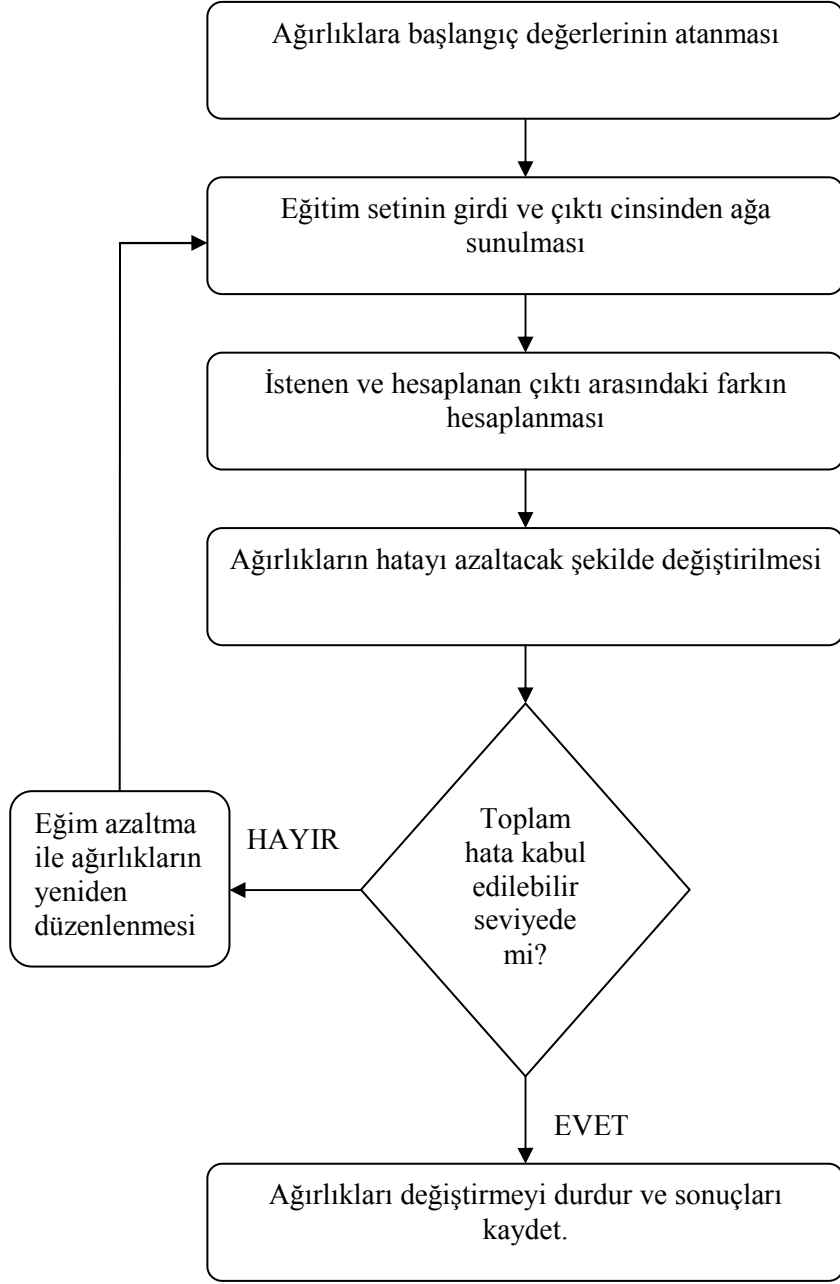
Ağın test edilmesi aşamasında ise, eğitimi tamamlanan ağ, eğitim sırasında görmediği veriler kullanılarak test edilir. Böylece ağın performansı ölçülmüş olur.

2.8. Yapay Sinir Ağları ile Bütünleşik Bulanık Sistemler

Bulanık sistemler ve YSA'lar genelde benzer sistemler olarak tanımlansa da aralarında önemli farklılıklar vardır. Kısaca, bulanık sistemler fonksiyonu bulanık küme örnekleri (A_i, B_i) ile tahmin ederken, YSA fonksiyonu sayısal nokta örnekleri (x_i, y_i) ile tahmin eder. İki yöntem de sürekli, belirsiz değişkene sahip sistemler ve matematiksel modeli çok zor (karmaşık) olan, ya da matematiksel modeli mümkün olmayan sistemler için uygun yöntemlerdir (Lin ve Lee 1996).

Bulanık mantık ve YSA birbirini tamamlayan yöntemlerdir. YSA bilgiyi eğitilecek sistemden elde ederken, bulanık mantık teknikleri dilsel bilgiyi uzmanlardan elde eder. Her iki sistemin de üstün yönlerini birleştiren bütünleşik sistemler birçok problem için yeni ancak uygun yöntemlerdir. Bütünleşik sistemle, YSA'nın kolay eğitilebilme ve hesaplama gücü ile, bulanık mantığın insan yargı sistemine benzeyen EĞER – O HALDE düşünce yapısı ve sonuç çıkarım özelliği birleştirilmiş olur. Bütünleşik sistemler üç sınıfa ayrılabilir (Lin ve Lee 1996):

- *Sinirsel bulanık sistemler:* YSA, bulanık kümelerde sayısal işlemlerin ayarlanmasında (üyelik fonksiyonunun ayarlanması gibi) kullanılır.
Bulanık sinirsel sistemler: Normal YSA'nın temel özellikleri ve yapısı korunur; ancak, bazı elemanlar bulanıklaştırılır. Bulanık sinirsel sistemlerde, kesin nöron hücresi bulanık olabilir ve bu nöronun alt katmana geçerken aktivasyon fonksiyonu sigmoid fonksiyonu yerine bulanık ilişkiye sahip olabilir.
- *Bulanık – sinirsel hibrit sistemler:* Hibrit sistemlerde her iki yöntem de sistemdeki farklı fonksiyonlar için kendi görevlerini yaparken, kendi güçlerini arttırmak ve ortak amaca ulaşmak için birbirlerini tamamlarlar.



Şekil 2.20. Çok katmanlı algılayıcı ağınnın eğitimi

2.8.1. Sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi

Bulanık çıkarım sistemi kuralların öncül ve sonuç kısımları arasındaki karmaşık ilişkiyi öğrenmek için kullanılır. Orijinal bulanık çıkarım sisteminin adaptif olmayan davranışı

YSA kullanılarak önemli ölçüde arttırılabilir (örneğin, tek bir ağa aynı değişkenler için farklı kurallar tanımlanabilir.)

Genel olarak sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi beş seviye içermektedir (Escoda ve ark. 1997):

- 1- Birinci seviyede girdi değişkenleri bulunmaktadır.
- 2- İkinci seviye bulanıklaştırma seviyesidir. Girdi değişkenleri ile ilgili dilsel ifadelerin üyelik fonksiyonları bu seviyede tanımlanır.
- 3- Üçüncü seviyede dilsel kuralların öncül kısımları ve kuralları birleştiren “VE” operatörü yer almaktadır.
- 4- Dördüncü seviyede dilsel kuralların sonuç kısımları yer almaktadır.
- 5- Beşinci seviyede durulama işlemi yapılmaktadır.

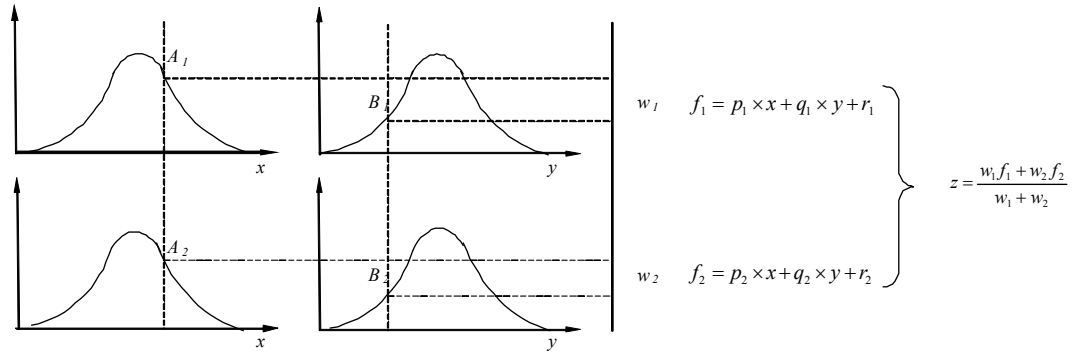
Adaptif ağ yapısına dayalı bulanık çıkarım sistemi (ANFIS), Sugeno tipi bulanık sistemlerin, sinirsel öğrenme kabiliyetine sahip bir ağ yapısı olarak temsilinden ibarettir. Bu ağ, her biri belli bir fonksiyonu gerçekleştirmek üzere, katmanlar halinde yerleştirilmiş düğümlerin birleşiminden oluşmuştur.

Adaptif ağ, düğümlerden ve düğümleri birbirine bağlayan bağlantılardan oluşur. Düğümlerin bir kısmının ya da tamamının adaptif olması, bu düğümlere ait çıktılarının düğümlere ait parametrelere bağlı olması ve öğrenme kuralının hatayı en küçükleme için bu parametrelerin nasıl değiştirilmesi gerektiğini belirlemesi ile ilgilidir (Jang 1993). ANFIS’in en önemli özelliği gradyent azaltım ve en küçük kareler yöntemini bir arada uygulayarak sunduğu melez öğrenme algoritmasıdır ve bu da ANFIS’in diğer yöntemlere yönelik üstünlüğünde temel teşkil etmektedir.

ANFIS yapısı için iki tane girdi (x ve y), bir tane çıktı (z) olduğu kabul edilsin. Aşağıda gösterildiği gibi iki tane kural içeren Takagi Sugeno tipi çıkarım Şekil 2.21’de gösterilmiştir.

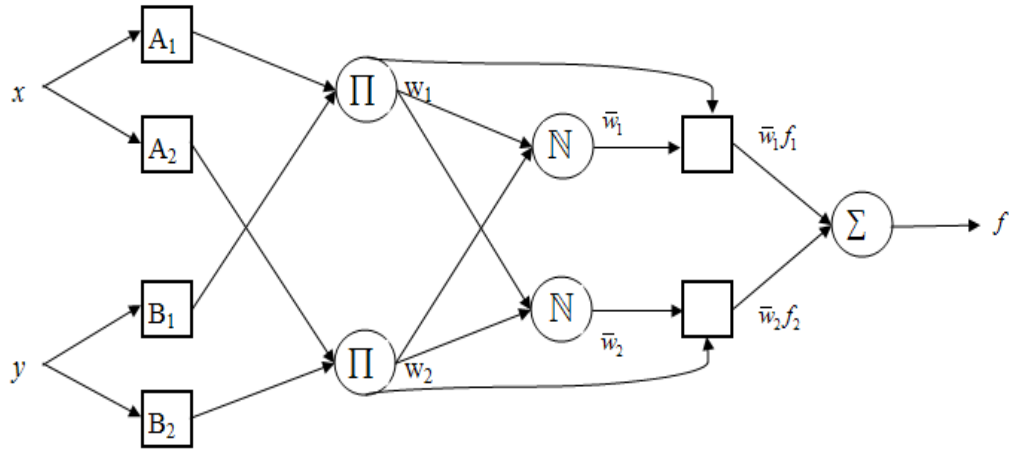
$$\text{Kural 1: Eğer } x \text{ } A_1 \text{ ise ve } y \text{ } B_1 \text{ ise, O halde } f_1 = p_1 \times x + q_1 \times y + r_1$$

$$\text{Kural 2: Eğer } x \text{ } A_2 \text{ ise ve } y \text{ } B_2 \text{ ise, O halde } f_2 = p_2 \times x + q_2 \times y + r_2$$



Şekil 2.21. Takagi ve Sugeno tipi çıkarım

Oluşturulan ANFIS mimarisinin katmanları Şekil 2.22’de gösterilmiştir:



Şekil 2.22. Adaptif ağ yapısının katmanları (Jang 1993)

Genel olarak ANFIS modeli beş katman içermektedir (Jang 1993):

- 1. Katman: Buradaki her bir karesel i düğümü aşağıdaki düğüm fonksiyonuna sahiptir (2.46.):

$$O_i^1 = \mu_{A_i}(x) \quad (2.46)$$

O_i^1 , A_i 'nin üyelik fonksiyonudur. $\mu_{A_i}(x)$ için genelde minimumu 0, maximumu 1 olan çan eğrisi şeklinde üyelik fonksiyonu tercih edilir (2.47 ve 2.48).

$$\mu_{A_i}(x) = \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 \right] b_i} \quad (2.47)$$

ya da

$$\mu_{A_i}(x) = \exp \left\{ - \left(\frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 \right\} \quad (2.48.)$$

2.47 ve 2.48 ifadesinde $\{a_i, b_i, c_i\}$ parametre kümesidir. Bu parametrelerin değeri değiştiğinde çan eğrisinin şekli değişir. Buradaki düğüm fonksiyonları için üçgen ya da yamuk tipi üyelik fonksiyonları da tercih edilebilir. Bu katmandaki parametreler öncül parametrelerdir.

- 2. Katman: Bu katmandaki dairesel düğümler gelen sinyalleri çarparak çıktıyı gönderirler.

$$w_i = \mu_{A_i}(x) \times \mu_{B_i}(y) \quad i = 1, 2 \quad (2.49)$$

Her düğümün çıktısı kuralın gücünü gösterir (AND operatörü de kullanılabilir).

- 3. Katman: Bu katmandaki i . düğüm i . kuralın gerçekleşme derecesini tüm kuralların gerçekleşme derecesine oranlayarak bulur.

$$\bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2} \quad i = 1, 2 \quad (2.50)$$

Bu katmanın çıktıları normalize edilmiş gerçekleşme dereceleri olarak adlandırılır.

- 4. Katman: Bu katmandaki her bir i karesel düğümü aşağıdaki düğüm fonksiyonuna sahiptir:

$$O_i^4 = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x + q_i y + r_i) \quad (2.51)$$

\bar{w}_i , 3. katmanın çıktısı olup (p_i, q_i, r_i) parametre kümesidir ve sonuç parametreleri olarak ifade edilir.

- 5. Katman: Toplam çıkışı hesaplayan, kendisine gelen sinyallerin tümünü toplayan tek bir düğüm bulunmaktadır.

$$O_i^5 = \text{Toplam çıkış} = \sum \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (2.52)$$

Şekil 2.22’de yer alan ANFIS modelinin çıktısı 2.53 ifadesi ile gösterilebilir:

$$\begin{aligned} f &= \frac{w_1}{w_1 + w_2} f_1 + \frac{w_2}{w_1 + w_2} f_2 \\ &= \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_2 f_2 \\ &= (\bar{w}_1 x) p_1 + (\bar{w}_1 y) q_1 + (\bar{w}_1) r_1 + (\bar{w}_2 x) p_2 + (\bar{w}_2 y) q_2 + (\bar{w}_2) r_2 \end{aligned} \quad (2.53)$$

ANFIS modeline ait parametrelerin güncellenmesinde, öncül parametrelerin belirlenmesinde (üyelik fonksiyonlarının öğrenmesinde) geriye yayılım algoritması, soncul parametrelerin belirlenmesinde (kural sonuçlarının doğrusal birleşimlerinin katsayılarının belirlenmesinde) ise en küçük kareler tahmini yöntemi kullanılmaktadır. Hibrit öğrenme algoritmasında, ANFIS ağ yapısına ait parametreler, giriş ve çıkış parametreleri olarak iki kısımda ele alınır. Toplam parametre kümesi; $S = S_1 + S_2$ şeklinde ifade edilecek olursa, S_1 giriş parametreleri kümesini, S_2 de çıkış parametreleri kümesini gösterir. Hibrid algoritmanın ilk aşaması ya da ileri yön geçişi ile ANFIS ağına ait giriş parametreleri, ikinci aşamada ya da geri yön geçişinde ise ağın sonuç parametreleri güncellenir. Hibrid öğrenme algoritmasının ileri yön geçişini oluşturan ve en küçük kareler tahmini (Least Squares Estimator - LSE) yöntemi kullanılmak suretiyle gerçekleştirilen kısmında, ağın girişindeki üyelik fonksiyonlarına ait parametreler ya da kısaca S_1 ile belirtilen giriş parametreleri sabit tutulur. Böylece ağın çıkışı, S_2 parametre kümesi içinde bulunan çıkış parametrelerinin, lineer kombinasyonu haline gelir (Jang ve Sun 1995).

Modellenecek sisteme ait P tane giriş-çıkış (eğitim) verisi ile S_1 giriş parametrelerinin verilen değerleri kullanılarak, ağın çıkışı matrisel formda 2.54 eşitliğinde verilmiştir:

$$\mathbf{A}\theta = \mathbf{B} \quad (2.54)$$

2.54 eşitliğinde yer alan θ vektörü, S_2 çıkış parametrelerinin elemanlarından oluşan bilinmeyen vektördür. 2.54 eşitliği standart lineer en küçük – kareler problemini gösterir ve θ için en iyi çözüm, $|\mathbf{A}\theta - \mathbf{B}|^2$ ifadesinin minimum değeri olan, en küçük kareler tahmini θ^* , 2.55 eşitliği ile elde edilir.

$$\theta^* = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{B} \quad (2.55)$$

2.55 eşitliğinde \mathbf{A}^T , \mathbf{A} matrisinin transpozesi ise ve eğer $\mathbf{A}^T \mathbf{A}$ tekil değilse, $(\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T$, \mathbf{A} 'nın sahte tersidir. Bunun yerine yinelemeli olarak en küçük kareler tahmini formülü de kullanılabilir. Özel olarak 2.54 eşitliğinde yer alan \mathbf{A} matrisinin i . satırı a_i^T ve \mathbf{B} matrisinin i . elemanı b_i^T ile gösterilsin. Bu taktirde θ vektörü iteratif olarak 2.56 eşitliği ile hesaplanır:

$$\begin{aligned} \theta_{i+1} &= \theta_i + S_{i+1} a_{i+1} (b_{i+1}^T - a_{i+1}^T \theta_i) \\ S_{i+1} &= S_i - \frac{S_i a_{i+1} a_{i+1}^T S_i}{1 + a_{i+1}^T S_i a_{i+1}}, \quad i = 0, 1, \dots, P-1 \end{aligned} \quad (2.56)$$

2.56 ifadesinde en küçük kareler tahmini θ^* , θ_p 'ye eşittir. 2.56 ifadesi için gerekli olan başlangıç şartları; γ pozitif büyük bir sayı ve I , $\mathbf{M} \times \mathbf{M}$ boyutunda birim matris olmak üzere, $\theta_0 = 0$ ve $S_0 = \gamma I$ 'dir.

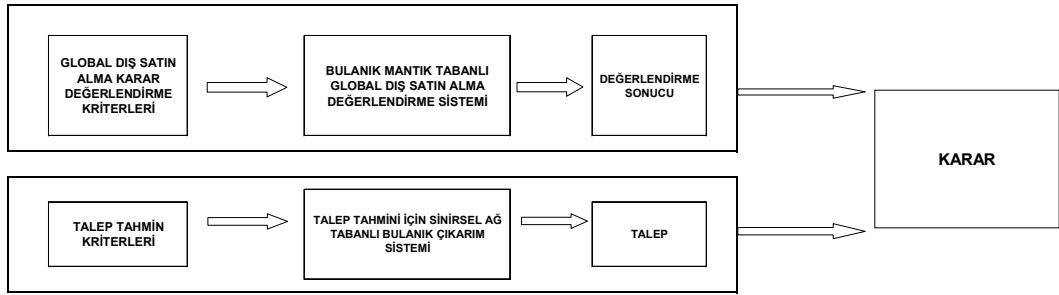
Hibrit öğrenme algoritmasında her iterasyon ileri yönlü ve geri yönlü geçişlerden oluşur. İleri yönlü geçişte, girdi vektörü ağa sunulduktan sonra, \mathbf{A} matrisindeki ilgili satırlar ve 2.54 eşitliğinde yer alan \mathbf{B} elde edilene kadar katmanlarda bulunan çıktı düğümleri hesaplanır. \mathbf{A} ve \mathbf{B} 'nin tamamını oluşturmak için bu işlem tüm eğitim verileri için tekrarlanır. Daha sonra S_2 'de yer alan parametreler 2.55 eşitliği ya da 2.56 eşitliği kullanılarak belirlenir. S_2 'de yer alan parametreler belirlendikten sonra her eğitim girdisi için hata değeri hesaplanabilir. Geri yönlü geçişte hata sinyalleri, çıktı ucundan girdi ucuna kadar yayılır, gradient vektör her eğitim girdisi için biriktirilir. Geri yönlü geçişin sonunda tüm eğitim verisi için, S_1 'de yer alan parametreler 2.57 ifadesinde yer alan gradient yöntemi ile güncellenir.

$$\Delta \alpha = -\eta \frac{\partial E}{\partial \alpha} \quad (2.57)$$

2.57 ifadesinde α herhangi bir giriş parametresini, η öğrenme oranını, E ise ağız çıkışındaki hata değerini göstermektedir (Jang ve Sun 1995, Özçalık ve Uygur 2003).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada oluşturulan global dış satın alma karar destek sistemi iki bileşenden oluşmaktadır. Birinci bileşen, talep tahmini için sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemini, ikinci bileşen bulanık mantık tabanlı global dış satın alma karar değerlendirme sistemini içermektedir. Oluşturulan karar destek sisteminin genel yapısı Şekil 3.1’de görülmektedir.



Şekil 3.1. Global dış satın alma karar destek sistemi genel yapısı

Talep tahmin sistemi global dış satın alma karar değerlendirme sistemi içinde bağımsız bir bileşen gibi görünse de, ihtiyaç olması halinde karar süreci içinde de yer alabilir. Global dış satın alma karar destek sistemi için üç farklı durum düşünülebilir:

- Hazır giyim sektöründe koleksiyon oluşturma çalışmaları üretime başlamadan aylar önce başlamaktadır. Hazır giyim üreticileri koleksiyon oluşturma aşamasında talep tahmini yaparak, tahmin edilen talep değerine göre global dış satın alma kararları verebilmekte, global tedarikçilerle anlaşmalar yapabilmektedir. Bu durumda talep tahmin bileşeni, global dış satın alma kararını etkilemektedir.
- Talebin net olarak bilindiği durumlarda talep tahmin sistemine gerek kalmadan, sadece global dış satın alma karar değerlendirme sistemi çalıştırılabilir.
- Herhangi bir global dış satın alma kararı olmaksızın, bir ürün için talep tahmini yapılması gerekebilir.

Oluşturulan karar destek sistemi bu üç durum için de kullanıcıya uygun cevap vermektedir.

3.1 Talep Tahmini için Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sisteminin Oluşturulması

Hazır giyim endüstrisinde talebin değişkenliğinin çok olması nedeniyle talep tahmini önemli bir problem olarak kabul edilmektedir. Ayrıca hazır giyim sektöründe her sezon için ayrı koleksiyon hazırlanması talep tahminini daha da zorlaştırmaktadır.

Karmaşıklık ve belirsizliğin olduğu durumlarda, yapay zeka yöntemlerinin, insanın yargı sistemine benzer şekilde tasarlanmış olmasından dolayı, geleneksel yöntemlere göre daha başarılı yöntemler olduğu bildirilmiştir.

YSA yönteminin en önemli avantajı, modellenecek verinin hem doğrusal hem de doğrusal olmayan ilişkilerini tanımlayabilmesi ve bu ilişkileri öğrenebilme yeteneğine sahip olmasıdır.

YSA genelleme yapabilme yeteneğine sahiptir. Ağın eğitimi esnasında ağa bazı bilgiler verilir. Ağın eğitimi tamamlandıktan sonra YSA daha önce görmediği veriler için de çözüm üretebilir.

Bulanık küme teorisi, istatistiksel bilginin mevcut olmadığı ve niteliksel tanımlamaların bulunduğu belirsiz modellerde tercih edilen bir yöntemdir (Matos 2007). Talep tahmini için kullanılacak kriterlerin bir kısmı “kesin” değildir (Thomassey ve ark. 2005). Bu nedenle, uzman görüşünün ve değişkenlerin doğrusal olmayan etkilerinin modellenmesinde bulanık mantık tabanlı sistemler YSA ile kıyaslandığında daha uygun yöntemlerdir (Kuo 2001).

Sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi ile, YSA'nın kolay eğitilebilme ve hesaplama gücü ile, bulanık mantığın insan yargı sistemine benzeyen EĞER – O HALDE düşünce yapısı ve sonuç çıkarım özelliği birleştirilmiş olur (Lin ve Lee 1996):

Sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi geleneksel bulanık çıkarım sistemlerine göre daha karmaşık sistemlerdir. Oluşturulan sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi aşağıda belirtilen özelliklere sahip olmalıdır (Matlab 2009):

- Birinci ya da sıfıncı derece Sugeno-tipi sistemler olmalı,
- Ağırlıklı ortalama durulama yöntemi ile elde edilmiş tek bir çıktı olmalı,
- Çıktıya ait üyelik fonksiyonları aynı tip olmalı (doğrusal ya da sabit),
- Her çıktıya ait farklı kural tanımlanmalı, farklı kurallar aynı tip çıktı üyelik fonksiyonuna sahip olmamalı,

- Her kural eşit ağırlıkta olmalı.

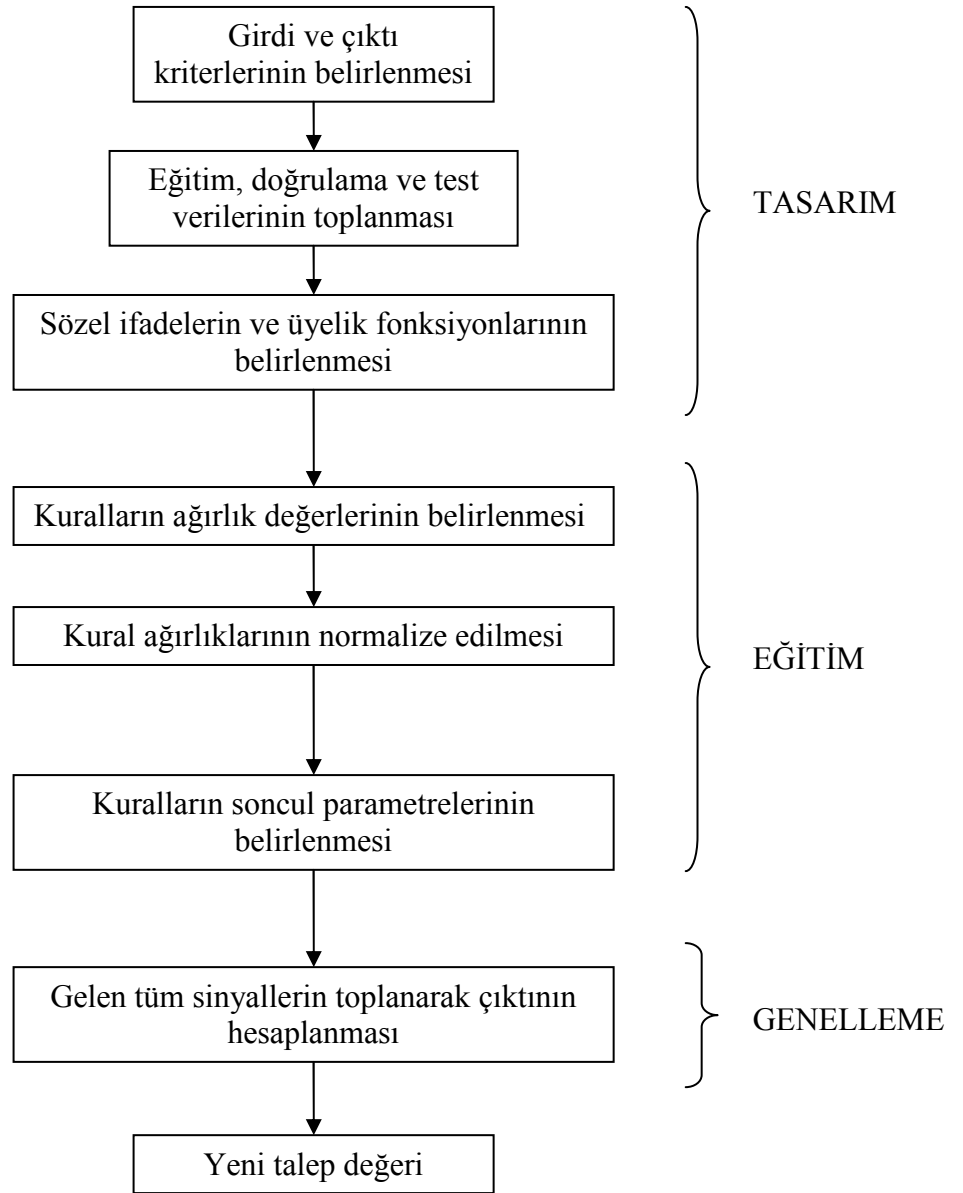
Hazır giyim sektöründe bulunan işletmelerin yöneticileriyle yapılan görüşmeler sonucunda, talep tahmini için kullanılan yaygın bir analitik tahmin yönteminin olmadığı belirlenmiştir. Hazır giyim sektöründe talep tahmini genellikle uzman görüşüne dayanılarak yapılmaktadır. Yetersiz tahmin ediciler ve/veya yöntemler nedeniyle tahmin değerleri güvenilir değerler değildir.

Literatürde talep tahmini için genelde istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Hazır giyim sektöründe satın alma kararları politik ve finansal değişimlerden kolayca etkilenmektedir. Bu değişkenlik talep tahmin sisteminin karmaşıklığını arttırmaktadır ve bu değişkenliği istatistiksel yöntemler kullanarak izlemek çok zordur. Böyle dinamik bir ortam için, sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi uygun bir yöntemdir.

Global dış satın alma karar destek sisteminin birinci bileşeni talep tahmin modelidir. Talep tahmin modeli için sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım modeli oluşturulmuştur. Uygulama MATLAB programının “Fuzzy Logic Toolbox” altında bulunan ANFIS editörü kullanılarak oluşturulmuştur. ANFIS, Takagi Sugeno bulanık çıkarım yöntemini uygulayarak modelleme yapan bir sistemdir. Uygulama için kullanılan veriler, eğitim ve test kümeleri Almanya’da ve Türkiye’de global dış satın alma uygulayan hazır giyim üreticileriyle yapılan görüşmeler ve literatür araştırması sonucunda belirlenmiştir.

Talep tahmini için ANFIS uygulaması henüz yeni bir yaklaşımdır. Hem niteliksel hem de niceliksel tahmin kriterlerini değerlendirebilen ANFIS yöntemi hazır giyim üreticileri için uygun bir yöntemdir. ANFIS yapısı, YSA ile kıyaslandığında eğitim için daha az veriye ihtiyaç duyar ve daha iyi genelleme yapabilme yeteneğine sahiptir (Jang 1993).

Bu çalışmada kullanılan ANFIS modelinin yapısal tasarım aşamaları Şekil 3.2’de görülmektedir. Şekil 3.2’de gösterildiği gibi ANFIS uygulamasının tasarım aşamasında öncelikle girdi ve çıktı parametreleri belirlenmiştir. Girdiler belirlenirken, bu girdilerin talebi gerçekten etkileyen ve ulaşılabilir kriterler olmasına dikkat edilmiştir. Girdi ve çıktı parametreleri belirlendikten sonra, eğitim, doğrulama ve test verileri toplanmıştır. Daha sonra, sözel ifadeler ve üyelik fonksiyon değerleri belirlenmiştir. Tüm tasarım parametreleri belirlenirken, hazır giyim sektöründe uzmanlarla görüşülmüş ve



Şekil 3.2. Talep tahmini için oluşturulan sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sisteminin yapısal tasarım aşamaları

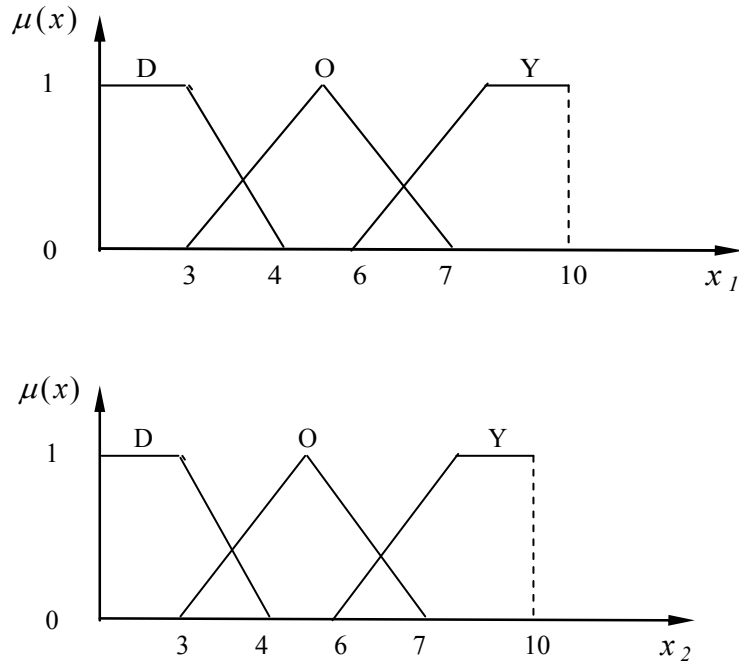
literatürde konuyla ilgili yapılmış çalışmalar incelenmiş, sayısal verilerin hazır giyim sektörünü temsil etmesi sağlanmıştır. Eğitim ve genelleme aşaması MATLAB içinde yapılmıştır. Talep tahmin sisteminin, eğitim ve genelleme aşamasının ayrıntılı açıklaması için, iki girdiye sahip bir sistem olduğu kabul edilsin. Takagi Sugeno tipi bulanık çıkarım sistemlerinde girdi ve çıktı arasındaki doğrusal ilişki aşağıda gösterilmiştir.

Kural 1: Eğer x A_1 ise ve y B_1 ise, O halde $f_1 = p_1 \times x + q_1 \times y + r_1$

Kural 2: Eğer x A_2 ise ve y B_2 ise, O halde $f_2 = p_2 \times x + q_2 \times y + r_2$

Burada A_1, A_2, B_1 ve B_2, x ve y üyelik fonksiyonları için tanımlanmış bulanık kümelerin öncül parametreleri, p_1, p_2, q_1, q_2, r_1 ve r_2 ise soncul parametrelerdir. ANFIS modeli için oluşturulan bulanık çıkarım sisteminde her bir kural için, girdilerin fonksiyonu olacak şekilde bir çıktı değeri elde edilir.

ANFIS modelinin oluşturulması için öncelikle eğitim ve test kümeleri oluşturulmalıdır. Eğitim ve test kümeleri oluşturulduktan sonra, girdi kriterlerine ait sözel ifadeler ve üyelik fonksiyonu tipleri belirlenmelidir. Bu uygulamada örnek olarak iki girdiye (X_1 ve X_2) ve bir çıktıya sahip bir sistem olduğu kabul edilsin. X_1 ve X_2 girdileri için üç sözel değişken tanımlanmış olsun. X_1 ve X_2 girdileri için kullanılan üyelik fonksiyonları ve sözel ifadeler Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. ANFIS örneğine ait girdi değişkenleri için üyelik fonksiyonları ve sözel ifadeler

X_1 ve X_2 girdilerine ait üçer tane sözel değişken (D:düşük, O:orta, Y:yüksek) tanımlandığından, bu örneğe ait dokuz kural tanımlanır. Yazılan her kural için 1. derece

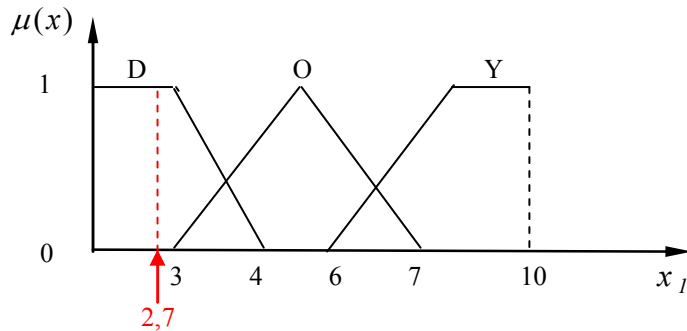
polinom denklemi oluşturulur. Oluşturulan kurallar ve 1. derece polinom denklemleri aşağıda gösterilmiştir:

1. Kural: EĞER $X_1=D$ ve $X_2=D$ ise O HALDE çıktı = K_1 $f_1 = p_1X_1 + q_1X_2 + r_1$
2. Kural: EĞER $X_1=O$ ve $X_2=D$ ise O HALDE çıktı = K_2 $f_2 = p_2X_1 + q_2X_2 + r_2$
3. Kural: EĞER $X_1=Y$ ve $X_2=D$ ise O HALDE çıktı = K_3 $f_3 = p_3X_1 + q_3X_2 + r_3$
4. Kural: EĞER $X_1=D$ ve $X_2=O$ ise O HALDE çıktı = K_4 $f_4 = p_4X_1 + q_4X_2 + r_4$
5. Kural: EĞER $X_1=O$ ve $X_2=O$ ise O HALDE çıktı = K_5 $f_5 = p_5X_1 + q_5X_2 + r_5$
6. Kural: EĞER $X_1=Y$ ve $X_2=O$ ise O HALDE çıktı = K_6 $f_6 = p_6X_1 + q_6X_2 + r_6$
7. Kural: EĞER $X_1=D$ ve $X_2=Y$ ise O HALDE çıktı = K_7 $f_7 = p_7X_1 + q_7X_2 + r_7$
8. Kural: EĞER $X_1=O$ ve $X_2=Y$ ise O HALDE çıktı = K_8 $f_8 = p_8X_1 + q_8X_2 + r_8$
9. Kural: EĞER $X_1=Y$ ve $X_2=Y$ ise O HALDE çıktı = K_9 $f_9 = p_9X_1 + q_9X_2 + r_9$

Oluşturulan denklemlere ait p , q ve r bilinmeyenleri bölüm 2.8.1’de açıklanan katman yapısı dikkate alınarak çözülür.

1. katman bulanıklaştırma katmanıdır. Burada eğitim kümesindeki birinci eğitim verisi dikkate alınır ve bu eğitim verisinde X_1 ve X_2 girdileri için üyelik fonksiyonu değerleri (bulanık değer) bulunur. Hesaplama yapılacak eğitim verisi için $X_1= 2,7$ ve $X_2=3,6$ olduğu kabul edilsin.

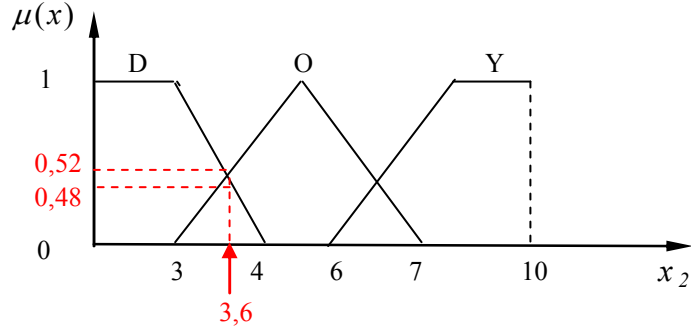
$X_1= 2,7$ kesin girdi değeri için bulanık değerlerin hesaplanması Şekil 3.4’de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. ANFIS örneğine ait X_1 girdisi için üyelik fonksiyon değerlerinin belirlenmesi

1. eğitim verisi için $X_1= 2,7$ girdisi “D” sözel değişkenine denk gelmekte ve bulanık değeri $\mu_{X_1=2,7} = 1$ olarak hesaplanmaktadır.

$X_2=3,6$ kesin girdi değeri için bulanık değerinin hesaplanması Şekil 3.5’de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. ANFIS örneğine ait X_2 girdisi için üyelik fonksiyon değerinin belirlenmesi

1. eğitim verisi için $X_2=3,6$ girdisi $\mu_{X_2=3,6} = 0,48$ bulanık değeri ile “D” sözel değişkenine $\mu_{X_2=3,6} = 0,52$ bulanık değeri ile “O” sözel değişkenine denk gelmektedir.

2. katmanda, öncelikle, 1. katmanda bulanıklaştırılan girdi değerlerinin hangi kurallarla ilgili olduğu tespit edilir (Şekil 3.6).

X_1	X_2	Kural
D	D	1. Kural
D	O	4. Kural

Şekil 3.6. ANFIS örneğine ait girdiler için sözel ifadeler ve ilgili kurallar

Örnekte incelenen durum 1. ve 4. kurallara denk geldiğinden, 2. katmanda bu kuralların ağırlık değerleri hesaplanır.

$$w_1 = \mu_{X_1=2,7} \times \mu_{X_2=3,6}$$

$$w_1 = 1 \times 0,48 = 0,48$$

$$w_4 = \mu_{X_1=2,7} \times \mu_{X_2=3,6}$$

$$w_4 = 1 \times 0,52 = 0,52$$

3. katmanda kuralların normalize edilmiş ağırlık değerleri hesaplanır.

$$\bar{w}_1 = \frac{w_1}{w_1 + w_4} = \frac{0,48}{0,48 + 0,52} = 0,48$$

$$\bar{w}_4 = \frac{w_4}{w_1 + w_4} = \frac{0,52}{0,48 + 0,52} = 0,52$$

4. katmanda her kural için ayrı çıktı hesaplanır.

$$\bar{w}_1 f_1 = 0,48 [(p_1 \times 2,7) + (q_1 \times 3,6) + r_1]$$

$$\bar{w}_4 f_4 = 0,52 [(p_4 \times 2,7) + (q_4 \times 3,6) + r_4]$$

5. katmanda ise toplam çıktı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\text{Çıktı} = \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_4 f_4$$

$$\text{Çıktı} = 0,48 [(p_1 \times 2,7) + (q_1 \times 3,6) + r_1] + 0,52 [(p_4 \times 2,7) + (q_4 \times 3,6) + r_4]$$

Eğitim kümesindeki tüm eğitim verileri için benzer işlemler yapılır ve birinci derece polinom denklemleri kümesi elde edilir. Elde edilen denklem kümesinde sabit sayılar ve kurallara ait polinom denklemlerinde yer alan p , q ve r parametreleri iki ayrı matrise bölünerek $\mathbf{A}\boldsymbol{\theta}=\mathbf{B}$ yapısı oluşturulur. Yukarıda eğitim kümesinin birinci verisi için oluşturulan polinom denkleminin çözülmesi için gerekli matris yapısı aşağıda gösterilmiştir.

$$\underbrace{\left[\bar{w}_1 X_1 \quad \bar{w}_1 X_2 \quad \bar{w}_1 \quad \bar{w}_4 X_1 \quad \bar{w}_4 X_2 \quad \bar{w}_4 \right]}_{\mathbf{A}} \underbrace{\begin{bmatrix} p_1 \\ q_1 \\ r_1 \\ p_4 \\ q_4 \\ r_4 \end{bmatrix}}_{\boldsymbol{\theta}} = \underbrace{[B_1]}_{\mathbf{B}}$$

A matrisi eğitim kümesindeki tüm veriler için elde edilen polinom denklemlerindeki sabit sayıları; **θ**, polinom denklemlerindeki bilinmeyen parametreleri; **B** ise, eğitim kümesindeki çıktı değerlerini içermektedir. **θ** içindeki bilinmeyenlerin bulunması için bölüm 2.8.1’de anlatılan en küçük kareler yöntemi uygulanır ve sonuçta her kural için birinci derece polinom denklem parametreleri hesaplanmış olur.

Soncul parametreler hesaplandıktan sonra istenen çıktı ile hesaplanan çıktı arasındaki fark hesaplanarak oluşturulan modelin hatası bulunur. Ağın çıkışında hata (*e*) istenen değer *d* ile gerçek çıkış *f* arasındaki farktır ve 3.1 ifadesi ile hesaplanır.

$$e = d - f \quad (3.1)$$

Elde edilen hata değeri geriye doğru katman katman yansıtılır. Beşinci katmanda, ağırlık değeri ayarlaması yapılmadan çıkıştaki hata katman çıkışına yansıtılır. Dördüncü katmanda sonuç değişkenleri olan *p*, *q* ve *r* parametrelerinin ayarlanması için gerekli hesaplamalar yapılır. Üçüncü ve ikinci katmanda ağırlık değerleri ayarlaması yapmadan çıkış katmanından yansıyan hata değeri hesaplanır. Birinci katmanda ise hem hata değeri hem de üyelik fonksiyonlarına ait değişkenlerin ayarlanması yapılır. Geri yayımlı öğrenme algoritması ile yapay sinir ağındaki ağırlıklar değiştirilerek, girdi kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları (üyelik fonksiyon parametreleri) değiştirilir. Yeni sayısal aralıklara göre yukarıda anlatılan tüm işlemler bir kez daha yapılır. İşlem tekrarı hata miktarı istenen seviyeye düşene kadar devam eder. Sonuçta sözel ifadelere ait sayısal aralık değerleri değişir ve her kural için polinom denklemi katsayıları elde edilmiş olur.

3.2. Bulanık Mantık Tabanlı Global Dış Satın Alma Karar Destek Sisteminin Oluşturulması

Global pazarların olduğu günümüzde, işletmeler bu pazarlarda rekabet edebilmek, mevcut gücünü sürdürebilmek amacıyla yeni çalışma yöntemlerini benimsemek zorunda kalmışlardır. Bu yoğun ortam içinde global dış satın alma son yıllarda endüstrinin ilgisini çeken bir yöntem olmuştur.

Global dış satın alma, kısaca, işletmenin belirli bir faaliyetini farklı ülkedeki bir tedarikçiye iletmesi olarak tanımlanabilir. İşletmelerin tüm ihtiyaçlarını üretmesi, işletmeler için daha zor ve daha az ekonomik olmaktadır. Günümüz endüstrisinde

eğilim, hammadde ve yarı mamulü, tedarikçilerden temin etmek yönündedir. İşletmelerin farklı ülkedeki tedarikçiyi seçmesinin tek nedeni maliyet kazanımı gibi görünse de, gerçekte, yöneticiler birçok kriterin eş zamanlı değerlendirmesini yaparak karar vermektedirler. Satın alma fonksiyonunun öneminin artmasıyla satın alma kararları daha önemli hale gelmiştir. İşletmelerin tedarikçilerine bağımlılığı arttıkça kötü kararların sonuçları daha şiddetli hissedilmektedir.

Hazır giyim sektöründeki üreticiler de son yıllarda yarı mamul ya da bitmiş ürünü düşük maliyetli ülkelere (özellikle çalışan maliyetinin düşük olduğu ülkelere) satın alma yöntemini tercih etmektedirler. Sektörde zaten karmaşık olan tedarik zinciri yönetimi, zincire yabancı üyelerin girmesiyle daha da zorlaşmaktadır.

Hazır giyim sektöründe yapılan görüşmeler ve literatür araştırmaları sonucunda, sektörde global dış satın alma uygulamaları ile ilgili karar sürecinin işletmenin stratejik gelişimi açısından çok önemli bir karar aşaması olduğu belirtilmektedir. Ancak bu kararı değerlendirmek için işletmelerin uygun bir yöntemle sahip olmaması nedeni ile bu karar yanlış değerlendirilebilmektedir. Literatürde global dış satın alma yöntemi ile ilgili çalışmalara bakıldığında, bu problemin ağırlıklı olarak maliyet açısından incelendiği görülmektedir. Oluşturulan modeller genelde maliyet tabanlı modellerdir. Kararın değerlendirilmesi sırasında, çok kriterli değerlendirmelerin ya da niteliksel faktörlerin de dikkate alındığı değerlendirmelerin yapılmadığı görülmektedir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri incelendiğinde literatürde ağırlıklı olarak AHP yönteminin kullanıldığı görülmektedir. AHP, kriterlerin ikili karşılaştırmalarına dayanan bir yöntemdir. Kriter sayısı arttıkça sistemin karmaşıklığı artar. Matematiksel modellerin de niteliksel kriterleri değerlendirmede yetersiz yöntemler olduğu belirtilmektedir. Çok amaçlı karar verme problemlerine bakıldığında ise literatürde en çok hedef programlamanın kullanıldığı belirtilmektedir. Ancak hedef programlamada da hedeflerin ve kısıtların belirlenmesinin, karar vericinin yeterli bilgiye sahip olmaması nedeni ile çok zor olduğu belirtilmiştir.

Karar verme sürecinin insani bir durum olması, bu sürecin çok fazla subjektivite içermesi nedeni ile literatürde bu tip problemlerin çözümü için bulanık mantık tabanlı sistemler önerilmektedir. Bulanık mantık doğası gereği, muğlak verilerle, belirsiz verilerle çalışabilen ya da mevcut problem ile ilgili çok fazla verinin olmaması

durumunda karmaşık sistemlerin matematiksel modellenmesine gerek kalmadan çözülmesi için uygun bir yöntemdir.

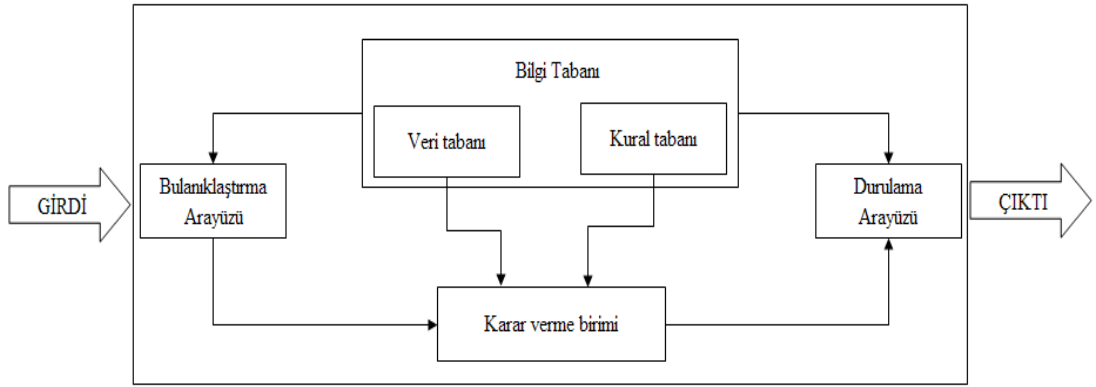
Bulanık mantık, insan düşünce sistemine benzer işlemlerin gerçekleşmesini sağlamakta, gerçek dünyada sık meydana gelen belirsiz ve kesin olmayan verileri modellemede yardımcı olmaktadır. Klasik mantıkta bir önerme “doğru” veya “yanlıştır.” Fakat gerçek dünyadaki olayların ne derecede doğru veya yanlış olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bulanık küme teorisi az, sık, orta, düşük, çok, birçok gibi dilbilimsel yapıları kullanarak dereceli veri modellemesini gerçekleştirmektedir. Böylece olayların modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçların elde edilmesi sağlanır. Kurallar, bulanık sistemin davranışını tanımladığından, bulanık kümeler kendi içinde öğrenmektedir.

Bulanık küme, kesin geçişleri elimine ederek belirsizlik kavramının tanımını yeniden verir ve evrendeki bütün bireylere üyelik derecesi değerini atayarak matematiksel olarak tanımlar. Bu derece, bulanık küme tarafından verilen kavram ile uyumludur ve benzer bir bireyin derecesine uyar. Böylece bireyler, bulanık küme içerisinde üyelik dereceleri tarafından gösterilen daha büyük ve daha küçük değerlere ait olabilirler. Bu üyelik dereceleri $[0, 1]$ aralığında gerçel değerler ile ifade edilir.

Bulanık mantık, sadece belirsizlik ölçümü için değil, aynı zamanda muğlak kavramların doğal dille ifadesini de sağlayan güçlü bir yöntemdir. Bulanık mantık, kavramın tanımını yaparken muğlaklık durumunu da içine alan matematiksel bir yöntemdir (Kumar ve Palanisamy,2008).

Şekil 3.7.’de gösterildiği gibi bulanık sistem genel olarak beş bileşenden oluşmaktadır (Jang,1993):

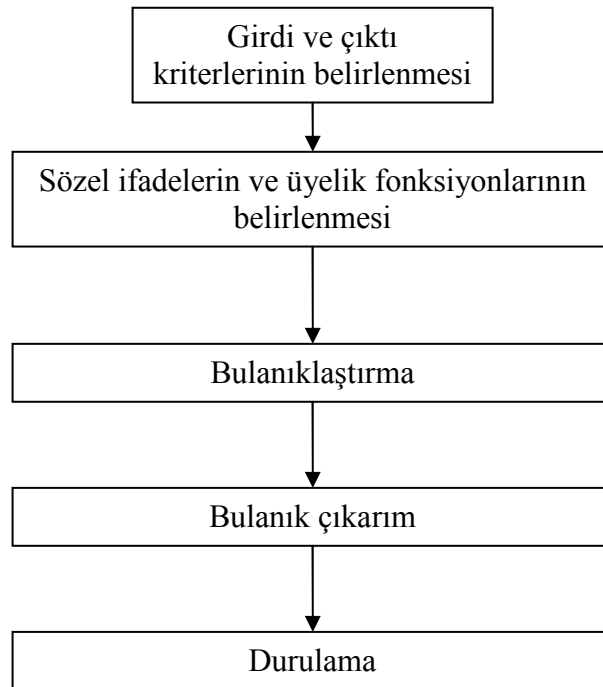
- 1- *Kural tabanı*: Bulanık eğer o halde kurallarını içerir
- 2- *Veri tabanı*: Bulanık kurallarda kullanılan bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarının tanımlandığı katmandır.
- 3- *Karar verme birimi (Çıkarım motoru)*: Kurallarda çıkarım yapma operasyonunu yürütür.
- 4- *Bulanıklaştırma ara yüzü*: Kesin girdileri sözel değerlerle eşleştirerek bulanık değerlere dönüştürür.
- 5- *Durulama ara yüzü*: Çıkarımların bulanık sonuçlarını kesin çıktılara dönüştürür.



Şekil 3.7. Bulanık sistemin genel yapısı

Hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren işletmelerle yapılan görüşmeler sonucunda global dış satın alma karar mekanizmasının insan deneyimine bağımlılığını azaltmak, kaliteyi ve cevap süresini kısaltmak için bilgisayar destekli uygulamaların geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Bu çalışmada uygulanan bulanık mantık tabanlı global dış satın alma karar destek sisteminin tasarım aşamaları Şekil 3.8’de gösterilmiştir.

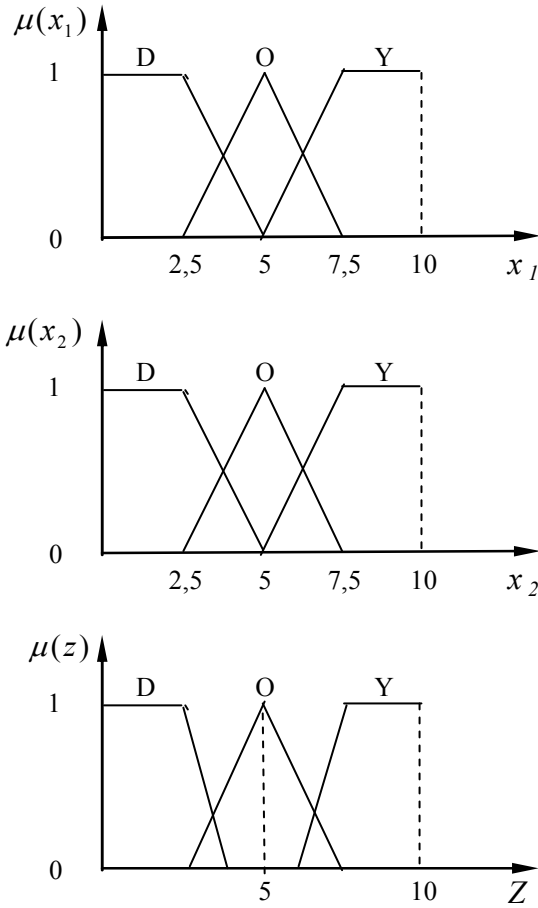


Şekil 3.8. Bulanık mantık tabanlı global dış satın alma karar destek sisteminin tasarım aşamaları

Global dış satın alma karar destek sisteminin ikinci bileşeni olan bulanık mantık tabanlı karar destek sistemi tasarımı beş adım içermektedir:

Birinci ve ikinci adımda bulanık çıkarım sistemi için gerekli kriterler, üyelik fonksiyonları ve üyelik fonksiyonlarına ait sayısal aralıklar belirlenir.

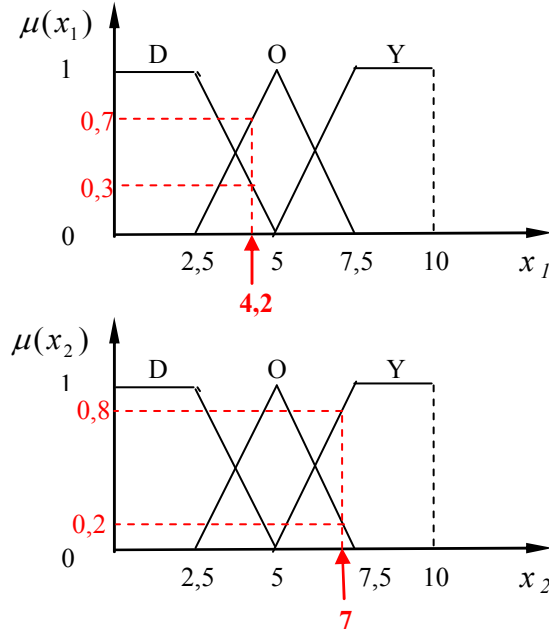
Bulanıklaştırma, bulanık çıkarım ve durulama adımlarının açıklanması için iki girdiye (X_1 ve X_2) ve bir çıktıya (Z) sahip basit bir sistem olduğu kabul edilsin. Belirlenen her girdi değişkeni ve çıktı için üç sözel değişken (D:düşük, O:orta, Y:yüksek) tanımlanmış olsun. Girdilere ve çıktıya ait sözel değişkenler ve üyelik fonksiyonları Şekil 3.9'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Bulanık mantık örneğine ait girdi ve çıktı değişkenleri için üyelik fonksiyon değerleri

İkinci adımda “EĞER – O HALDE” yapısında kurallar oluşturulur.

Üçüncü adım bulanıklaştırma adıdır. Bu adımda kesin girdi değerleri üyelik fonksiyonları ile bulanık değerlere dönüştürülür. Bulanıklaştırma için, kesin girdi, ilgili sözel değişkenle kesişim işlemine sokularak üyelik derecesi hesaplanır. Örnek olarak $X_1=4,2$ ve $X_2=7$ kesin girdileri için bulanık değerlerin hesaplanması Şekil 3.10’da gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Bulanık mantık örneği için X_1 ve X_2 girdileri için üyelik fonksiyon değerinin belirlenmesi

Şekil 3.10’da gösterildiği gibi $X_1=4,2$ kesin girdisi 0,3 üyelik değeri ile “D” sözel değişkenine, 0,7 üyelik değeri ile “O” sözel değişkenine aittir. Aynı şekilde $X_2=7$ kesin girdisi ise 0,2 üyelik değeri ile “O” sözel değişkenine, 0,8 üyelik değeri ile “Y” sözel değişkenine aittir.

Dördüncü adımda bulanık çıkarım gerçekleştirilir. Bulanık çıkarım için Mamdani EB-EK çıkarım algoritması kullanılmıştır. EB-EK çıkarımında, EK operatörü kural çıktılarının elde edilmesinde kullanılırken, EB operatörü, kuralların çıktılarının birleşiminde kullanılır.

Örnek olarak $X_1=4,2$ ve $X_2=7$ kesin girdileri için ilgili kurallar ve EB-EK çıkarımı aşağıdaki şekilde yapılır:

Kural 1: EĞER $X_1=D$ ise ve $X_2=O$ ise O HALDE $Z=O$

Değerlendirme: $\min(0,3, 0,2)=0,2$ $Z=O$

Kural 2: EĞER $X_1=D$ ise ve $X_2=Y$ ise O HALDE $Z=D$

Değerlendirme: $\min(0,3, 0,8)=0,3$ $Z=O$

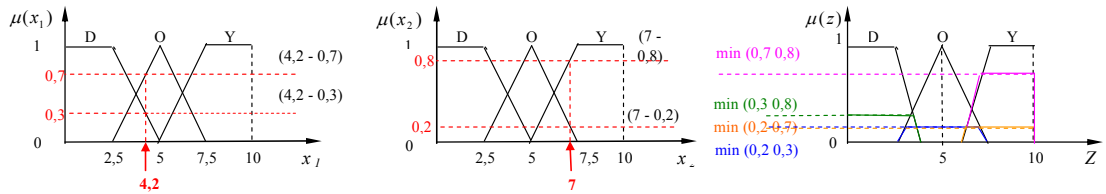
Kural 3: EĞER $X_1=O$ ise ve $X_2=O$ ise O HALDE $Z=Y$

Değerlendirme: $\min(0,7, 0,2)=0,2$ $Z=Y$

Kural 4: EĞER $X_1=O$ ise ve $X_2=Y$ ise O HALDE $Z=Y$

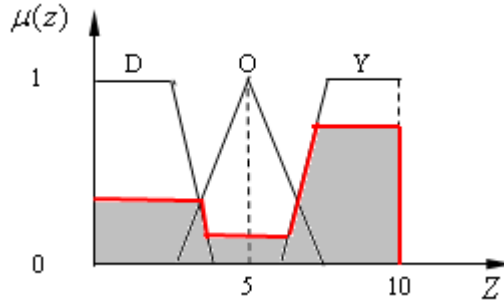
Değerlendirme: $\min(0,7, 0,8)=0,7$ $Z=O$

$X_1=4,2$ ve $X_2=7$ kesin girdileri için gerçekleştirilen EB-EK çıkarımına ait grafiksel gösterim Şekil 3.11’de bulunmaktadır.



Şekil 3.11. EB-EK çıkarımının grafiksel gösterimi

Şekil 3.11’de çıktıya ait üyelik fonksiyon değerlerine EB operatörünün uygulanması ile Şekil 3.12’de görülen alan elde edilir.

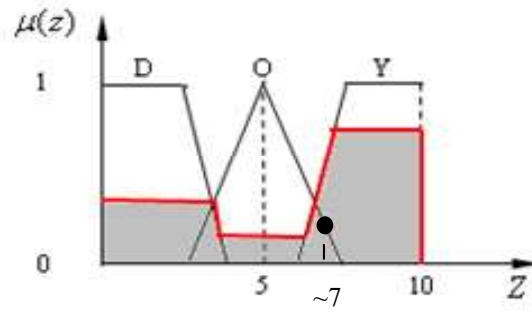


Şekil 3.12. EB operatörünün uygulanması ile elde edilen bölge

Beşinci adım durulama adıdır. Durulama için 2.6.9. bölümünde anlatılan yöntemlerden herhangi biri kullanılabilir. Bu çalışmada, durulama işleminde alan merkezi yöntemi uygulanmıştır. Durulama yöntemi tercih edilirken, durulama

yönteminin bulanık çıkış kümesinin ağırlıklarını hesaba katan ağırlıklı yöntemlerden biri olmasına, durulama sonucunda elde edilen sonucun ikilemlili veya çok cevaplı olmamasına, sonuçların makul ve mantıklı (makul ve mantıklı değer bileşik bulanık çıkarım kümesinin dayanağının ortalarına doğru olmalıdır) olmasına dikkat edilmiştir. Şekil 3.12’de görülen alanın merkezi 3.2 ifadesi kullanılarak hesaplanır ve durulanmış kesin değer elde edilebilir (Şekil 3.13).

$$z^* = \frac{\int \mu_c(z) \cdot z dz}{\int \mu_c(z) dz} \quad (3.2)$$



Şekil 3.13. Durulama işleminin grafiksel gösterimi

Sonuç olarak $X_1=4,2$ ve $X_2=7$ kesin girdileri için 3.2 ifadesinde yer alan formül kullanılarak $Z=7$ kesin değeri bulanık mantık yöntemi ile elde edilmiş olur.

4. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde 3. bölümde örneklerle açıklanan bulanık mantık ve sinirsel ağ tabanlı bulanık mantık yöntemlerinin uygulamada nasıl kullanıldığı açıklanacaktır.

4.1 Hazır Giyim Sektöründe Talep Tahmini için Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sisteminin Oluşturulması

Çalışmada hazır giyim sektöründe adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) kullanılarak talep tahmini uygulaması yapılmıştır. Uygulama için kullanılan veriler, eğitim ve test kümeleri Almanya’da ve Türkiye’de global dış satın alma uygulayan hazır giyim üreticileriyle yapılan görüşmeler ve literatür araştırması sonucunda belirlenmiştir. ANFIS yapısının oluşturulması için MATLAB Fuzzy Logic Toolbox kullanılmıştır. ANFIS yapısının oluşturulması için öncelikle girdi ve çıktı parametreleri belirlenmiştir. Girdiler belirlenirken, bu girdilerin talebi gerçekten etkileyen ve ulaşılabilir kriterler olmasına dikkat edilmiş, hazır giyim sektöründe uzmanlarla görüşülmüş ve literatürde konuyla ilgili yapılmış çalışmalar incelenmiştir.

Çalışmada oluşturulan ANFIS yapısı için, beş tane girdi kriteri tanımlanmıştır. Belirlenen kriterler aşağıda açıklanmıştır:

- *Geçmiş deneyim*: Geçmiş deneyim niceliksel bir değişkendir ve ilgili ürün için geçmişte gösterdiği talep özelliklerini (niceliksel olarak) dikkate alır. Eğer ürün yeni bir ürün ise benzer ürünlerin geçmiş talep davranışlarına bakılır. Ürünün talep özellikleri ile ilgili geçmiş değerlere bakılırken en fazla üç dönem geriye gidilir, daha eski kayıtların dikkate alınması talebin güncel özelliklerinden uzaklaşmasına neden olabilir. Bu kriter için “ÇOK DÜŞÜK”, “DÜŞÜK”, “ORTA”, “YÜKSEK” ve “ÇOK YÜKSEK” olmak üzere beş sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Müşteri tipi*: Müşteri tipi niteliksel bir değişkendir ve müşterinin satın alma davranışını ve gücünü belirtir. Bu kriter için “A SINIFI” ve “B SINIFI” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır. “A SINIFI” müşteri, satın alma gücü daha yüksek müşteri grubunu temsil ederken, “B SINIFI” müşteri, satın alma gücü daha düşük müşteri grubunu temsil etmektedir.

- *Ürün yaşam süresi*: Ürün yaşam süresi niceliksel bir değişkendir. Örneğin moda olan özel ürünler daha kısa ürün yaşam süresine sahipken, temel ürünlerin ürün yaşam süresi daha uzundur. Bu kriter için ürünün moda seviyesine ve yaşam süresine bağlı olarak, “KISA” ve “UZUN” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Fiyat seviyesi*: Fiyat seviyesi ürünün satış fiyatı ile ilgili niceliksel bir değişkendir ve talep tahmini yapılacak dönem için öngörülen (beklenen) satış fiyatını belirtir. Fiyat seviyesi için “DÜŞÜK” ve “YÜKSEK” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Satış dönemi*: Satış dönemi niteliksel bir değişkendir ve tahmin yapılacak dönemde özel (bayram, yılbaşı, tatil dönemi gibi...) ya da normal gün olması ile ilgilidir. Satış dönemi kriteri için “ÖZEL GÜN” ve “NORMAL GÜN” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.

Çizelge 4.1’de talep tahmin sistemi için kullanılan girdi kriterleri ve sözel değişkenler gösterilmiştir.

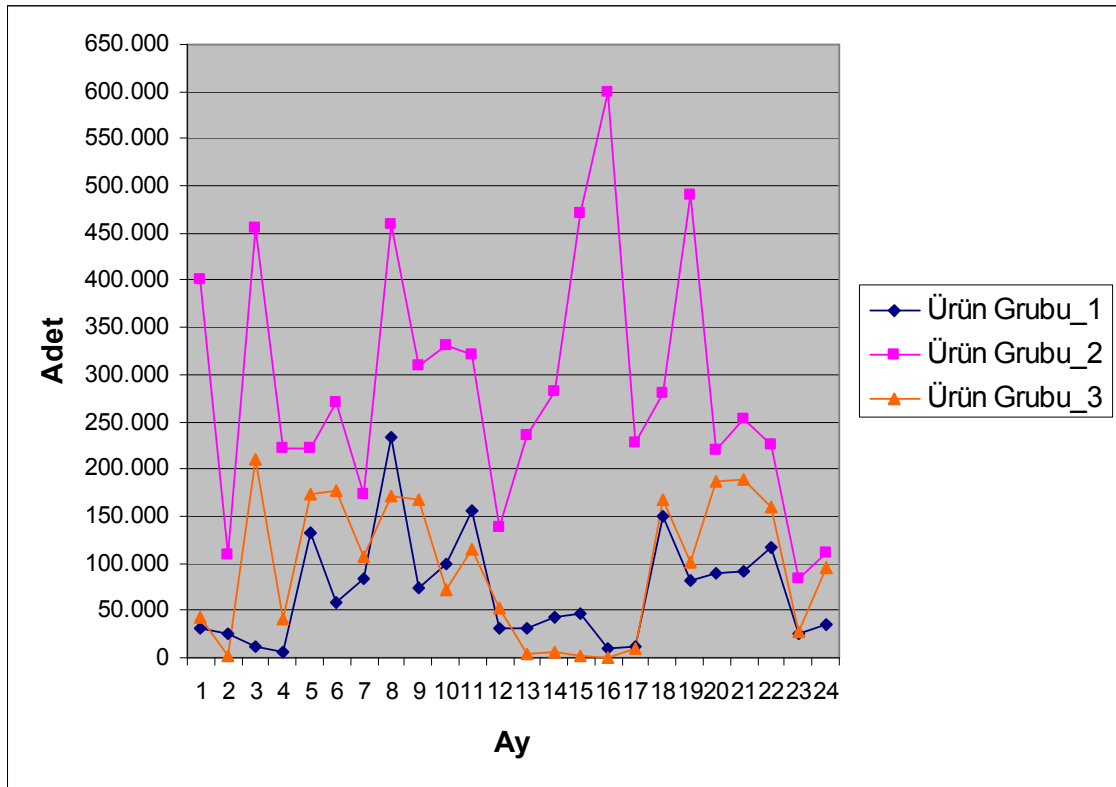
Çizelge 4.1. Talep tahmin sistemi için belirlenen girdi kriterleri

Girdi Kriterleri	Sözel Değişkenler
Geçmiş deneyim	Çok Düşük Düşük Orta Yüksek Çok Yüksek
Müşteri tipi	A_Sınıfı B_Sınıfı
Ürün yaşam süresi	Kısa Uzun
Fiyat seviyesi	Düşük Yüksek
Satış dönemi	Özel Gün Normal Gün

Çıktı olarak talep tahmin değeri (adet olarak) belirlenmiştir.

Girdi ve çıktı kriterleri belirlendikten sonra bu kriterlerin alacağı sayısal aralıklar belirlenmiştir. Kriterlerin sayısal aralıkları belirlenirken, hazır giyim sektöründe global dış satın alma uygulayan işletmelerde bulunan uzmanlarla görüşmeler yapılmış, onların deneyimlerinden yararlanılmıştır.

Geçmiş deneyim için sayısal aralık belirlenmeden önce görüşme yapılan hazır giyim işletmesinde belirli ürün grupları için talep davranışları incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda, geçmiş talep verisi bulunan, üç ürün grubu seçilmiş inceleme bu ürün grupları üzerinde yoğunlaştırılmış, gerekli veriler toplanmıştır. Talep tahmin sistemi için kullanılan üç ürün grubuna ait 24 aylık talep bilgisi Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1. Üç ürün grubu için 24 aylık talep değerleri

Geçmiş deneyim kriterine ait sayısal aralığın belirlenmesinde bu üç gruba ait ürünlerin talep değerleri dikkate alınmıştır. Üç ürün grubu incelendiğinde talebin çok geniş bir aralıkta (0-650 000) değişim gösterdiği belirlenmiştir. Geçmiş deneyimden de yararlanarak talep değerinin [0-650 000] aralığında kalacağı belirlenmiştir.

Müşteri tipi, ürün yaşam süresi ve satış dönemi niteliksel kriterlerdir. Fiyat seviyesi için de, yapılan görüşmeler sonucunda [0-15] aralığının (parabirimi cinsinden) uygun olacağı belirlenmiştir.

Belirlenen girdi kriterlerine ait sözel değişkenlerin aldığı sayısal aralıklarla ilgili bilgiler Çizelge 4.2’de yer almaktadır.

Çizelge 4.2.Girdi kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları

Girdi Kriterleri	Sözel Değişkenler	Sayısal Aralık
Geçmiş deneyim	Çok Düşük	[0 – 50.000]
	Düşük	[35.000 – 85.000]
	Orta	[75 .000– 150.000]
	Yüksek	[125.000-250.000]
	Çok Yüksek	[200.000 – 650.000]
Müşteri tipi	A_Sınıfı	[0 -1]
	B_Sınıfı	
Ürün yaşam süresi	Kısa	[0 - 1]
	Uzun	
Fiyat seviyesi	Düşük	[0 – 5]
	Yüksek	[3,5 – 15]
Satış dönemi	Özel Gün	[0 - 1]
	Normal Gün	

Bu çalışmada kullanılan ANFIS yapısının oluşturulması dört adım içermektedir.

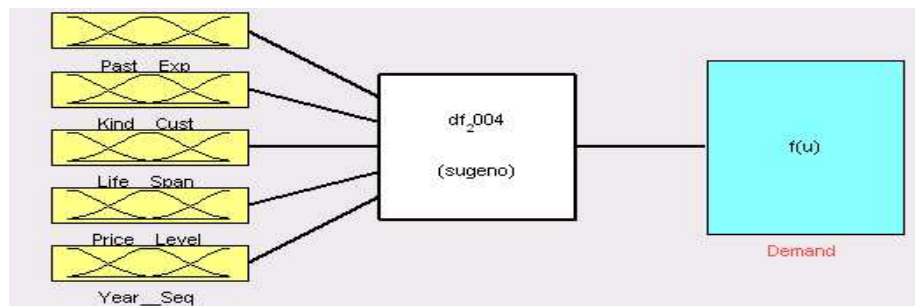
- *Adım 1:* Bu adım, girdi ve çıktı için eğitim ve test kümelerinin oluşturulma aşamasıdır. Eğitim kümesi için 400 veri, doğrulama kümesi için 80 veri oluşturulmuştur. Eğitim ve doğrulama kümeleri için kullanılan sayısal veriler, hazır giyim sektöründe global dış satın alma yapan işletmelerde bulunan uzmanlarla yapılan görüşmeler ve literatür araştırması sonucunda belirlenmiştir. Eğitim ve doğrulama kümelerine ait sayısal veriler EK 1 ve EK 2’de görülebilir.

- *Adım 2:* Bu adım, ANFIS için Sugeno tip bulanık çıkarım mekanizmasının oluşturulması aşamasıdır. MATLAB’da, ANFIS editör içinde, kullanıcı bulanık çıkarım sistemi için gerekli olan parametreleri kendi tercihlerine göre belirleyebilir ya da ANFIS sistemi bu parametreleri belirleyebilir. Bu çalışmada, parametreler kullanıcı tarafından belirlenmiştir ve bulanık çıkarım sistemi için Sugeno tipi 80 tane kural oluşturulmuştur. Sugeno tip bulanık çıkarım mekanizması için oluşturulan kurallarda çıktı, girdilerin fonksiyonu şeklinde gösterilmektedir. Çizelge 4.3 Sugeno tip bulanık çıkarım mekanizması için oluşturulan kurallardan birkaçını göstermektedir. Oluşturulan Sugeno tipi kuralların tamamı EK 3’de görülebilir.

Çizelge 4.3. Sugeno tip bulanık çıkarım mekanizması için hazırlanan kural örnekleri

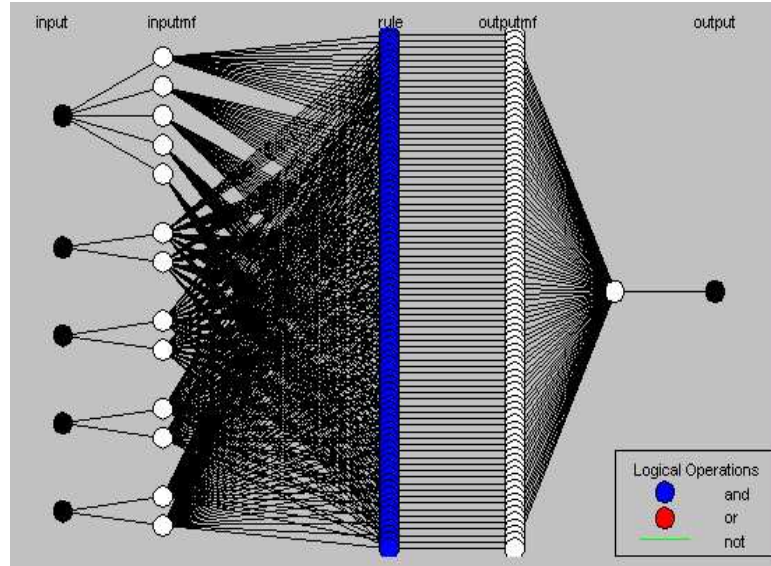
Kural	Geçmiş Deneyim (x_1)	Müşteri Tipi (x_2)	Ürün Yaşam Süresi (x_3)	Fiyat Seviyesi (x_4)	Satış Dönemi (x_5)	Talep Tahmin Değeri
1	Orta	A_Sınıfı	Uzun	Yüksek	NormalGün	$f_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$
2	Düşük	B_Sınıfı	Kısa	Düşük	NormalGün	$f_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$
3	Yüksek	A_Sınıfı	Kısa	Düşük	Özel Gün	$f_3(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$
4	ÇokYüksek	B_Sınıfı	Uzun	Yüksek	Özel Gün	$f_4(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$

Bulanık çıkarım mekanizmasının oluşturulmasında üyelik fonksiyon tiplerinin belirlenmesi karmaşık bir süreçtir. Bu çalışma için farklı üyelik fonksiyonları tipleri (yamuk, üçgen, çan eğrisi ve gauss eğrisi gibi) için farklı denemeler yapılmıştır. Oluşturulan ANFIS yapısı Şekil 4.2’de görülmektedir.



Şekil 4.2. Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısı

- *Adım 3:* Bu adım sistemin eğitim aşamasını içerir. ANFIS, Sugeno tip bulanık çıkarım mekanizmasının parametrelerinin ayarlanmasında en küçük kareler yöntemi ve geri yayılma algoritmasının birleşimi olan hibrit eğitim algoritması kullanır. Oluşturulan ANFIS modeli Şekil 4.3’de görülmektedir. Oluşturulan ANFIS yapısının girdi katmanında beş nöron çıktı katmanında bir nöron bulunmaktadır. Model 100 iterasyonda çalıştırılmıştır. Sugeno tip bulanık çıkarım mekanizmasında çıktı “doğrusal” ya da “sabit” olabilir. Bu çalışmada oluşturulan ANFIS yapısı farklı tipte üyelik fonksiyonları için çıktının doğrusal olduğu durum için incelenmiştir.



Şekil 4.3. Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS modeli

- *Adım 4:* Bu adım oluşturulan sistemin test aşamasını içerir. Test için ağız eğitimde ve doğrulama aşamasında görmediği veriler kullanılmıştır. Çizelge 4.4’de, üç ürün grubu için test kümesinin, farklı üyelik fonksiyon tipleri için ortalama mutlak hata (MAE), ortalama mutlak yüzde hata (MAPE), ortalama karesel hata (MSE) değerleri görülmektedir. Hata değerleri hesaplanırken, f_i tahmin edilen değer, y_i gerçek değer, n tahmin yapılan dönem sayısı olmak üzere aşağıdaki ifadeler (4.1) kullanılmıştır:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f_i - y_i|$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - f_i}{y_i} \right|$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - y_i)^2$$
(4.1)

Çizelge 4.4. Test kümesinin farklı üyelik fonksiyonları için hata değerleri

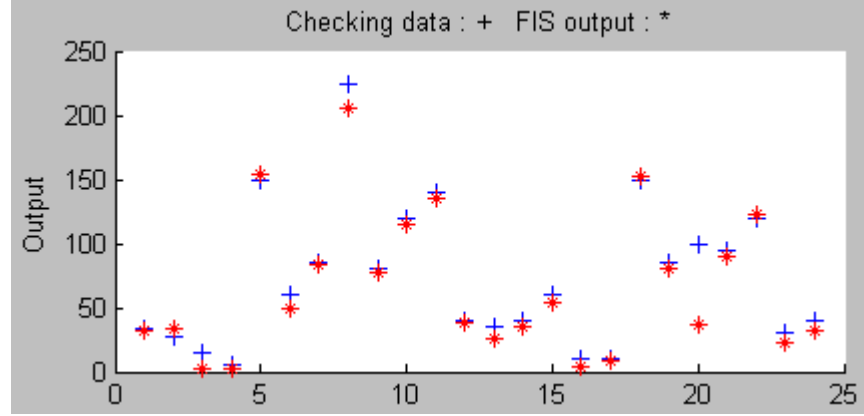
		Ürün Grubu_1	Ürün Grubu_2	Ürün Grubu_3
Yamuk Üyelik Fonksiyonu	MAE	5,284216667	23,43974167	8,878691667
	MAPE	0,141335513	0,0684583	0,15283042
	MSE	46,82960594	2202,613658	112,0384329
<hr/>				
Gauss Eğrisi ve Üçgen Üyelik Fonksiyonu	MAE	9,827	16,24315	-
	MAPE	0,225507821	0,057405653	
	MSE	196,3307138	392,9001276	
<hr/>				
Genelleştirilmiş Çan ve Üçgen Üyelik	MAE	5,932443478	16,44667917	9,9438
	MAPE	0,126096825	0,061881904	0,167171398
	MSE	52,73098375	442,6995141	166,607261
<hr/>				
Üçgen ve Yamuk Üyelik Fonksiyonu	MAE	8,029508696	14,555375	8,471825
	MAPE	0,162995746	0,053999199	0,156251244
	MSE	206,2283324	322,770916	123,559522

Çalışmada, üçgen, yamuk, gauss eğrisi ve genelleştirilmiş çan eğrisi gibi farklı üyelik fonksiyonları ve bu üyelik fonksiyonlarının birlikte kullanıldığı sistemler için denemeler yapılmıştır.

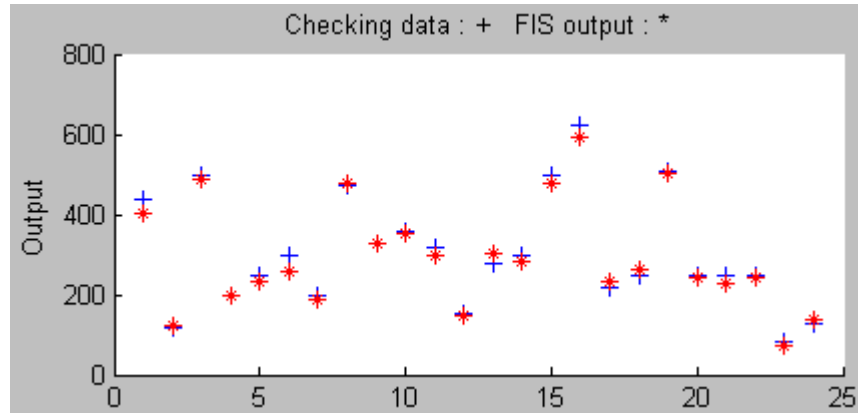
Çizelge 4.4’de Ürün Grubu_3 için, üyelik fonksiyon tipi “Gauss eğrisi ve üçgen üyelik fonksiyonuna” sahip olan ANFIS modeli test kümesinde uygun sonuçlar vermediğinden, bu ürün grubu için ilgili üyelik fonksiyonunda hata değerleri hesaplanmamıştır. Çizelge 4.4’de yer alan hata değerleri incelendiğinde, üyelik fonksiyon tipi genelleştirilmiş çan ve üçgen karışımı üyelik fonksiyonuna sahip sistemin en uygun hata değerini verdiği tespit edilmiştir.

Üç ürün grubu için genelleştirilmiş çan ve üçgen karışık üyelik fonksiyonuna sahip ANFIS modelinin 24 aylık test kümesi için oluşturduğu talep değerlerinin

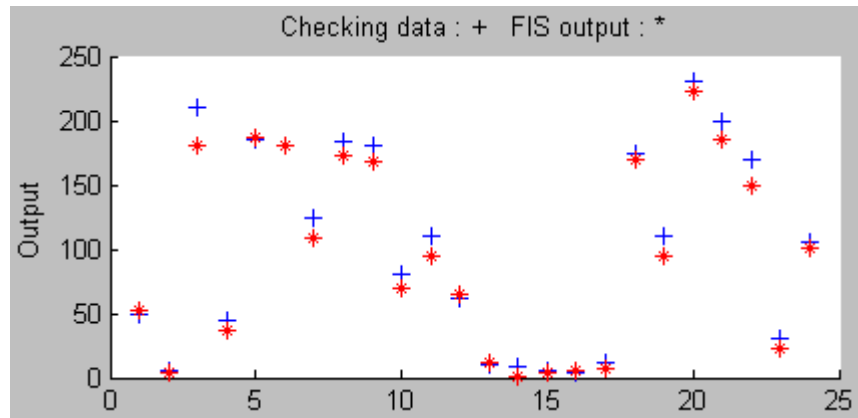
gerçek değerlerle uygunluk grafikleri Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da görülmektedir.



Şekil 4.4. Ürün Grubu_1 için test kümesinin uygunluk grafiği



Şekil 4.5. Ürün Grubu_2 için test kümesinin uygunluk grafiği



Şekil 4.6. Ürün Grubu_3 için test kümesinin uygunluk grafiği

Bu çalışmada oluşturulan ANFIS modelinin performansı YSA ile de karşılaştırılmıştır. YSA yapısının oluşturulması için girdi ve çıktı parametreleri, eğitim algoritması belirlenmiş, en uygun gizli katman yapısının belirlenmesi için denemeler yapılmıştır. YSA , ANFIS modelinde kullanılan eğitim ve doğrulama kümeleri ile eğitilmiştir. YSA için kullanılan eğitim ve doğrulama kümeleri, ağın eğitim sürecini kolaylaştırmak için normalize edilmiş, eğitim ve doğrulama işlemi boyunca normalize edilmiş değerler kullanılmıştır. YSA eğitimi için hata seviyesi 0,05 ve iterasyon sayısı 1000 alınmış, en uygun momentum ve öğrenme oranı değerlerinin belirlenmesi için de farklı denemeler yapılmıştır. Eğitim için öğreticili eğitim algoritması kullanılmış, gizli katman tasarımı için bir, iki, üç gizli katmana sahip farklı ağlar farklı momentum ve öğrenme oranları için denemeler yapılmıştır. Yapılan bazı denemelere ait eğitim hatası ve test kümesi hata değerleri EK 4’de görülebilir. Denemeler sonucunda üç gizli katmana sahip ve gizli katmanlarında sırasıyla dokuz-dokuz-on nöronu bulunan, öğrenme oranı (η) = 0,7 ve momentumu (μ) = 0,8 olan ağ modelinin uygun ağ yapısına sahip olduğu belirlenmiştir. Belirlenen YSA modeli için eğitim hatası $8,22 \times 10^{-6}$ seviyesindedir. Karşılaştırma için oluşturulan YSA modelinin belirlenmesi sırasında, eğitim hatası çok düşük değerlere ulaşsa bile test sonuçlarında ağın uygun değerler veremediği tespit edilmiştir. Oluşturulan ANFIS ve YSA modellerine ait, farklı ürün grupları için, ortalama mutlak hata (MAE), ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) ve ortalama hata kareleri (MSE) değerleri Çizelge 4.5’de görülebilir. Çizelge 4.5’de yapılan uygulama alanı için ANFIS yapısının YSA yöntemine göre daha düşük hata değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. ANFIS yapısının YSA ile karşılaştırılması

	Ürün Grubu_1			Ürün Grubu_2			Ürün Grubu_3		
	MAE	MAPE	MSE	MAE	MAPE	MSE	MAE	MAPE	MSE
ANFIS	5,932	0,126	52,731	16,447	0,062	442,699	9,944	0,167	166,607
YSA	52,431	2,526	4466,207	170,373	0,512	45918,782	67,15	2,467	6222,683

Oluşturulan tahmin modelinin doğruluğunu test etmede kullanılan yöntemlerden biri de Theil’s U-istatistiğidir (Makridakis ve ark. 1998). Theil’s U istatistik değeri tahmin modelinin doğruluğunu, bir önceki dönemin tahmin değerinin kullanıldığı basit (naiv)

yöntemle kıyaslayan bir yaklaşım geliştirir. Matematiksel olarak Theil's U-istatistik değeri aşağıdaki şekilde ifade (4.3) edilir:

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} (FPE_{t+1} - APE_{t+1})^2}{\sum_{t=1}^{n-1} (APE_{t+1})^2}} \quad (4.3)$$

$$FPE_{t+1} = \frac{F_{t+1} - Y_t}{Y_t} \quad ve \quad APE_{t+1} = \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t}$$

Y_t , t . dönemde gerçekleşen değer, F_{t+1} , $t+1$. dönemde tahmin edilen değer olmak üzere, FPE_{t+1} tahmine bağlı değişimi, APE_{t+1} gerçekleşen değere bağlı değişimi vermektedir. Hesaplanan U-istatistiği ile ilgili değerlendirmeler aşağıdaki gibi özetlenebilir (Makridakis ve ark. 1998):

- $U=1$, basit yöntem oluşturulan tahmin modeli kadar iyi bir yöntemdir.
- $U<1$, oluşturulan tahmin modeli basit yöntemden daha iyidir. U-istatistik değeri küçüldükçe, oluşturulan modelin, basit yönteme göre üstünlüğü artar.
- $U>1$, oluşturulan tahmin modeli uygun bir yöntem değildir, basit yöntem daha iyi sonuçlar vermektedir.

Oluşturulan ANFIS ve YSA talep tahmin modellerinin doğruluğunun hesaplanması için Theil's U-istatistik değeri de değerlendirilmiştir. Üç farklı ürün grubu için hesaplanan Theil's U-istatistik değerleri Çizelge 4.6'da görülmektedir:

Çizelge 4.6. ANFIS ve YSA modellerinin Theil's U-istatistik değerleri

	Ürün Grubu_1	Ürün Grubu_2	Ürün Grubu_3
ANFIS	0,047260822	0,0861323	0,133770
YSA	0,912455664	1,1747629	0,64926428

Theil's U-istatistik değerleri incelendiğinde, üç ürün grubu için de oluşturulan ANFIS modelinin basit yönteme göre daha iyi bir tahmin yöntemi olduğu görülmektedir. YSA modeli ise ürün grubu_1 ve ürün grubu_3 için basit yönteme göre daha iyi bir yöntem

olduğu söylenebilirken, Theil's U-istatistik değerinin birden büyük çıkması nedeniyle ürün grubu_2 için uygun bir yöntem değildir. Hesaplanan Theil's U-istatistik değerlerine göre ANFIS ve YSA modelleri karşılaştırılmak istenirse, üç ürün grubu için de ANFIS modeline ait istatistik değerleri YSA modeline göre çok küçük değerlerdir. Bu nedenle ANFIS modelinin YSA modeline göre daha doğru tahmin değerleri oluşturduğu söylenebilir.

Oluşturulan ANFIS yapısı, hazır giyim sektöründe bulunan bir işletmeden alınan gerçek test verileri için uygulanmış ve elde edilen sonuçlar sistemin kolayca uygulanabileceğini göstermiştir. Çizelge 4.7'de üç ürün grubu için bazı uygulama örnekleri görülmektedir. Üç ürün grubuna ait 24 aylık test verisi için tüm girdi ve çıktı değerleri EK 5'de görülebilir. Oluşturulan ANFIS modelinin üç ürün grubu için, 24 aylık test örnekleri ile karşılaştırmalı gerçek talep ve YSA değerleri uygunluk grafikleri Şekil 4.7'de görülmektedir. Şekil 4.7'de yer alan uygunluk grafikleri incelendiğinde üç ürün grubu için de ANFIS modelinin YSA modeline göre gerçeğe daha yakın değerler verdiği görülebilir. YSA modelinin talepteki değişimleri izlemede yetersiz kaldığı, ANFIS modelinin ise ani değişimlerde bile başarılı sonuçlar verdiği söylenebilir. Uygunluk grafikleri ile birlikte hata değerleri de incelendiğinde yapılan talep tahmin uygulaması için ANFIS modelinin YSA modelinden daha uygun bir model olduğu söylenebilir.

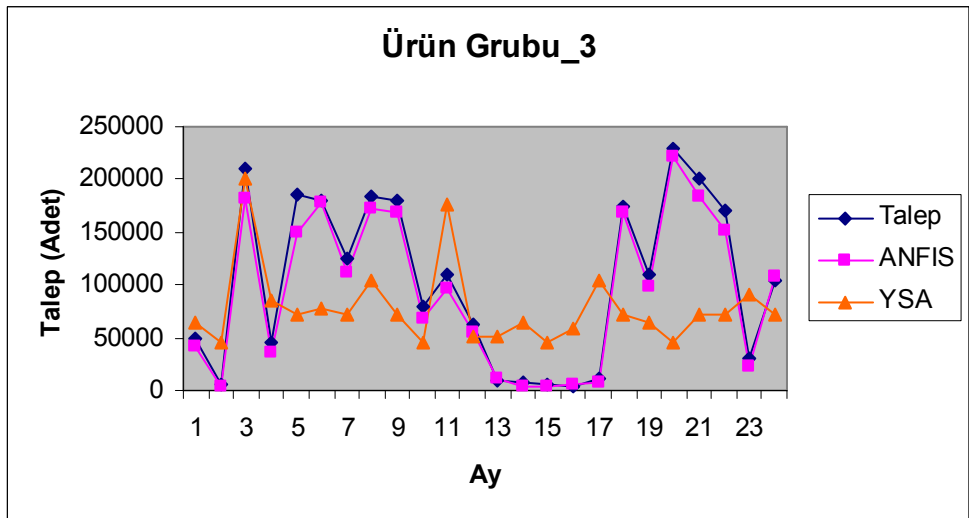
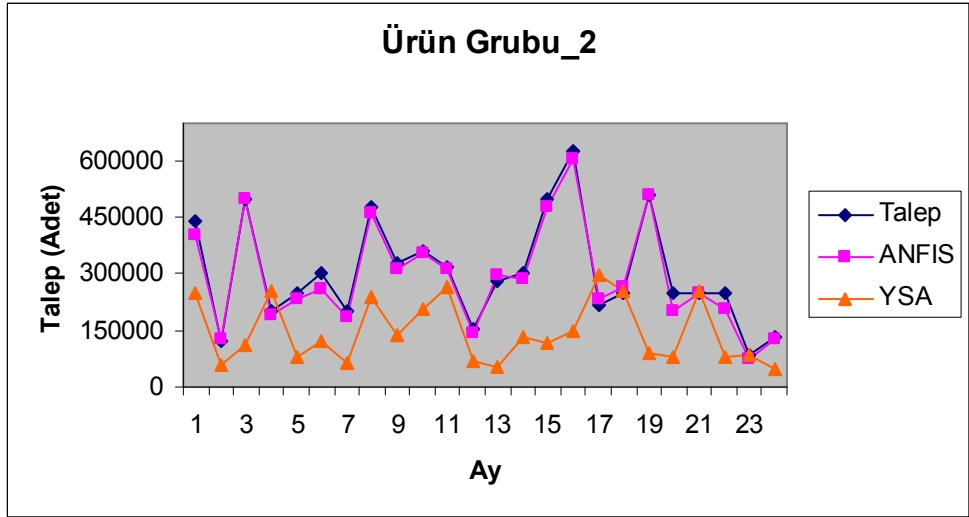
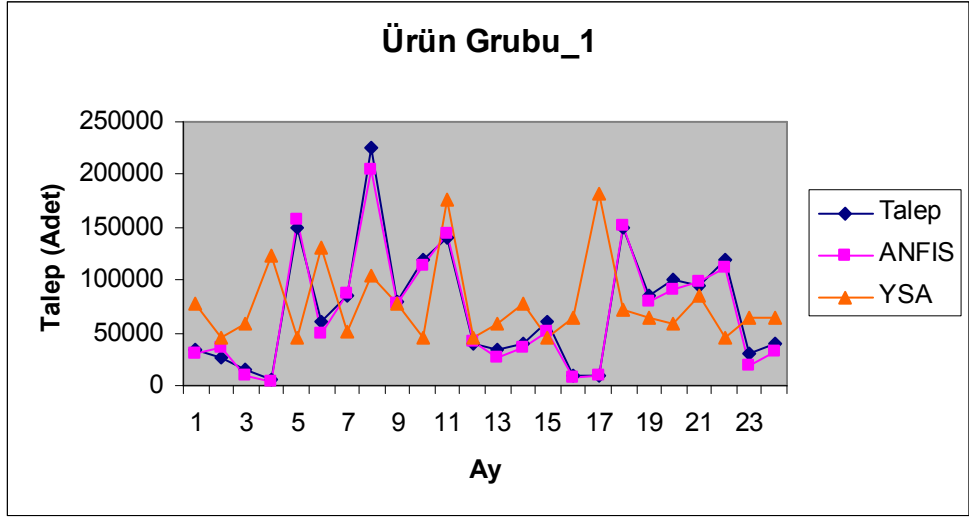
4.2. Hazır Giyim Sektörü için Bulanık Mantık Tabanlı Global Dış Satın Alma Karar Destek Sisteminin Oluşturulması

Çalışmada hazır giyim sektörü için bulanık mantık tabanlı global dış satın alma karar destek sisteminin oluşturulmasında bulanık çıkarım yöntemi kullanılmıştır. Uygulama MATLAB Fuzzy Logic Toolbox kullanılarak yapılmıştır. Bulanık çıkarım sisteminin oluşturulması için ilk önce girdi ve çıktı kriterleri belirlenmiştir.

Hazır giyim işletmeleriyle yapılan görüşmelere ve literatürde yapılmış çalışmalara bakıldığında global dış satın alma kararları için niceliksel kriterler yerine daha çok niteliksel kriterlerin değerlendirildiği tespit edilmiştir. Kriterlerin doğru belirlenmesi oluşturulacak bulanık sistem performansını yakından ilgilendiren bir konudur. Belirlenen kriterler, karar sürecinin tamamını temsil etmelidir.

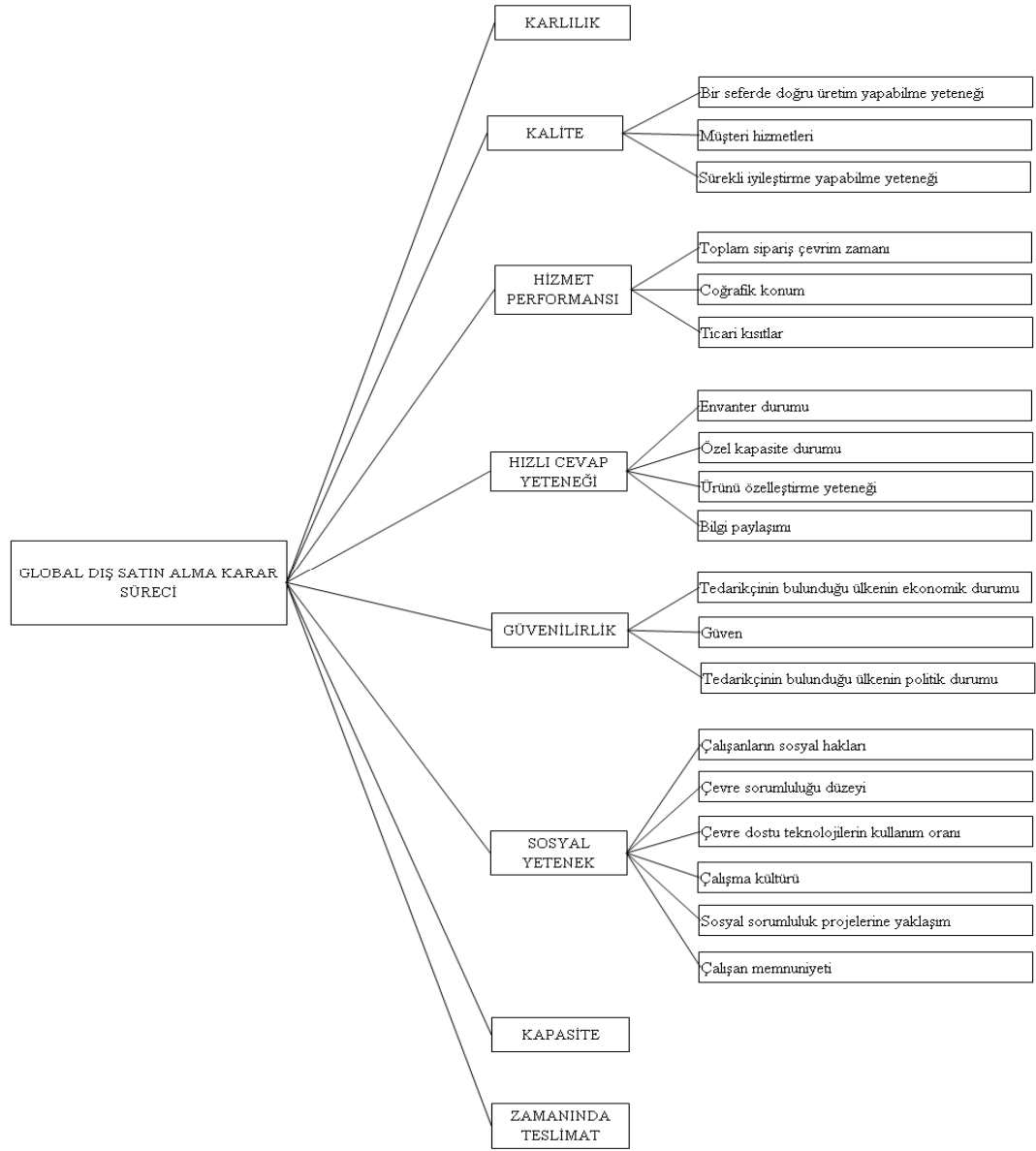
Çizelge 4.7. Talep tahmin sistemi için uygulama örnekleri ve sonuçları

	GİRDİ					ÇIKTI	
	Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün Yaşam Süresi	Fiyat Seviyesi	Satış Dönemi	Tahmini Talep Değeri ($\times 10^3$ birim)	Gerçek Talep Değeri ($\times 10^3$ birim)
Ürün Grubu 1	ORTA	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	156,922	150
	ÇOK DÜŞÜK	A_SINIFI	KISA	YÜKSEK	NORMAL GÜN	9,409	10
	DÜŞÜK	B_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	75,960	85
	YÜKSEK	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	NORMAL GÜN	143,589	140
Ürün Grubu 2	ÇOK YÜKSEK	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	499,928	500
	YÜKSEK	A_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	184,073	200
	ORTA	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	126,507	130
	DÜŞÜK	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	NORMAL GÜN	74,535	85
Ürün Grubu 3	YÜKSEK	B_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	42,016	50
	ÇOK DÜŞÜK	B_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	11,314	10
	ÇOK YÜKSEK	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	221,803	230
	ORTA	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	108,673	105



Şekil 4.7. Gerçek talep değeri, ANFIS ve YSA uygunluk grafikleri

Bu çalışmada sekiz tane ana kriter ve beş tane ana kritere bağlı 19 tane alt kriter tanımlanmıştır. Kriterler belirlenirken, bu kriterlerin tek bir işletmeye özgü olmamasına, sektörün tamamını ilgilendirmesine ayrıca literatürde belirlenmiş kriterlere yakın özellikte olmasına dikkat edilmiş, hazır giyim sektöründe global dış satın alma uygulayan büyük işletmelerle (Almanya ve Türkiye’de bulunan çeşitli işletmelerle) görüşmeler yapılmış, görüşmelerden elde edilen verilerin literatürde yapılmış çalışmalarla da desteklenmesine dikkat edilmiştir. Belirlenen ana ve alt kriterler Şekil 4.8’de görülmektedir.



Şekil 4.8. Karar destek sistemi için belirlenen kriterler

Karlılık işletmenin mevcut ürün ile ilgili elde ettiği karın yeterli ve ölçülü olup olmadığı ile ilgili bir kavramdır ve niceliksel bir kriterdir. Kalite, aday tedarikçinin istenilen kriter ve amaca uygunluk derecesi olarak tanımlanmıştır ve niteliksel bir kriterdir. Hizmet performansı, aday tedarikçinin ürün siparişi ile ilgili verdiği söz olarak tanımlanmıştır ve niteliksel bir kriterdir. Hızlı cevap yeteneği, aday tedarikçinin amaca yönelik olarak, talebe geri dönüşünün ölçütüdür ve niteliksel bir kriterdir. Güvenilirlik, aday tedarikçinin sahip olduğu iç ve dış faktörler kapsamında talebi gerçekleştirebilirliği ile ilgili niteliksel bir kriterdir. Sosyal yetenek, aday tedarikçinin çalışan, müşteri ve doğaya dönük sorumluluk bilinci çerçevesinde üzerine düşenleri yerine getirip getirmemesi ile ilgili niteliksel bir kriterdir. Kapasite, aday tedarikçinin normal çalışma düzeni kullanılması sonucunda elde edilebilecek en yüksek üretim miktarıdır, niceliksel bir kriterdir. Zamanında teslimat, aday tedarikçinin ürünü satın alıcının istediği sürede teslim edip etmemesi ve tedarikçinin vermiş olduğu sözü tutup tutmaması ile ilgili niceliksel bir kriterdir.

Global dış satın alma karar destek sistemi için bir tane çıktı tanımlanmıştır. Bu çıktı mevcut ürün için ilgili tedarikçilerle ilgili değerlendirme kararını temsil etmektedir. Sistem çıktısı “Çok İyi”, “İyi”, “Orta İyi”, “Orta”, “Orta Kötü”, “Kötü”, “Çok Kötü” olmak üzere yedi sınıfa ayrılmıştır. İstenirse çıktı olarak tedarikçilerin aldığı sayısal puanlar da görülebilir.

Bulanık çıkarım sistemi oluşturulurken sekiz tane ana kriterin ve 19 tane alt kriterin aynı zamanda değerlendirmesi çok zor olacağından alt kriterlere sahip ana kriterlerin her biri için ayrı bulanık çıkarım sistemleri oluşturulmuş, bu sistemlerden gelen cevaplara göre sonuç değerlendirme yapılmıştır.

Kalite Bulanık Çıkarım Sistemi: Kalite ana kriteri niteliksel bir kriterdir ve kalite ana kriteri için üç alt kriter belirlenmiştir. Değerlendirme sonucunda kalite kriteri için “İyi”, “Orta”, “Kötü” olmak üzere üç sözel değişken tanımlanmıştır. Kalite ana kriteri ile ilgili alt kriterler aşağıda açıklanmıştır:

- *Bir seferde doğru üretim yapabilme yeteneği:* Aday tedarikçinin gönderilen numuneyi bir seferde doğru üretilip üretilmemesi ile ilgili niteliksel bir kriterdir ve bu kriterle ilgili “İyi” ve “Kötü” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.

- *Müşteri hizmetleri:* Aday tedarikçinin satın alıcıya sunduğu hizmetler ve sağladığı kolaylıklarla ilgili niteliksel bir kriterdir, “İyi” ve “Kötü” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Sürekli iyileştirme yapabilme yeteneği:* Aday tedarikçinin sürekli iyileştirme yeteneği ile ilgili niteliksel bir kriterdir, “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.

Kalite bulanık çıkarım sistemi için belirlenen girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Kalite bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları

Kriterler		Sözel Değişkenler	Sayısal Aralık
GİRDİ	Bir seferde doğru üretim yapabilme yeteneği	Kötü	[0 – 0,5]
		İyi	[0,4 – 1]
	Müşteri hizmetleri	Kötü	[0 – 0,5]
		İyi	[0,4 – 1]
Sürekli iyileştirme yapabilme yeteneği	Yetersiz	[0 – 0,5]	
	Yeterli	[0,4 – 1]	
ÇIKTI	Kalite	Kötü	[0 – 0,4]
		Orta	[0,3 – 0,6]
		İyi	[0,5 – 1]

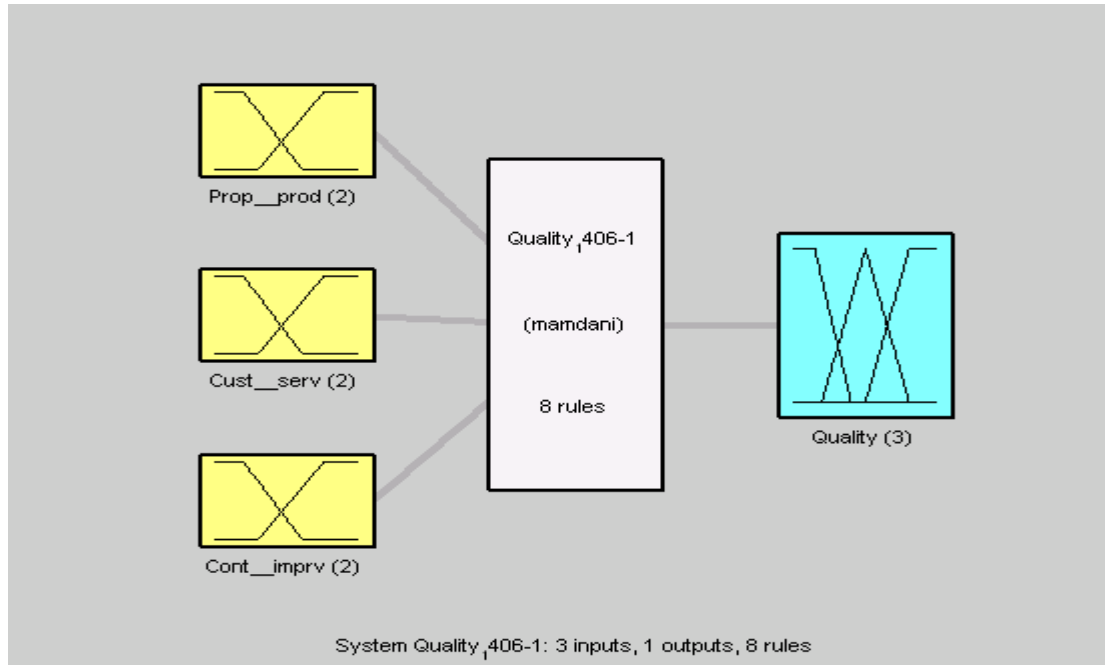
Kalite bulanık çıkarım sistemi için “EĞER” “O HALDE” formunda sekiz tane kural tanımlanmıştır. Çizelge 4.9’da kalite bulanık çıkarım mekanizması için hazırlanan kurallar bulunmaktadır.

Kalite bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab yapısı Şekil 4.9’da görülmektedir.

Bulanık çıkarım sisteminin girdileri için ikişer tane sözel değişken ve buna bağlı olarak her sözel değişken için üyelik fonksiyonu tanımlanmıştır. Üyelik fonksiyonun tipinin belirlenmesi için denemeler yapılmış, farklı üyelik tipleri için bulanık sistemler oluşturulmuş ve sonuçta kalite bulanık çıkarım sisteminde girdiler için yamuk üyelik

Çizelge 4.9. Kalite bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

<i>EĞER</i> Bir Seferde Doğru Üretim Yapabilme Yeteneği “İyi” <i>VE</i> Müşteri Hizmetleri “İyi” <i>VE</i> Sürekli İyileştirme Yapabilme Yeteneği “Yeterli” <i>O HALDE</i> Kalite “İyi”
<i>EĞER</i> Bir Seferde Doğru Üretim Yapabilme Yeteneği “İyi” <i>VE</i> Müşteri Hizmetleri “İyi” <i>VE</i> Sürekli İyileştirme Yapabilme Yeteneği “Yetersiz” <i>O HALDE</i> Kalite “İyi”
<i>EĞER</i> Bir Seferde Doğru Üretim Yapabilme Yeteneği “İyi” <i>VE</i> Müşteri Hizmetleri “Kötü” <i>VE</i> Sürekli İyileştirme Yapabilme Yeteneği “Yeterli” <i>O HALDE</i> Kalite “İyi”
<i>EĞER</i> Bir Seferde Doğru Üretim Yapabilme Yeteneği “İyi” <i>VE</i> Müşteri Hizmetleri “Kötü” <i>VE</i> Sürekli İyileştirme Yapabilme Yeteneği “Yetersiz” <i>O HALDE</i> Kalite “Orta”
<i>EĞER</i> Bir Seferde Doğru Üretim Yapabilme Yeteneği “Kötü” <i>VE</i> Müşteri Hizmetleri “İyi” <i>VE</i> Sürekli İyileştirme Yapabilme Yeteneği “Yeterli” <i>O HALDE</i> Kalite “Orta”
<i>EĞER</i> Bir Seferde Doğru Üretim Yapabilme Yeteneği “Kötü” <i>VE</i> Müşteri Hizmetleri “İyi” <i>VE</i> Sürekli İyileştirme Yapabilme Yeteneği “Yetersiz” <i>O HALDE</i> Kalite “Kötü”
<i>EĞER</i> Bir Seferde Doğru Üretim Yapabilme Yeteneği “Kötü” <i>VE</i> Müşteri Hizmetleri “Kötü” <i>VE</i> Sürekli İyileştirme Yapabilme Yeteneği “Yeterli” <i>O HALDE</i> Kalite “Kötü”
<i>EĞER</i> Bir Seferde Doğru Üretim Yapabilme Yeteneği “Kötü” <i>VE</i> Müşteri Hizmetleri “Kötü” <i>VE</i> Sürekli İyileştirme Yapabilme Yeteneği “Yetersiz” <i>O HALDE</i> Kalite “Kötü”



Şekil 4.9. Kalite bulanık çıkarım sistemi

fonksiyonuna sahip, çıktı için yamuk ve üçgen tipteki üyelik fonksiyonlarının birlikte kullanıldığı bulanık çıkarım sisteminin en uygun sonuçları verdiği tespit edilmiştir. Bulanık çıkarım sisteminin oluşturulmasında kurallar “VE” operatörü kullanılarak kesişim işlemine tabi tutulmuştur. Bulanık çıktının elde edilmesi için Mamdani yöntemi ile EB-EK çıkarımı, bulanık çıktıların kesin çıktılara dönüştürüldüğü durulama yöntemi olarak ise “ağırlık merkezi” yöntemi uygulanmıştır.

Kalite bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası EK 6’da görülmektedir. Oluşturulan kalite bulanık çıkarım sisteminin test edilmesi için test kümesi oluşturulmuş ve sistem bu verilerle test edilmiştir. Test sonuçlarına göre sistemin doğru sonuçlar verdiği görülmüştür. Test değerleri ile ilgili uygulama örnekleri Çizelge 4.10’da bulunmaktadır.

Çizelge 4.10. Kalite bulanık çıkarım sistemi için uygulama örnekleri

GİRDİ			ÇIKTI	
Bir Seferde Doğru Ürt. Yap. Yet.	Müşteri Hizmetleri	Sürekli İyileştirme Yap. Yet.	Kalite Bulanık Çıkarım Sistemi Cevabı	Gerçek Kalite İfadesi
İyi (0,9)	İyi (0,8)	Yeterli (0,6)	İyi (0.7984)	İyi
İyi - Kötü (0,5)	İyi (0,6)	Yeterli (0,8)	İyi - Orta (0.6739)	İyi-Orta
İyi (0,9)	Kötü (0,4)	Yeterli (0,8)	İyi (0.7878)	İyi
Kötü (0,4)	İyi (0,6)	Yeterli (0,9)	Orta (0.5734)	Orta
İyi (0,9)	Kötü (0,1)	Yetersiz (0,2)	Orta (0.5000)	Orta
Kötü (0,2)	Kötü (0,4)	Yetersiz (0,1)	Kötü (0.1681)	Kötü
Kötü (0,4)	İyi (0,9)	Yeterli - Yetersiz (0,5)	Orta (0.4912)	Orta-Kötü
Kötü (0,2)	İyi - Kötü (0,5)	Yeterli (0,9)	Orta (0.4134)	Orta-Kötü

Hizmet Performansı bulanık çıkarım sistemi: Hizmet performansı niteliksel bir kriterdir ve “İyi”, “Orta” ve “Kötü” olmak üzere üç sözel değişken tanımlanmıştır. Hizmet Performansı kriteri için tanımlanmış alt kriterler aşağıda açıklanmıştır:

- *Toplam sipariş çevrim zamanı:* Toplam sipariş çevrim zamanı, ürünün siparişinden teslimatına kadar geçen süre ile ilgili sayısal bir değerdir. Bu kriterin değerlendirmesi yapılırken ürün daha önceden üretilmiş bir ürüne

ürünün ideal çevrim zamanı, ürün ilk defa üretilecekse benzer ürünler için belirlenmiş çevrim zamanı göz önüne alınarak değerlendirme yapılır. Toplam sipariş çevrim zamanı için “İyi” ve “Kötü” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır

- *Coğrafik konum*: Aday tedarikçinin coğrafik konumu ile ilgili niteliksel bir kriterdir. Tedarikçinin üretici ile aynı coğrafik bölgede ya da aynı coğrafik bölgeye komşu şehirlerde ya da ülkelerde olmasına bağlı olarak “İyi” ve “Kötü” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Ticari kısıtlar*: Aday tedarikçi ile çalışılması durumunda alınabilecek teşvikler ya da ödenmesi gereken vergilerle ilgili niteliksel bir kriterdir. Ticari kısıtların değerlendirilmesinde vergi indirimleri, alınabilecek teşvikler ya da gümrük muafiyeti gibi özel durumlar dikkate alınabilir. Ticari kısıtlar kriteri için “İyi” ve “Kötü” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.

Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi için belirlenen girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları

Kriterler		Sözel Değişkenler	Sayısal Aralık
GİRDİ	Toplam sipariş çevrim zamanı	Kötü	[0 – 0,5]
		İyi	[0,4 – 1]
	Coğrafik konum	Kötü	[0 – 0,5]
İyi		[0,4 – 1]	
Ticari kısıtlar	Kötü	[0 – 0,5]	
	İyi	[0,4 – 1]	
ÇIKTI	Hizmet performansı	Kötü	[0 – 0,4]
		Orta	[0,3 – 0,6]
		İyi	[0,5 – 1]

Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi için “EĞER” “O HALDE” formunda sekiz tane kural tanımlanmıştır. Çizelge 4.12’de hizmet performansı bulanık çıkarım mekanizması için hazırlanan kurallar bulunmaktadır.

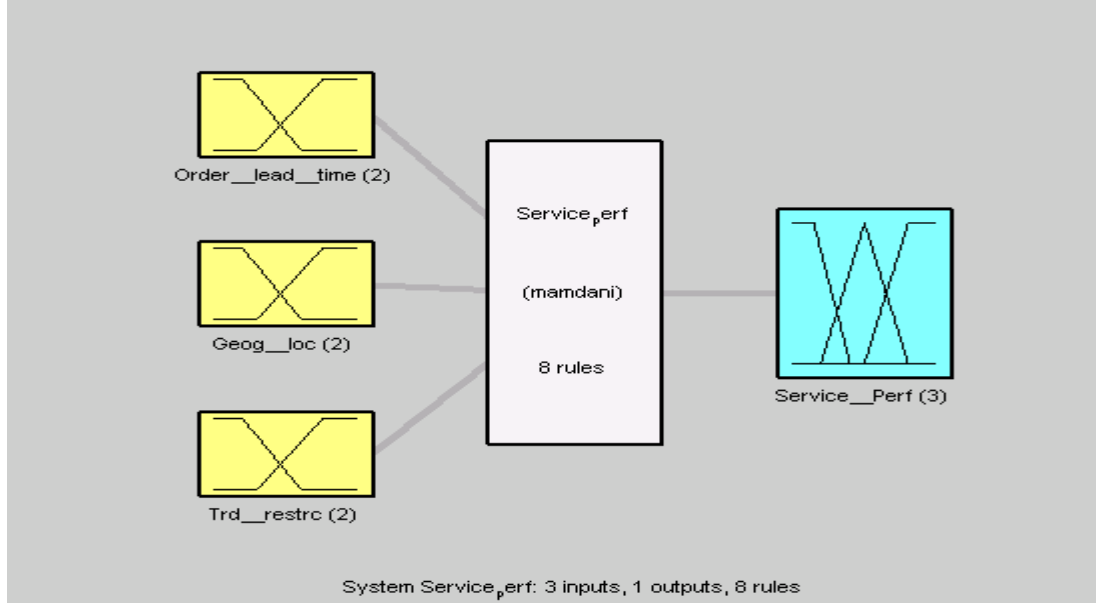
Çizelge 4.12. Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

<i>EĞER</i> Toplam Sipariş Çevrim Zamanı “İyi” <i>VE</i> Coğrafik Konum “İyi” <i>VE</i> Ticari Kısıtlar “İyi”
<i>O HALDE</i> Hizmet Performansı “İyi”
<i>EĞER</i> Toplam Sipariş Çevrim Zamanı “İyi” <i>VE</i> Coğrafik Konum “İyi” <i>VE</i> Ticari Kısıtlar “Kötü”
<i>O HALDE</i> Hizmet Performansı “Orta”
<i>EĞER</i> Toplam Sipariş Çevrim Zamanı “İyi” <i>VE</i> Coğrafik Konum “Kötü” <i>VE</i> Ticari Kısıtlar “İyi”
<i>O HALDE</i> Hizmet Performansı “Orta”
<i>EĞER</i> Toplam Sipariş Çevrim Zamanı “İyi” <i>VE</i> Coğrafik Konum “Kötü” <i>VE</i> Ticari Kısıtlar “Kötü”
<i>O HALDE</i> Hizmet Performansı “Kötü”
<i>EĞER</i> Toplam Sipariş Çevrim Zamanı “Kötü” <i>VE</i> Coğrafik Konum “İyi” <i>VE</i> Ticari Kısıtlar “İyi”
<i>O HALDE</i> Hizmet Performansı “Orta”
<i>EĞER</i> Toplam Sipariş Çevrim Zamanı “Kötü” <i>VE</i> Coğrafik Konum “İyi” <i>VE</i> Ticari Kısıtlar “Kötü”
<i>O HALDE</i> Hizmet Performansı “Kötü”
<i>EĞER</i> Toplam Sipariş Çevrim Zamanı “Kötü” <i>VE</i> Coğrafik Konum “Kötü” <i>VE</i> Ticari Kısıtlar “İyi”
<i>O HALDE</i> Hizmet Performansı “Kötü”
<i>EĞER</i> Toplam Sipariş Çevrim Zamanı “Kötü” <i>VE</i> Coğrafik Konum “Kötü” <i>VE</i> Ticari Kısıtlar “Kötü”
<i>O HALDE</i> Hizmet Performansı “Kötü”

Bulanık çıkarım sisteminin girdileri için ikişer tane sözel değişken ve buna bağlı olarak her sözel değişken için üyelik fonksiyonu tanımlanmıştır. Girdiler için yamuk üyelik fonksiyonuna sahip, çıktı için yamuk ve üçgen tipteki üyelik fonksiyonlarının birlikte kullanıldığı bulanık çıkarım sisteminin en uygun sonuçları verdiği tespit edilmiştir.

Bulanık çıkarım sisteminin oluşturulmasında kurallar “VE” operatörü kullanılarak kesişim işlemine tabi tutulmuştur. Bulanık çıktının elde edilmesi için Mamdani yöntemi ile EB-EK çıkarımı, bulanık çıktıların kesin çıktılara dönüştürüldüğü durulama yöntemi olarak ise “ağırlık merkezi” yöntemi uygulanmıştır.

Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab yapısı Şekil 4.10’da görülmektedir.



Şekil 4.10. Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi

Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası EK 7’de görülmektedir.

Oluşturulan hizmet performansı bulanık çıkarım sisteminin test edilmesi için test kümesi oluşturulmuş ve sistem bu verilerle test edilmiştir. Test sonuçlarına göre sistemin doğru sonuçlar verdiği görülmüştür. Test değerleri ile ilgili uygulama örnekleri Çizelge 4.13’de bulunmaktadır.

Çizelge 4.13. Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi için uygulama örnekleri

GİRDİ			ÇIKTI	
Toplam Sipariş Çevrim Zamanı	Coğrafiik Konum	Ticari Kısıtlar	Hizmet Performansı Bulanık Çıkarım Sistemi Cevabı	Gerçek Hizmet Performansı İfadesi
İyi (0,8)	Kötü (0,2)	İyi (0,7)	Orta (0,5000)	Orta
Kötü (0,2)	İyi (0,9)	Kötü (0,4)	Kötü (0,3040)	Kötü
İyi-Kötü (0,5)	Kötü (0,3)	Kötü (0,2)	Kötü (0,1712)	Kötü
İyi (0,8)	İyi (0,8)	İyi (0,8)	İyi (0,8169)	İyi
İyi (0,9)	İyi (0,6)	İyi (0,8)	İyi (0,7984)	İyi
İyi (0,7)	İyi (0,9)	Kötü (0,2)	Orta (0,5000)	Orta

Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi: Hızlı cevap yeteneği niteliksel bir kriterdir ve “İyi”, “Orta”, “Kötü” olmak üzere üç sözel değişken tanımlanmıştır. Hızlı cevap yeteneği ile ilgili alt kriterler aşağıda açıklanmıştır.

- *Envanter durumu:* Aday tedarikçinin elinde bulundurduğu envanter miktarı ile ilgili niceliksel bir kriterdir. Hazır giyim sektöründe satın alıcı, tedarikçiden sipariş miktarının yaklaşık %10’u kadar hazırda envanter bulundurmasını talep eder, ancak bu envanter miktarı stok maliyetlerini arttırdığından her zaman mümkün olmayabilir. Ayrıca tedarikçinin fiziksel koşulları da envanter durumu kriteri ile ilgili olabilir. Tedarikçi her siparişte %10 miktarında envanter bulunduracak yeterli depolama alanına sahip olmayabilir. Envanter durumu ile ilgili değerlendirmeler yapılırken bu durumlara dikkat edilir. Envanter durumu kriteri için “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Özel kapasite durumu:* Aday tedarikçinin satın alıcı için (ihtiyaç olması durumunda) hazırda kapasite bulundurması ile ilgili niceliksel bir kriterdir. Tedarikçinin üretim kapasitesi dolu olsa bile satın alıcı için her zaman belirli miktarda kapasite ayırabilmesi ile ilgilidir. Özel kapasite kriteri için “Var” ve “Yok” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Ürünü özelleştirme yeteneği:* Aday tedarikçinin özel ürünleri üretebilme yeteneği ile ilgili niteliksel bir kriterdir. Hazır giyim sektöründe özel ürünler önemli bir satış potansiyeline sahiptir. Özel dikiş tekniklerinin ya da elemanlarının kullanıldığı, ya da özel kumaşların kullanıldığı ürünlerin üretilmesinde ayrı özene ve yeteneğe ihtiyaç duyulabilir. Ürünü özelleştirme yeteneği için “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Bilgi paylaşımı:* Aday tedarikçinin satın alıcıyla bilgiyi paylaşma seviyesi, elektronik veri değişim (Electronic Data Interchange - EDI) sistemine sahip olması, satın alıcının gerektiği anda ürünün hangi aşamada olduğunu görebilmesi ile ilgili niteliksel bir kriterdir. “İyi” ve “Kötü” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.

Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için belirlenen girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları Çizelge 4.14’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları

Kriterler		Sözel Değişkenler	Sayısal Aralık
	Envanter durumu	Yetersiz	[0 – 0,05]
		Yeterli	[0,04 – 0,1]
GİRDİ	Özel kapasite durumu	Yok	[0 – 1,5]
		Var	[0,75 – 3]
	Ürünü özelleştirme yeteneği	Yetersiz	[0 – 0,5]
		Yeterli	[0,4 – 1]
Bilgi paylaşımı	Kötü	[0 – 0,5]	
	İyi	[0,4 – 1]	
ÇIKTI	Hızlı cevap yeteneği	Kötü	[0 – 0,4]
		Orta	[0,3 – 0,6]
		İyi	[0,5 – 1]

Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için 16 kural tanımlanmıştır. Çizelge 4.15’de hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için hazırlanan kurallardan örnekler bulunmaktadır. Kuralların tamamı EK 8’de görülebilir.

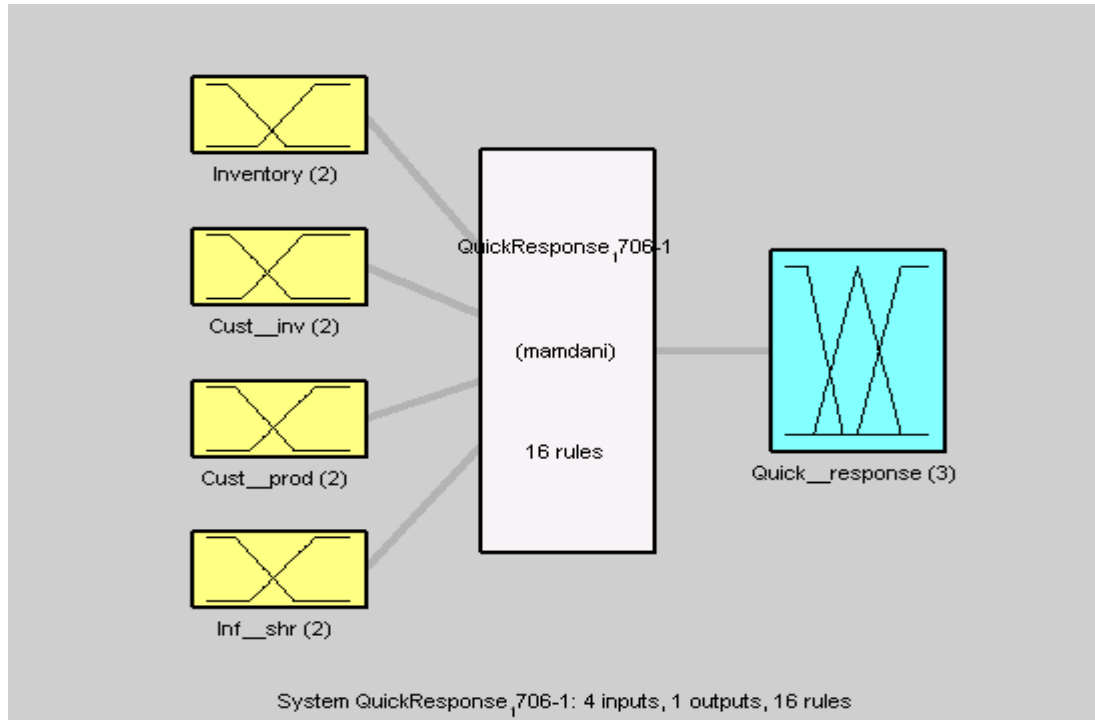
Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab yapısı Şekil 4.11’de görülmektedir.

Bulanık çıkarım sisteminin girdileri için ikişer tane sözel değişken ve buna bağlı olarak her sözel değişken için üyelik fonksiyonu tanımlanmıştır. Girdiler için yamuk üyelik fonksiyonuna sahip, çıktı için yamuk ve üçgen tipteki üyelik fonksiyonlarının birlikte kullanıldığı bulanık çıkarım sisteminin en uygun sonuçları verdiği tespit edilmiştir.

Bulanık çıkarım sisteminin oluşturulmasında kurallar “VE” operatörü kullanılarak kesişim işlemine tabi tutulmuştur. Bulanık çıktının elde edilmesi için Mamdani yöntemi ile EB-EK çıkarımı, bulanık çıktıların kesin çıktılara dönüştürüldüğü durulama yöntemi olarak ise “ağırlık merkezi” yöntemi uygulanmıştır.

Çizelge 4.15. Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kural örnekleri

<i>EĞER</i> Envanter Durumu “Yeterli” <i>VE</i> Özel Kapasite Durumu“Var” <i>VE</i> Ürünü Özelleştirme Yeteneği “Yeterli” <i>VE</i> Bilgi PaylaşımıÖzel Kapasite Durumu“İyi”
<i>O HALDE</i> Hızlı Cevap Yeteneği “İyi”
<i>EĞER</i> Envanter Durumu “Yeterli” <i>VE</i> Özel Kapasite Durumu“Var” <i>VE</i> Ürünü Özelleştirme Yeteneği “Yetersiz” <i>VE</i> Bilgi PaylaşımıÖzel Kapasite Durumu“İyi”
<i>O HALDE</i> Hızlı Cevap Yeteneği “İyi”
<i>EĞER</i> Envanter Durumu “Yeterli” <i>VE</i> Özel Kapasite Durumu“Var” <i>VE</i> Ürünü Özelleştirme Yeteneği “Yetersiz” <i>VE</i> Bilgi PaylaşımıÖzel Kapasite Durumu“Kötü”
<i>O HALDE</i> Hızlı Cevap Yeteneği “Orta”
<i>EĞER</i> Envanter Durumu “Yeterli” <i>VE</i> Özel Kapasite Durumu“Yok” <i>VE</i> Ürünü Özelleştirme Yeteneği “Yetersiz” <i>VE</i> Bilgi PaylaşımıÖzel Kapasite Durumu“İyi”
<i>O HALDE</i> Hızlı Cevap Yeteneği “Orta”
<i>EĞER</i> Envanter Durumu “Yetersiz” <i>VE</i> Özel Kapasite Durumu“Var” <i>VE</i> Ürünü Özelleştirme Yeteneği “Yetersiz” <i>VE</i> Bilgi PaylaşımıÖzel Kapasite Durumu“Kötü”
<i>O HALDE</i> Hızlı Cevap Yeteneği “Kötü”
<i>EĞER</i> Envanter Durumu “Yetersiz” <i>VE</i> Özel Kapasite Durumu“Yok” <i>VE</i> Ürünü Özelleştirme Yeteneği “Yetersiz” <i>VE</i> Bilgi PaylaşımıÖzel Kapasite Durumu“İyi”
<i>O HALDE</i> Hızlı Cevap Yeteneği “Kötü”



Şekil 4.11. Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi

Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası EK 9’da verilmiştir.

Oluşturulan hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sisteminin test edilmesi için test kümesi oluşturulmuş ve sistem bu verilerle test edilmiştir. Test sonuçlarına göre sistemin doğru sonuçlar verdiği bulunmuştur. Test değerleri ile ilgili uygulama örnekleri Çizelge 4.16’da bulunmaktadır.

Çizelge 4.16. Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için uygulama örnekleri

GİRDİ				ÇIKTI	
Envanter Durumu	Özel Kapasite Durumu	Ürünü Özelleştirme yeteneği	Bilgi Paylaşımı	Hızlı Cevap Yeteneği Bulanık Çıkarım Sistemi Cevabı	Gerçek Hızlı Cevap Yeteneği İfadesi
Yeterli (0,08)	Var (2,4)	İyi (0,8)	İyi (0,9)	İyi (0,8169)	İyi
Yeterli (0,08)	Var (1,6)	İyi (0,7)	Kötü (0,4)	İyi (0,7277)	İyi
Yeterli (0,09)	Var (2,9)	Kötü (0,4)	Kötü (0,2)	Orta (0,5734)	Orta
Yeterli (0,06)	Yok (0,5)	İyi (0,8)	İyi (0,9)	Orta (0,5000)	Orta
Yetersiz (0,04)	Var (1,8)	Kötü (0,3)	Kötü (0,3)	Kötü (0,2850)	Kötü
Yetersiz (0,01)	Yok (0,9)	Kötü (0,2)	Kötü (0,2)	Kötü (0,1588)	Kötü

Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi: Güvenilirlik, niteliksel bir kriterdir ve “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır. Güvenilirlik ile ilgili alt kriterler aşağıda açıklanmıştır.

- *Tedarikçinin bulunduğu ülkenin ekonomik durumu:* Aday tedarikçinin bulunduğu ülkenin para değerliliği, nüfusu, GSMH, ekonomik büyüme hızı gibi ekonomik faktörleri içeren niteliksel bir kriterdir, “Uygun”, “Nötr” ve “Uygun değil” olmak üzere üç sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Güven:* Aday tedarikçiye duyulan güvenle ilgili niteliksel bir kriterdir. Daha önce satın alıcı firmayla yapılan işler, referanslar ve aday tedarikçinin finansal

durumu gibi kriterlere dikkat edilir. “Güvenilir”, “Nötr”, “Güvenilmez” olmak üzere üç sözel değişken tanımlanmıştır.

- *Tedarikçinin bulunduğu ülkenin politik durumu:* Aday tedarikçinin bulunduğu ülkenin politik durumu, politik stabilitesi ile ilgili niteliksel bir kriterdir. “Kararlı” ve “Kararsız” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.

Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için belirlenen girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları Çizelge 4.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları

Kriterler		Sözel Değişkenler	Sayısal Aralık
GİRDİ	Tedarikçinin bulunduğu ülkenin ekonomik durumu	Uygun değil	[0 – 0,4]
		Nötr	[0,3 – 0,6]
		Uygun	[0,5 – 1]
	Güven (Tedarikçi referansları)	Güvenilmez	[0 – 0,4]
		Nötr	[0,3 – 0,6]
		Güvenilir	[0,5 – 1]
Tedarikçinin bulunduğu ülkenin politik durumu	Kararsız	[0 – 0,5]	
	Kararlı	[0,4 – 1]	
ÇIKTI	Güvenilirlik	Kötü	[0 – 0,4]
		Orta	[0,3 – 0,6]
		İyi	[0,5 – 1]

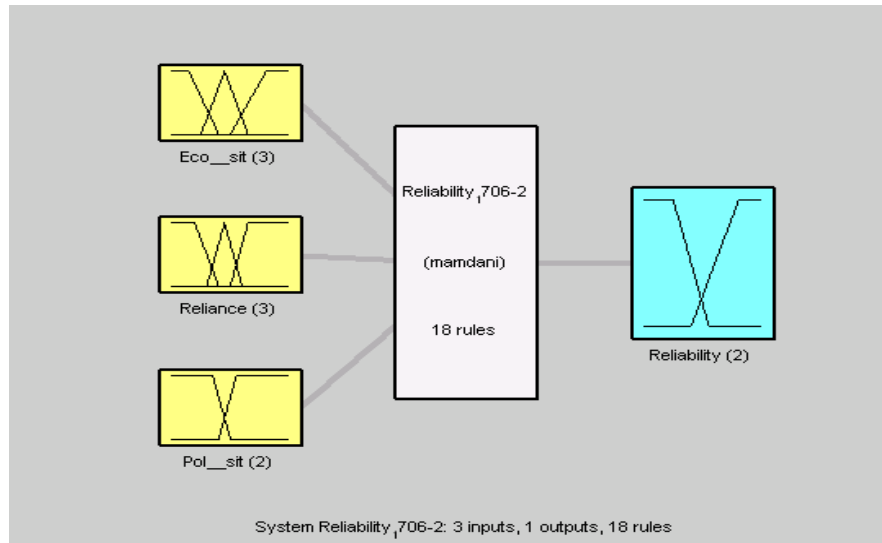
Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için 18 kural tanımlanmıştır. Çizelge 4.18’de güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için hazırlanan kurallardan örnekler bulunmaktadır. Kuralların tamamı EK 10’da görülebilir.

Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab yapısı Şekil 4.12’de görülmektedir.

Bulanık çıkarım sisteminin tedarikçinin bulunduğu ülkenin ekonomik durumu ve güven girdileri için üçer tane sözel değişken tanımlanmış ve bu girdiler için yamuk ve üçgen tipte üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Tedarikçinin bulunduğu ülkenin politik durumu

Çizelge 4.18. Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kural örnekleri

<i>EĞER</i> Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Ekonomik Durumu “Uygun” <i>VE</i> Güven “Nötr” <i>VE</i> Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Politik Durumu “Kararsız” <i>O HALDE</i> Güvenilirlik “Yeterli”
<i>EĞER</i> Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Ekonomik Durumu “Nötr” <i>VE</i> Güven “Güvenilmez” <i>VE</i> Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Politik Durumu “Kararlı” <i>O HALDE</i> Güvenilirlik “Yetersiz”
<i>EĞER</i> Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Ekonomik Durumu “Nötr” <i>VE</i> Güven “Nötr” <i>VE</i> Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Politik Durumu “Kararsız” <i>O HALDE</i> Güvenilirlik “Yetersiz”
<i>EĞER</i> Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Ekonomik Durumu “Uygun Değil” <i>VE</i> Güven “Güvenilir” <i>VE</i> Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Politik Durumu “Kararlı” <i>O HALDE</i> Güvenilirlik “Yeterli”
<i>EĞER</i> Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Ekonomik Durumu “Uygun Değil” <i>VE</i> Güven “Nötr” <i>VE</i> Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Politik Durumu “Kararsız” <i>O HALDE</i> Güvenilirlik “Yetersiz”



Şekil 4.12. Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi

girdisi için iki tane sözel değişken ve yamuk tipte üyelik fonksiyonu tanımlanmıştır. Çıktı için iki sözel değişken ve yamuk tipte iki üyelik fonksiyonu tanımlanmıştır. Bulanık çıkarım sisteminin oluşturulmasında kurallar “VE” operatörü kullanılarak kesişim işlemine tabi tutulmuştur. Bulanık çıktının elde edilmesi için Mamdani yöntemi

ile EB-EK çıkarımı, bulanık çıktıların kesin çıktılara dönüştürüldüğü durulama yöntemi olarak ise “ağırlık merkezi” yöntemi uygulanmıştır.

Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası EK 11’de görülmektedir.

Oluşturulan güvenilirlik bulanık çıkarım sisteminin test edilmesi için test kümesi oluşturulmuş ve sistem bu verilerle test edilmiştir. Test sonuçlarına göre sistemin doğru sonuçlar verdiği kabul edilmiştir. Test değerleri ile ilgili uygulama örnekleri Çizelge 4.19’da bulunmaktadır.

Çizelge 4.19. Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için uygulama örnekleri

GİRDİ			ÇIKTI	
Ted.nin Bulunduğu Ülkenin Ekonomik Durumu	Güven	Ted.nin Bulunduğu Ülkenin Politik Durumu	Güvenilirlik Bulanık Çıkarım Sistemi Cevabı	Gerçek Güvenilirlik İfadesi
Uygun (0,8)	Güvenilir (0,9)	Kararlı (0,7)	Yeterli (0,7860)	Yeterli
Uygun -Nötr (0,6)	Güvenilir (0,7)	Kararlı (0,9)	Yeterli (0,7345)	Yeterli
Nötr - Uygun Değil (0,4)	Güvenilmez (0,2)	Kararsız (0,2)	Yetersiz (0,2210)	Yetersiz
Uygun -Nötr (0,6)	Güvenilir (0,8)	Kararsız (0,2)	Yeterli - Yetersiz (0,5363)	Yetersiz
Uygun Değil (0,1)	Güvenilir (0,7)	Kararsız (0,3)	Yetersiz (0,2067)	Yetersiz
Uygun (0,8)	Nötr (0,5)	Kararsız (0,4)	Yeterli (0,7629)	Yeterli

Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi: Sosyal yetenek niteliksel bir kriterdir, “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır. Sosyal yetenek ana kriteri için altı tane alt kriter tanımlanmıştır.

- *Çalışanların sosyal hakları:* Aday tedarikçi çalışanlarının sosyal hakları haftalık çalışma saati sınırı, yıllık mesai saati sınırı, işletmede kreş bulunması, yemekhane koşulları, sağlık hizmetleri, ulaşım, sendika gibi sosyal koşullarla ilgili niteliksel bir kriterdir, “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.

- *Çevre dostu teknolojilerin kullanım oranı:* Aday tedarikçinin kullandığı kimyasalların çevreye zarar vermesi, atıkların durumu, arıtma tesisi, yeşil enerji, geri dönüşüm oranı ile ilgili niteliksel bir kriterdir, “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Çevre sorumluluğu düzeyi:* Aday tedarikçinin çevreye duyduğu saygı çevre bilinci düzeyi, yeşil alanların korunması ve geliştirilmesi ile ilgili niteliksel bir kriterdir, “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Çalışma kültürü:* Aday tedarikçi çalışanlarının sorumluluk seviyesi, işini ciddiye alması, çalışanların yeteneği ile ilgili niteliksel bir kriterdir, “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Sosyal sorumluluk projelerine yaklaşım:* Aday tedarikçinin sosyal sorumluluk projelerine yaklaşımı, bu projelere katkıda bulunması ile ilgili niteliksel bir kriterdir, “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.
- *Çalışan memnuniyeti:* Aday tedarikçi çalışanlarının memnuniyet anket sonuçları, çalışanların firmayla ilgili genel düşünceleri ile ilgili niteliksel bir kriterdir, “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.

Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için belirlenen girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları Çizelge 4.20’de gösterilmiştir.

Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için 64 kural tanımlanmıştır. Çizelge 4.21’de sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için hazırlanan kurallardan örnekler bulunmaktadır. Kuralların tamamı EK 12’de verilmiştir.

Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab yapısı Şekil 4.13’de görülmektedir.

Bulanık çıkarım sisteminin girdileri için ikişer tane sözel değişken ve buna bağlı olarak her sözel değişken için üyelik fonksiyonu tanımlanmıştır. Girdiler ve çıktı için yamuk üyelik fonksiyonuna sahip bulanık çıkarım sisteminin en uygun sonuçları verdiği tespit edilmiştir.

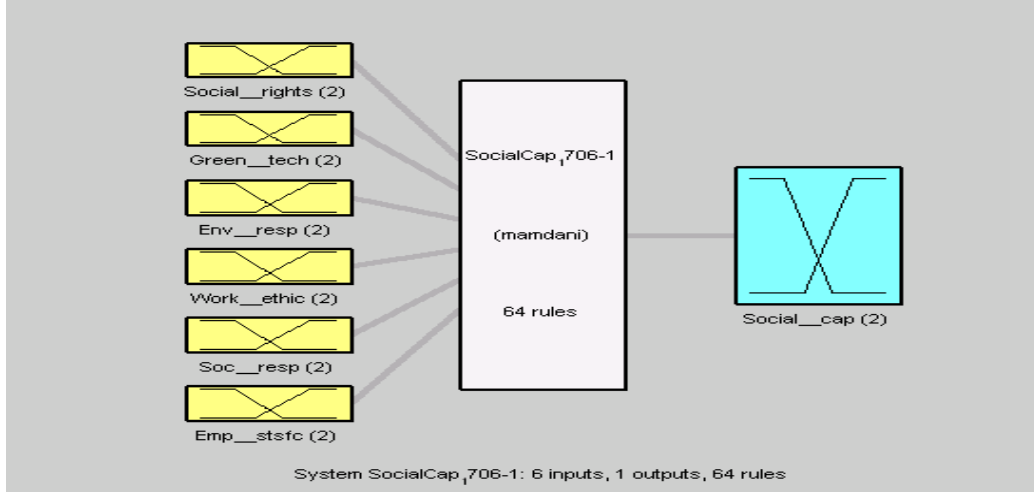
Bulanık çıkarım sisteminin oluşturulmasında kurallar “VE” operatörü kullanılarak keşişim işlemine tabi tutulmuştur. Bulanık çıktının elde edilmesi için Mamdani yöntemi ile EB-EK çıkarımı, bulanık çıktıların kesin çıktılara dönüştürüldüğü durulama yöntemi olarak ise “ağırlık merkezi” yöntemi uygulanmıştır.

Çizelge 4.20. Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları

Kriterler		Sözel Değişkenler	Sayısal Aralık
GİRDİ	Çalışanların sosyal hakları	Yetersiz	[0 – 0,5]
		Yeterli	[0,4 – 1]
	Çevre dostu teknolojilerin kullanım oranı	Yetersiz	[0 – 0,5]
		Yeterli	[0,4 – 1]
	Çevre sorumluluğu düzeyi	Yetersiz	[0 – 0,5]
		Yeterli	[0,4 – 1]
Çalışma kültürü	Yetersiz	[0 – 0,5]	
	Yeterli	[0,4 – 1]	
Sosyal sorumluluk projelerine yaklaşım	Yetersiz	[0 – 0,5]	
	Yeterli	[0,4 – 1]	
Çalışan memnuniyeti	Yetersiz	[0 – 0,5]	
	Yeterli	[0,4 – 1]	
ÇIKTI	Sosyal yetenek	Yetersiz	[0 – 0,5]
		Yeterli	[0,4 – 1]

Çizelge 4.21. Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kural örnekleri

<p><i>EĞER</i> Çalışanların Sosyal Hakları “Yeterli” <i>VE</i> Çevre Dostu Teknolojilerin Kullanım Oranı “Yeterli” <i>VE</i> Çevre Sorumluluğu Düzeyi “Yeterli” <i>VE</i> Çalışma Kültürü “Yeterli” <i>VE</i> Sosyal Sorumluluk Projelerine Yaklaşım “Yeterli” <i>VE</i> Çalışan Memnuniyeti “Yeterli”</p> <p><i>O HALDE</i> Sosyal Yetenek “Yeterli”</p> <p><i>EĞER</i> Çalışanların Sosyal Hakları “Yeterli” <i>VE</i> Çevre Dostu Teknolojilerin Kullanım Oranı “Yetersiz” <i>VE</i> Çevre Sorumluluğu Düzeyi “Yeterli” <i>VE</i> Çalışma Kültürü “Yetersiz” <i>VE</i> Sosyal Sorumluluk Projelerine Yaklaşım “Yeterli” <i>VE</i> Çalışan Memnuniyeti “Yetersiz”</p> <p><i>O HALDE</i> Sosyal Yetenek “Yetersiz”</p> <p><i>EĞER</i> Çalışanların Sosyal Hakları “Yetersiz” <i>VE</i> Çevre Dostu Teknolojilerin Kullanım Oranı “Yeterli” <i>VE</i> Çevre Sorumluluğu Düzeyi “Yeterli” <i>VE</i> Çalışma Kültürü “Yeterli” <i>VE</i> Sosyal Sorumluluk Projelerine Yaklaşım “Yetersiz” <i>VE</i> Çalışan Memnuniyeti “Yetersiz”</p> <p><i>O HALDE</i> Sosyal Yetenek “Yetersiz”</p> <p><i>EĞER</i> Çalışanların Sosyal Hakları “Yeterli” <i>VE</i> Çevre Dostu Teknolojilerin Kullanım Oranı “Yetersiz” <i>VE</i> Çevre Sorumluluğu Düzeyi “Yeterli” <i>VE</i> Çalışma Kültürü “Yeterli” <i>VE</i> Sosyal Sorumluluk Projelerine Yaklaşım “Yetersiz” <i>VE</i> Çalışan Memnuniyeti “Yeterli”</p> <p><i>O HALDE</i> Sosyal Yetenek “Yeterli”</p>



Şekil 4.13 Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi

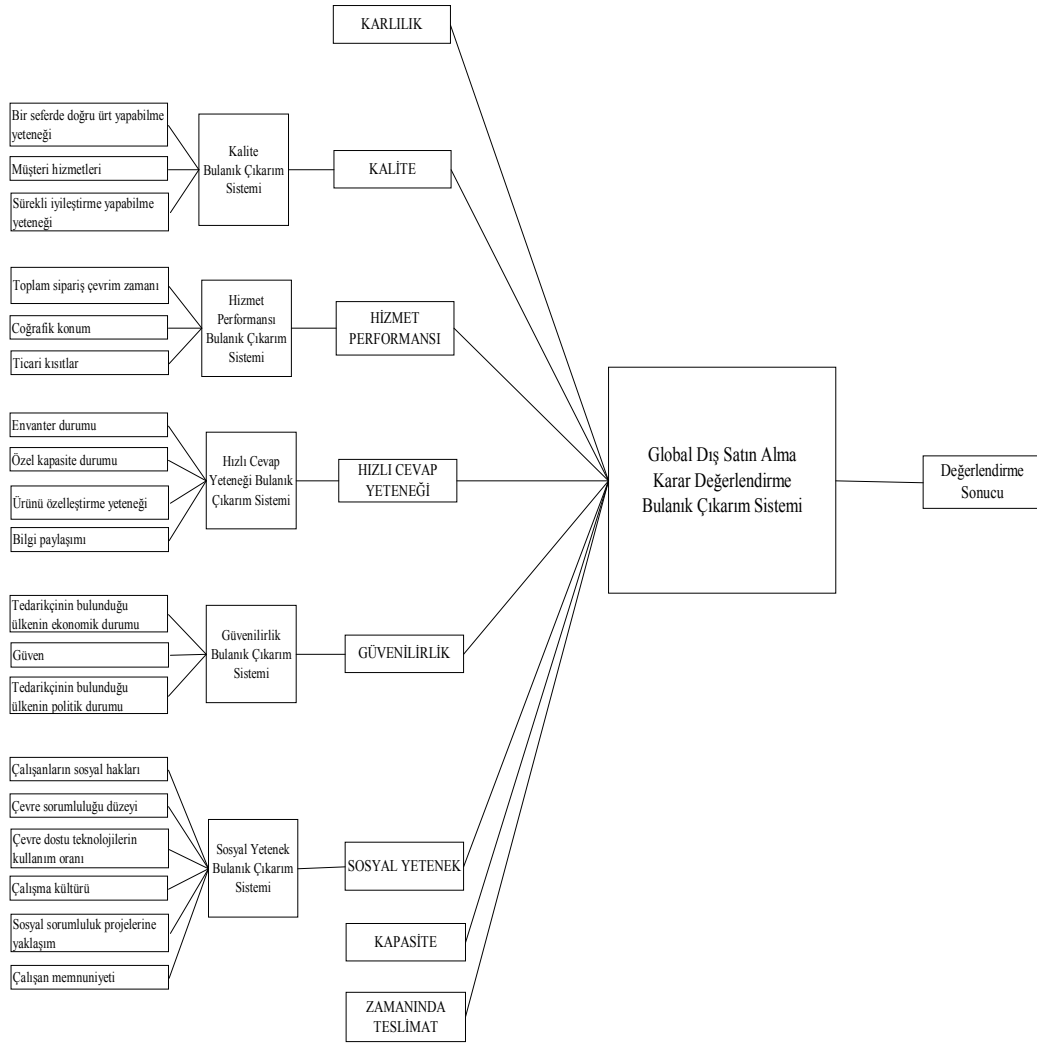
Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası EK 13’de görülmektedir.

Oluşturulan sosyal yetenek bulanık çıkarım sisteminin test edilmesi için test kümesi oluşturulmuş ve sistem bu verilerle test edilmiştir. Test sonuçlarına göre sistemin doğru sonuçlar verdiği görülmüştür. Test değerleri ile ilgili uygulama örnekleri Çizelge 4.22’de bulunmaktadır.

Çizelge 4.22. Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için uygulama örnekleri

GİRİ						ÇIKTI	
Çalışanların Sosyal Hakları	Çevre Dostu Teknolojilerin Kullanım Oranı	Çevre Sorumluluğu Düzeyi	Çalışma Kültürü	Sosyal Sorumluluk Projelerine Yaklaşım	Çalışan Memnuniyeti	Sosyal Yetenek Bulanık Çıkarım Sistemi Cevabı	Gerçek Sosyal Yetenek İfadesi
Yeterli (0,9)	Yeterli (0,8)	Yeterli (0,7)	Yeterli (0,9)	Yeterli (0,8)	Yeterli (0,6)	Yeterli (0,7438)	Yeterli
Yeterli (0,8)	Yeterli-Yetersiz (0,5)	Yeterli (0,8)	Yeterli (0,9)	Yetersiz (0,2)	Yeterli (0,7)	Yeterli (0,7268)	Yeterli
Yeterli (1)	Yetersiz (0,4)	Yeterli-Yetersiz (0,5)	Yetersiz (0,2)	Yeterli (0,8)	Yeterli (0,9)	Yeterli - Yetersiz (0,4832)	Yeterli - Yetersiz
Yetersiz (0,2)	Yetersiz (0,4)	Yetersiz (0,3)	Yetersiz (0,3)	Yeterli (0,8)	Yeterli (0,6)	Yetersiz (0,2562)	Yetersiz
Yeterli (0,9)	Yetersiz (0,3)	Yetersiz (0,2)	Yeterli (0,9)	Yetersiz (0,2)	Yeterli (0,9)	Yetersiz (0,2307)	Yetersiz

Global dış satın alma karar değerlendirme bulanık çıkarım sistemi: Global dış satın alma karar süreci için oluşturulan bulanık karar destek sistemi için sekiz tane ana kriter tanımlanmıştır. Ana kriterlerden beş tanesi için farklı alt kriterler tanımlandığından, bu kriterlerin her biri için farklı bulanık çıkarım sistemleri oluşturulmuştur. Bu sistemlerin çıktıları kararın değerlendirildiği global dış satın alma karar değerlendirme bulanık çıkarım sisteminin girdilerini oluşturmaktadır. Sistemin genel yapısı Şekil 4.14’de gösterilmektedir.



Şekil 4.14 Bulanık mantık tabanlı global dış satın alma değerlendirme süreci

Kalite, hizmet performansı, hızlı cevap yeteneği, güvenilirlik, sosyal yetenekler kriterleri ile ilgili gerekli bilgiler önceki bölümlerde verilmiştir.

Karlılık, işletmenin mevcut ürün ile ilgili elde ettiği karın yeterli olup olmadığı ile ilgili bir kavramdır. “Düşük”, “Orta” ve “Yüksek” olmak üzere üç sınıf tanımlanmıştır.

Kapasite, aday tedarikçinin normal çalışma düzeninde kullanılması sonucunda elde edilebilecek en yüksek üretim miktarı ile ilgili niceliksel bir kriterdir ve “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.

Zamanında teslimat, aday tedarikçinin ürünü satın alıcının istediği sürede teslim edip etmemesi ile ilgili niceliksel bir kriterdir ve “Yeterli” ve “Yetersiz” olmak üzere iki sözel değişken tanımlanmıştır.

Bulanık mantık tabanlı global dış satın alma karar süreci için bir tane çıktı tanımlanmıştır. Bu çıktı, aday tedarikçilerle ilgili değerlendirme kararını göstermektedir. Çıktı için “Çok İyi”, “İyi”, “Orta İyi”, “Orta”, “Orta Kötü”, “Kötü” ve “Çok Kötü” olmak üzere yedi sözel değişken tanımlanmıştır.

Global dış satın alma karar değerlendirme bulanık çıkarım sistemi için belirlenen girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları Çizelge 4.23’de gösterilmiştir.

Sekiz tane girdi, bir tane çıktıya sahip bulanık çıkarım sistemi için “EĞER” “O HALDE” şeklinde 1296 tane kural tanımlanmıştır. Çizelge 4.24’de global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için hazırlanan kurallardan örnekler bulunmaktadır. Kuralların tamamı EK 14’de görülebilir.

Global dış satın alma karar değerlendirme süreci için oluşturulan Matlab yapısı Şekil 4.15’de görülebilir.

Girdilerin ve çıktının üyelik fonksiyon değerleri ve üyelik fonksiyon tipleri belirlenirken farklı tipteki üyelik fonksiyonları için denemeler yapılmış, üçgen ve yamuk tipteki üyelik fonksiyonlarının birlikte kullanıldığı sistemin daha doğru cevaplar verdiği belirlenmiştir.

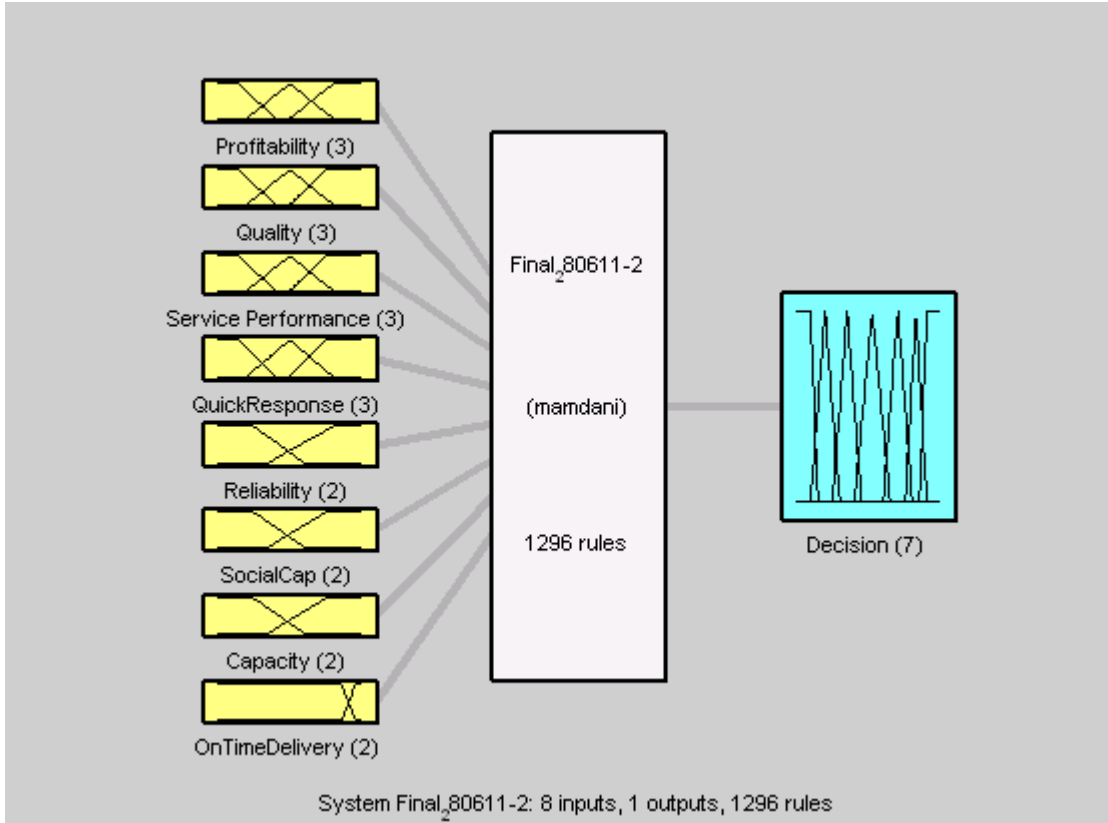
Oluşturulan global dış satın alma karar değerlendirme bulanık çıkarım sisteminin test edilmesi için test kümesi oluşturulmuş ve sistem bu verilerle test edilmiştir. Test sonuçlarına göre sistemin doğru sonuçlar verdiği görülmüştür. Test değerleri ile ilgili uygulama örnekleri Çizelge 4.25’de bulunmaktadır.

Çizelge 4.23. Global dış satın alma karar değerlendirme bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktı kriterlerine ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları

Kriterler		Sözel Değişkenler	Sayısal Aralık
GİRDİ	Karlılık	Düşük	[0 – 0,4]
		Orta	[0,3 – 0,6]
		Yüksek	[0,5 – 1]
	Kalite	Kötü	[0 – 0,4]
		Orta	[0,3 – 0,6]
		İyi	[0,5 – 1]
	Hizmet performansı	Kötü	[0 – 0,4]
		Orta	[0,3 – 0,6]
		İyi	[0,5 – 1]
Hızlı cevap yeteneği	Kötü	[0 – 0,4]	
	Orta	[0,3 – 0,6]	
	İyi	[0,5 – 1]	
Güvenilirlik	Kötü	[0 – 0,4]	
	Orta	[0,3 – 0,6]	
	İyi	[0,5 – 1]	
Sosyal yetenek	Yetersiz	[0 – 0,5]	
	Yeterli	[0,4 – 1]	
Kapasite	Yetersiz	[0 – 0,5]	
	Yeterli	[0,4 – 1]	
Zamanında teslimat	Yetersiz	[0 – 0,95]	
	Yeterli	[0,9 – 1]	
ÇIKTI	Karar	Çok Kötü	[0 – 15]
		Kötü	[10 – 30]
		Orta Kötü	[25 – 45]
		Orta	[40 – 65]
		Orta İyi	[60 – 80]
		İyi	[75 – 90]
		Çok İyi	[85 – 100]

Çizelge 4.24. Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kural örnekleri

<p><i>EĞER</i> Karlılık “Yüksek” <i>VE</i> Kalite “İyi” <i>VE</i> Hizmet Performansı “İyi” <i>VE</i> Hızlı Cevap Yeteneği “İyi” <i>VE</i> Güvenilirlik “Yeterli” <i>VE</i> Sosyal Yetenek “Yeterli” <i>VE</i> Kapasite “Yeterli” <i>VE</i> Zamanında Teslimat “Yeterli”</p> <p><i>O HALDE</i> Global Dış Satın Alma Kararı “ Çok İyi ”</p> <p><i>EĞER</i> Karlılık “Yüksek” <i>VE</i> Kalite “İyi” <i>VE</i> Hizmet Performansı “İyi” <i>VE</i> Hızlı Cevap Yeteneği “Orta” <i>VE</i> Güvenilirlik “Yeterli” <i>VE</i> Sosyal Yetenek “Yetersiz” <i>VE</i> Kapasite “Yeterli” <i>VE</i> Zamanında Teslimat “Yetersiz”</p> <p><i>O HALDE</i> Global Dış Satın Alma Kararı “ Orta İyi ”</p> <p><i>EĞER</i> Karlılık “Düşük” <i>VE</i> Kalite “Kötü” <i>VE</i> Hizmet Performansı “Orta” <i>VE</i> Hızlı Cevap Yeteneği “İyi” <i>VE</i> Güvenilirlik “Yetersiz” <i>VE</i> Sosyal Yetenek “Yetersiz” <i>VE</i> Kapasite “Yetersiz” <i>VE</i> Zamanında Teslimat “Yetersiz”</p> <p><i>O HALDE</i> Global Dış Satın Alma Kararı “ Kötü ”</p> <p><i>EĞER</i> Karlılık “Orta” <i>VE</i> Kalite “Orta” <i>VE</i> Hizmet Performansı “İyi” <i>VE</i> Hızlı Cevap Yeteneği “Orta” <i>VE</i> Güvenilirlik “Yeterli” <i>VE</i> Sosyal Yetenek “Yetersiz” <i>VE</i> Kapasite “Yeterli” <i>VE</i> Zamanında Teslimat “Yetersiz”</p> <p><i>O HALDE</i> Global Dış Satın Alma Kararı “ Orta ”</p>
--



Şekil 4.15. Global dış satın alma karar değerlendirme bulanık çıkarım sistemi

Çizelge 4.25. Global dış satın alma karar değerlendirme bulanık çıkarım sistemi için uygulama örnekleri

GİRDİ								ÇIKTI	
Karlılık	Kalite	Hizmet Performansı	Hızlı Cevap Yeteneği	Güvenilirlik	Sosyal Yetenek	Kapasite	Zamanında Teslimat	Global Dış Satın Alma Karar Değerlendirme Bulanık Çıkarım Sistemi Cevabı	Gerçek Global Dış Satın Alma Kararı
Yüksek (0,9)	İyi (1)	İyi (1)	İyi (1)	Yeterli (0,9)	Yeterli (0,9)	Yeterli (0,9)	Yeterli (1)	Çok İyi (93,9231)	Çok İyi
Orta (0,5)	İyi (0,6)	Orta - Kötü (0,4)	İyi (0,6)	Yeterli (0,5)	Yeterli (0,6)	Yeterli (0,5)	Yetersiz (0,6)	Orta (53,1965)	Orta
Yüksek (0,8)	İyi (0,9)	İyi (0,95)	İyi (0,9)	Yetersiz (0,25)	Yetersiz (0,3)	Yeterli (0,9)	Yeterli (0,96)	İyi (82,5)	Orta İyi
Yüksek (0,85)	İyi (0,9)	Kötü (0,2)	Orta (0,5)	Yetersiz (0,2)	Yetersiz (0,3)	Yeterli (0,9)	Yetersiz (0,8)	Orta (52,5)	Orta
Orta (0,45)	Orta (0,5)	Orta-İyi (0,55)	Kötü (0,2)	Yetersiz (0,3)	Yetersiz (0,25)	Yetersiz (0,3)	Yeterli (0,95)	Orta Kötü (40,48)	Orta Kötü
Orta-Yüksek (0,55)	Orta - Kötü (0,45)	Kötü (0,2)	Kötü (0,3)	Yetersiz (0,35)	Yetersiz (0,25)	Yetersiz (0,2)	Yetersiz (0,8)	Çok Kötü - Kötü (17,73)	Çok Kötü
Düşük (0,3)	Orta - Kötü (0,45)	Orta-İyi (0,55)	İyi (0,95)	Yetersiz (0,25)	Yeterli (0,95)	Yetersiz (0,2)	Yeterli (0,95)	Orta (57,71)	Orta
Orta (0,4)	Kötü (0,3)	Orta - Kötü (0,45)	Orta-İyi (0,55)	Yeterli (0,95)	Yetersiz (0,3)	Yetersiz (0,3)	Yetersiz (0,75)	Orta Kötü-Orta (42,18)	Orta Kötü
Yüksek (0,95)	İyi (0,83)	İyi (0,81)	İyi (0,81)	Yeterli (0,78)	Yeterli (0,77)	Yeterli (0,95)	Yeterli (0,95)	Çok İyi (93,881)	Çok İyi
Yüksek (0,9)	İyi (0,85)	Orta - Kötü (0,45)	Kötü (0,3)	Yetersiz (0,15)	Yeterli (0,86)	Yeterli (0,92)	Yeterli (0,98)	Orta İyi (70)	Orta-Orta İyi

4.3 Global Dış Satın Alma Karar Destek Sistemi Kullanıcı Arayüzlerinin Oluşturulması

Oluşturulan bulanık mantık tabanlı global dış satın alma karar destek sisteminin kullanıcı tarafından daha rahat ve kolay bir şekilde kullanılması için Matlab R2010b kullanılarak kullanıcı arayüzleri oluşturulmuştur. Kullanıcı arayüzü, kullanıcının karmaşık programlarla iletişimini basit menüler ya da grafikler aracılığıyla sağlar. Arayüz kullanıcıdan gerekli girdi verilerini girmesini ister, girilen girdi değerleri oluşturulan bulanık çıkarım sistemleri ile değerlendirilerek, karar sayısal net değer

olarak kullanıcıya sunulur. Oluşturulan kullanıcı arayüzünün ana ekranı Şekil 4.16'da görülmektedir.

The screenshot shows the main interface of the Global Outsourcing Decision Support System. It has a light beige background. At the top, the title 'Global Outsourcing Decision Support System' is centered. Below the title, there is a list of criteria on the left side, each with an input field: 'Candidate' (with a '+' button), 'Profitability', 'Quality' (with a '...' button), 'Service Performance' (with a '...' button), 'Quick Response' (with a '...' button), 'Reliability' (with a '...' button), 'Social Capability' (with a '...' button), 'Capacity', and 'On Time Delivery'. To the right of these criteria, there are two large buttons: 'Decision' and 'Forecast'. At the bottom of the interface, there are three buttons: 'Save', 'Clear', and 'Exit'.

Şekil 4.16. Global dış satın alma karar destek sistemi kullanıcı ara yüzü ana ekranı

Global dış satın alma karar destek sistemi için oluşturulan kullanıcı arayüzünde kullanıcı n adet aday tedarikçi için değerlendirme yapabilmektedir. Her aday için yapılan değerlendirme kaydedildikten sonra ayrı bir Excel dosyasında sonuçlarla birlikte tutulmakta, kullanıcı değerlendirme sonrasında tüm adayların özet sonuçlarını Excel dosyasında görebilmektedir. Değerlendirme sırasında alt kritere sahip olmayan ana kriterler için kullanıcının veri girmesi istenmekte, alt kritere sahip ana kriterler için ise yeni bir ekran açılarak değerlendirme yapılmaktadır.

Talep tahmin modülü de kullanıcı ara yüzündeki ana ekranda yer almaktadır. İlgili butona basıldığı takdirde kullanıcıdan talep tahmini için gerekli verileri girmesi istenmektedir. Kullanıcı verileri girdikten sonra ilgili bulanık çıkarım mekanizması çalıştırılarak, kullanıcıya net sonuç değeri verilmektedir.

Şekil 4.17'de global dış satın alma karar destek sisteminin içinde bulunan talep tahmin modülünün çalışma aşamaları bulunmaktadır. Sistemin çalışması için kullanıcının talep tahmini verilerini girmesi gerekmektedir. Hazır giyim sektöründe global dış satın alma uygulayan işletmeyle yapılan görüşmeler sonucunda geçmiş deneyim ve fiyat seviyesi için kullanıcının sayısal değerler, müşteri tipi, ürün yaşam süresi ve satış dönemi kriterleri için ise kullanıcının sözel değerler girmesinin uygun olacağı belirlenmiştir. Sayısal değerler için kullanıcının sayısal verileri girmesi, sözel değerler için ise açılan

Forecasting

Past Experience

Kind of Customer ...

Life Span of Product ...

Price Level

Year Sequence ...

Forecast

Customer...

Kind of customer?

Forecasting

Past Experience

Kind of Customer ...

Life Span of Product ...

Price Level

Year Sequence ...

Forecast

Life Span...

Short or long?

Forecasting

Past Experience

Kind of Customer ...

Life Span of Product ...

Price Level

Year Sequence ...

Forecast

Day...

What kind of day?

Forecasting

Past Experience

Kind of Customer ...

Life Span of Product ...

Price Level

Year Sequence ...

Forecast

Şekil 4.17. Talep tahmin modülü kullanıcı ara yüzü çalışma aşamaları

pencerede gerekli seçimi yapması istenmektedir. Kullanıcı tüm verileri girdikten sonra, “Forecast” butonuna basarak talep tahmini yapmaktadır.

Hazır giyim sektöründe global dış satın alma uygulayan işletmeyle yapılan görüşmeler sonucunda kullanıcının sayısal değerler girmesinin arayüzün kullanımını kolaylaştıracağı belirtilmiştir. O nedenle tüm ana ve alt kriterler için arayüz kullanıcının sayısal veriler girmesini istemektedir. Kullanıcı yanlış değer girecek olursa hata mesajı ile uygun değeri girmesi istenmektedir.

Global dış satın alma karar destek sisteminde, alt kriterlere sahip olmayan ana kriterler için kullanıcı doğrudan sayısal değeri girmekte (Şekil 4.18), alt kriterlere sahip olan ana kriterler için ise yeni bir ekran açılarak (Şekil 4.19) kullanıcının alt kriterler için uygun değerleri girmesi istenmekte, ilgili bulanık çıkarım mekanizması girilen girdilere göre çalıştırılmakta ve sonuç kararın değerlendirilmesi için ana değerlendirmenin yapıldığı bulanık çıkarım mekanizması için girdi olarak alınmaktadır.

The screenshot displays the user interface of the Global Outsourcing Decision Support System. The title is "Global Outsourcing Decision Support System". On the left, there is a list of criteria with corresponding input fields:

- Candidate: 1 (with a plus sign button)
- Profitability: 0.95
- Quality: (empty field with a dropdown arrow)
- Service Performance: (empty field with a dropdown arrow)
- Quick Response: (empty field with a dropdown arrow)
- Reliability: (empty field with a dropdown arrow)
- Social Capability: (empty field with a dropdown arrow)
- Capacity: (empty field)
- On Time Delivery: (empty field)

In the center-right area, there are two buttons: "Decision" and "Forecast". Below these, there are three buttons: "Save", "Clear", and "Exit".

Şekil 4.18. Global dış satın alma karar destek sistemi kullanıcı arayüzü veri girişi

Quality

Proper production at the first time

Customer services **Evaluate**

Continuous improvement

Şekil 4.19. Kalite bulanık çıkarım sistemi kullanıcı arayüzü veri girişi

Şekil 4.19, Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22 ve Şekil 4.23’de sırasıyla kalite, hizmet performansı, hızlı cevap yeteneği, güvenilirlik, ve sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemlerine ait arayüzler bulunmaktadır. Bu arayüzler aracılığıyla kullanıcı gerekli verileri kolayca girmekte, girilen girdi verilerine göre ilgili bulanık çıkarım sistemi çalıştırılmakta ve kullanıcıya çıktı değeri verilmektedir.

Service Performance

Order cycle time

Geographic location **Evaluate**

Trade restrictions

Şekil 4.20. Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi kullanıcı arayüzü veri girişi

Quick Response

Inventory availability	<input type="text" value="0.08"/>		
Customized inventory	<input type="text" value="2.4"/>	Evaluate	<input type="text" value="0.81695"/>
Customizing product	<input type="text" value="0.8"/>		
Information sharing	<input type="text" value="0.9"/>		

Şekil 4.21. Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi kullanıcı arayüzü veri girişi

Reliability

Country's economic situation	<input type="text" value="0.6"/>		
Reliability	<input type="text" value="0.7"/>	Evaluate	<input type="text" value="0.7345"/>
Country's political situation	<input type="text" value="0.9"/>		

Şekil 4.22. Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi kullanıcı arayüzü veri girişi

Social Capability

Social rights	<input type="text" value="0.9"/>		
Green technology	<input type="text" value="0.8"/>	Evaluate	<input type="text" value="0.74382"/>
Environment responsibility	<input type="text" value="0.7"/>		
Work ethic	<input type="text" value="0.9"/>		
Social responsibility	<input type="text" value="0.8"/>		
Employers' satisfactory	<input type="text" value="0.6"/>	<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Cancel"/>

Şekil 4.23. Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi kullanıcı arayüzü veri girişi

Şekil 4.24’de global dış satın alma karar destek sisteminin, kullanıcı arayüzü ile karar süreci bulunmaktadır. Bu aşamaya gelene kadar kullanıcı alt kritere sahip olmayan kriterler için gerekli verileri girmiş, alt kritere sahip ana kriterler için ise ilgili bulanık çıkarım sistemi çalıştırılarak, sistemin çıktısı karar değerlendirme sistemine girdi olarak sunulmuştur. Tüm sayısal veriler sağlandıktan sonra kullanıcının ilgili butona basmasıyla bulanık çıkarım sistemi çalışır ve aday tedarikçinin almış olduğu puanın net değerini kullanıcıya verir.

Global Outsourcing Decision Support System

Candidate	1	+
Profitability	0.95	
Quality	0.81121	...
Service Performance	0.5	...
Quick Response	0.81695	...
Reliability	0.7345	...
Social Capability	0.74382	...
Capacity	0.8	
On Time Delivery	0.95	

Decision 93.7718

Forecast

Save Clear Exit

Şekil 4.24. Global dış satın alma karar destek sistemi kullanıcı arayüzü karar süreci

Arayüz aracılığıyla kullanıcının yapmış olduğu değerlendirmeler ayrı bir Excel çalışma sayfasında da tutulur. Kullanıcı her aday için değerlendirmeyi yaptıktan sonra “kaydet” tuşuna basar ve ilgili aday için değerlendirme sonucu Excel çalışma sayfasına yazılır, kullanıcı tüm değerlendirmeleri tamamladıktan sonra Excel dosyasını açarak yapmış olduğu değerlendirmenin özet sonucunu görebilir. Şekil 4.25’de beş aday tedarikçi için yapılmış değerlendirmenin Excel çalışma sayfasındaki sonuçları bulunmaktadır. Şekil 4.25’de yer alan Excel dosyasında, kullanıcı aday tedarikçiler için kriterlerin değerlendirme sonucunu ve karar sonucunu görebilmekte, karar sonucuna göre en yüksek değere sahip olan tedarikçiyi güvenle seçebilmektedir. Örneğin Şekil 4.25’de,

yapılan değerlendirmeler sonucunda, birinci aday tedarikçinin 93,7718 puan, ikinci aday tedarikçinin 53,1914 puan, üçüncü aday tedarikçinin 81,111 puan, dördüncü aday tedarikçinin 18,7827 puan, dördüncü aday tedarikçinin 70 puan aldığı görülebilir. Bu sonuçlara göre kullanıcı en yüksek puana sahip aday tedarikçiyi güvenle seçebilir.

	A	B	C	D	E	F
1		Candidate 1	Candidate 2	Candidate 3	Candidate 4	Candidate 5
2	Profitability	0,9500	0,5000	0,8000	0,5500	0,4500
3	Quality	0,8112	0,6740	0,7842	0,4134	0,5000
4	Service Perf.	0,5000	0,4869	0,8170	0,1712	0,5734
5	Quick Response	0,8170	0,5703	0,8170	0,3184	0,1750
6	Reliability	0,7345	0,5363	0,2437	0,2262	0,7861
7	Social Cap.	0,7438	0,4832	0,2732	0,2562	0,7268
8	Capacity	0,8000	0,5000	0,9000	0,2000	0,8000
9	On-Time Delv.	0,9500	0,6000	0,9600	0,8000	0,9500
10	Decision	93,7718	53,1914	81,1110	18,7827	70,0000

Şekil 4.25. Beş aday tedarikçi için değerlendirme sonucu

Şekil 4.25’de bulunan, beş aday tedarikçiye ait değerlendirme sonucunu içeren Excel tablosunda yer alan birinci tedarikçi için bulanık çıkarım sisteminin aşamaları aşağıda belirtilmiştir.

Global dış satın alma karar destek sisteminde, alt kritere sahip olmayan ana kriterler için kullanıcı doğrudan sayısal değeri girmektedir. Şekil 4.18’de birinci tedarikçi için “karlılık” kriterine 0,95 sayısal değeri girilmiştir.

“Kalite” ana kriteri alt kriterlere sahip bir kriter olduğundan, Şekil 4.19’da görülen ekran açılmaktadır. Kalite ana kriteri için üç alt kriter tanımlanmıştır, kullanıcının bu alt kriterler için sayısal değerler girmesi gerekmektedir. Şekil 4.19’da görüldüğü gibi kullanıcı bir seferde doğru üretim yapabilme yeteneği, müşteri hizmetleri ve sürekli iyileştirme yapabilme yeteneği alt kriterleri için sırasıyla 0,7, 0,9, ve 0,8 sayısal değerlerini girmiştir. Bulanık çıkarım sisteminin çalışması için öncelikle kullanıcının girdiği bu kesin sayısal değerler bulanıklaştırılmalıdır. Bulanıklaştırma için Çizelge 4.8

de yer alan kalite bulanık çıkarım sistemi, girdi ve çıktılarına ait sözel değişkenlerin sayısal aralıkları dikkate alınarak, girilen kesin girdilerin üyelik fonksiyon değerleri ile sözel ifadeleri belirlenmelidir. Şekil 3.10'da gösterilen işlemler yapılarak 0,7 kesin girdisi 0,89 üyelik değeri ile “İyi” sözel değişkenine, 0,9 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “İyi” sözel değişkenine, 0,8 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine ait olduğu belirlenir. Mamdani EB-EK çıkarımı için girdilerin hangi kuralla ilgili olduğu bulunur. Çizelge 4.9'da kalite bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar incelendiğinde girdinin birinci kuralla ilgili olduğu belirlenir ve değerlendirme şu şekilde yapılır.

Kural 1: *EĞER* Bir Seferde Doğru Üretim Yapabilme Yeteneği “İyi” *VE* Müşteri Hizmetleri “İyi” *VE* Sürekli İyileştirme Yapabilme Yeteneği “Yeterli”
O HALDE Kalite “İyi”
Değerlendirme: $\min(0,89, 1, 1) = 0,89$ Kalite= İyi

Kalite kriteri için girilen girdiler sadece bir kuralla ilgili olduğundan, çıktı için küme birleşimi işlemine gerek kalmaz. Şekil 3.13'de gösterildiği şekilde elde edilen alana, alan merkezi durulama yöntemi uygulanarak, kesin girdi elde edilir. Şekil 4.19'da görüldüğü gibi durulama işlemi sonucunda 0,8112 sayısal değeri elde edilir.

Şekil 4.20'de kullanıcı, hizmet performansı ana kriterine ait olan, toplam sipariş çevrim zamanı, coğrafik konum ve ticari kısıtlar alt kriterleri için sırasıyla 0,8, 0,2, ve 0,7 sayısal değerlerini girmiştir. Hizmet performansı bulanık çıkarım sisteminde 0,8 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “İyi” sözel değişkenine, 0,2 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Kötü” sözel değişkenine, 0,7 kesin girdisi 0,89 üyelik değeri ile “İyi” sözel değişkenine ait olduğu belirlenir. Çizelge 4.12'de hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar incelendiğinde girdinin üçüncü kuralla ilgili olduğu belirlenir ve değerlendirme şu şekilde yapılır.

Kural 3: *EĞER* Toplam Sipariş Çevrim Zamanı “İyi” *VE* Coğrafik Konum “Kötü” *VE* Ticari Kısıtlar “İyi”
O HALDE Hizmet Performansı “Orta”
Değerlendirme: $\min(1, 1, 0,89) = 0,89$ Hizmet Performansı= Orta

Hizmet performansı kriteri için girilen girdiler sadece bir kuralla ilgili olduğundan, çıktı için küme birleşimi işlemine gerek kalmaz. Şekil 3.13’de gösterildiği şekilde elde edilen alana, alan merkezi durulama yöntemi uygulanarak, kesin girdi elde edilir. Durulama işlemi sonucunda 0,5 sayısal değeri elde edilir.

Şekil 4.21’de kullanıcı, hızlı cevap yeteneği ana kriterine ait olan, envanter durumu, özel kapasite durumu, ürünü özelleştirme yeteneği, bilgi paylaşımı alt kriterleri için sırasıyla 0,08, 2,4, 0,8 ve 0,9 sayısal değerlerini girmiştir. Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sisteminde 0,08 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine, 2,4 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Var” sözel değişkenine, 0,8 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine, 0,9 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine ait olduğu belirlenir. Ek 8’de yer alan hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar incelendiğinde girdinin birinci kuralla ilgili olduğu belirlenir ve değerlendirme şu şekilde yapılır.

Kural 1: *EĞER* Envanter Durumu “Yeterli” *VE* Özel Kapasite Durumu “Var” *VE* Ürünü Özelleştirme Yeteneği “Yeterli” *VE* Bilgi Paylaşımı Özel Kapasite Durumu “İyi” *O HALDE* Hızlı Cevap Yeteneği “İyi”
Değerlendirme: $\min(1, 1, 1, 1) = 1$ Hızlı Cevap Yeteneği=İyi

Hızlı cevap yeteneği kriteri için girilen girdiler sadece bir kuralla ilgili olduğundan, çıktı için küme birleşimi işlemine gerek kalmaz. Şekil 3.13’de gösterildiği şekilde elde edilen alana, alan merkezi durulama yöntemi uygulanarak kesin girdi elde edilir. Durulama işlemi sonucunda 0,81695 sayısal değeri elde edilir.

Şekil 4.22’de kullanıcı, güvenilirlik ana kriterine ait olan, tedarikçinin bulunduğu ülkenin ekonomik durumu, güven, tedarikçinin bulunduğu ülkenin politik durumu alt kriterleri için sırasıyla 0,6, 0,7, 0,9 sayısal değerlerini girmiştir. Güvenilirlik bulanık çıkarım sisteminde 0,6 kesin girdisi 0,56 üyelik değeri ile “Uygun” sözel değişkenine, 0,44 üyelik değeri ile “Nötr” sözel değişkenine, 0,7 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Güvenilir” sözel değişkenine, 0,9 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Kararlı” sözel değişkenine, ait olduğu belirlenir. Ek 10’da yer alan güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar incelendiğinde girdinin 5. ve 11. kurallarla ilgili olduğu belirlenir ve değerlendirme şu şekilde yapılır.

Kural 5: *EĞER* Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Ekonomik Durumu “Uygun” *VE*

Güven “Güvenilir” *VE* Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Politik Durumu “Kararlı”

O HALDE Güvenilirlik “Yeterli”

Değerlendirme: $\min(0,56, 1, 1) = 0,56$ Güvenilirlik =Yeterli

Kural 11: *EĞER* Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Ekonomik Durumu “Nötr” *VE*

Güven “Güvenilir” *VE* Tedarikçinin Bulunduğu Ülkenin Politik Durumu “Kararlı”

O HALDE Güvenilirlik “Yeterli”

Değerlendirme: $\min(0,44, 1, 1) = 0,44$ Güvenilirlik =Yeterli

Güvenilirlik kriteri için girilen girdiler iki kuralla ilgili olduğundan, çıktı için EB operatörü ile küme birleşimi işlemi gerçekleştirilir. Şekil 3.13’de gösterildiği şekilde elde edilen alana, alan merkezi durulama yöntemi uygulanarak, kesin girdi elde edilir. Durulama işlemi sonucunda 0,7345 sayısal değeri elde edilir.

Şekil 4.23’de kullanıcı, sosyal yetenek ana kriterine ait olan, çalışanların sosyal hakları, çevre dostu teknolojilerin kullanım oranı, çevre sorumluluğu düzeyi, çalışma kültürü, sosyal sorumluluk projelerine yaklaşım, çalışan memnuniyeti alt kriterleri için sırasıyla 0,9, 0,8, 0,7, 0,9, 0,8, 0,6 sayısal değerlerini girmiştir. Sosyal yetenek bulanık çıkarım sisteminde 0,9 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine, 0,8 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine, 0,7 kesin girdisi 0,75 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine, 0,9 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine, 0,8 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine, 0,6 kesin girdisi 0,5 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine ait olduğu belirlenir. Ek 12’de yer alan sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar incelendiğinde girdinin birinci kuralla ilgili olduğu belirlenir ve değerlendirme şu şekilde yapılır.

Kural 1: *EĞER* Çalışanların Sosyal Hakları “Yeterli” *VE* Çevre Dostu Teknolojilerin

Kullanım Oranı “Yeterli” *VE* Çevre Sorumluluğu Düzeyi “Yeterli” *VE* Çalışma

Kültürü “Yeterli” VE Sosyal Sorumluluk Projelerine Yaklaşım “Yeterli” VE Çalışan Memnuniyeti “Yeterli”

O HALDE Sosyal Yetenek “Yeterli”

Değerlendirme: $\min(1, 1, 0,75, 1, 1, 0,5) = 0,5$ Sosyal Yetenek=Yeterli

Sosyal yetenek kriteri için girilen girdiler sadece bir kuralla ilgili olduğundan, çıktı için küme birleşimi işlemine gerek kalmaz. Şekil 3.13’de gösterildiği şekilde elde edilen alana, alan merkezi durulama yöntemi uygulanarak, kesin girdi elde edilir. Durulama işlemi sonucunda 0,74382 sayısal değeri elde edilir.

Alt kriterlere sahip tüm kriterler için bulanık çıkarım sistemi çalıştırıldıktan sonra, bu sistemin çıktıları Şekil 4.24’de görülen global dış satın alma karar destek sisteminin girdileri olmaktadır. Karlılık, kapasite ve zamanında teslimat kriterleri için kullanıcı sayısal değer girmektedir. Şekil 4.24’de birinci aday tedarikçi için karlılık, kalite, hizmet performansı, hızlı cevap yeteneği, güvenilirlik, sosyal yetenek, kapasite, zamanında teslimat kriterleri için sırasıyla 0,95, 0,81121, 0,5, 0,81695, 0,7345, 0,74382, 0,8 ve 0,95 sayısal değerleri girilmiştir. Global dış satın alma bulanık çıkarım sisteminde 0,95 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Yüksek” sözel değişkenine, 0,81121 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “İyi” sözel değişkenine, 0,5 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Orta” sözel değişkenine, 0,81695 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “İyi” sözel değişkenine, 0,7345 kesin girdisi 0,77 üyelik değeri ile “Güvenilir” sözel değişkenine, 0,74382 kesin girdisi 0,79 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine, 0,8 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine, 0,95 kesin girdisi 1 üyelik değeri ile “Yeterli” sözel değişkenine ait olduğu belirlenir. Ek 14’de yer alan global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar incelendiğinde girdinin 49. kuralla ilgili olduğu belirlenir ve değerlendirme şu şekilde yapılır.

Kural 49: EĞER Karlılık “Yüksek” VE Kalite “İyi” VE Hizmet Performansı “Orta” VE Hızlı Cevap Yeteneği “İyi” VE Güvenilirlik “Yeterli” VE Sosyal Yetenek “Yeterli” VE Kapasite “Yeterli” VE Zamanında Teslimat “Yeterli”

O HALDE Global Dış Satın Alma Kararı “ Çok İyi ”

Değerlendirme: $\min(1, 1, 1, 1, 0,77, 0,79, 1, 1) = 0,77$

Global dış satın alma kararı=Çok iyi

Global dış satın alma kararı için girilen girdiler sadece bir kuralla ilgili olduğundan, çıktı için küme birleşimi işlemine gerek kalmaz. Şekil 3.13’de gösterildiği şekilde elde edilen alana, alan merkezi durulama yöntemi uygulanarak, kesin girdi elde edilir. Durulama işlemi sonucunda 93,7718 sayısal değeri elde edilir. Diğer aday tedarikçiler için de benzer işlemler yapılarak, aday tedarikçilerin değerlendirme sonuçları görülebilir.

5. SONUÇ

Global pazarların oluştuğu günümüzde, işletmeler bu pazarlarda rekabet edebilmek, mevcut gücünü sürdürebilmek amacıyla yeni çalışma yöntemlerini benimsemek zorunda kalmışlardır. Bu yoğun ortam içinde global dış satın alma son yıllarda endüstrinin ilgisini çeken bir yöntem olmuştur.

Global dış satın alma, kısaca, işletmenin belirli bir faaliyetini farklı ülkedeki bir tedarikçiye iletmesi olarak tanımlanabilir. İşletmelerin tüm ihtiyaçlarını üretmesi, işletmeler için daha zor ve daha az ekonomik olmaktadır. Günümüz endüstrisinde eğilim, hammadde ve yarı mamulü, tedarikçilerden temin etmek yönündedir. İşletmelerin farklı ülkedeki tedarikçiyi seçmesinin tek nedeni maliyet kazanımı gibi görünse de, gerçekte, yöneticiler birçok kriterin eş zamanlı değerlendirmesini yaparak karar vermektedirler. Satın alma fonksiyonunun öneminin artmasıyla satın alma kararları daha önemli hale gelmiştir. İşletmelerin tedarikçilerine bağımlılığı arttıkça kötü kararların sonuçları daha şiddetli hissedilmektedir.

Düşük maliyetli ülkelere yapılan satın alma, global dış satın almanın içinde yer alan bir uygulamadır. Son yıllarda ABD ve AB’de bulunan işletmelerin dış satın alma gerçekleştirdikleri ülkeler incelendiğinde, tercihlerin Çin, Hindistan, Meksika, Çek Cumhuriyeti, Polonya gibi düşük maliyetli ülkelere kaydığı gözlenmektedir.

Hazır giyim sektörü, belirsiz talep yapısı, ürün çeşitliliği, üretim aşamalarında insan emeğinin yoğun olması ile oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Özellikle talebin belirsiz olması ve ürün çeşitliliği tedarik zinciri yönetimini zorlaştırmaktadır. Tedarik zinciri üyeleri stok fazlası ya da kayıp satış durumuyla sıkça karşılaşmaktadırlar.

Hazır giyim sektöründeki üreticiler de son yıllarda yarı mamul ya da bitmiş ürünü düşük maliyetli ülkelere (özellikle çalışan maliyetinin düşük olduğu ülkelere) satın alma yöntemini tercih etmektedirler. Sektörde zaten karmaşık olan tedarik zinciri yönetimi, zincire yabancı üyelerin girmesiyle daha da zorlaşmaktadır.

Yapılmış olan doktora tez çalışmasının amacı hazır giyim sektöründe global dış satın alma kararları için bulanık mantık tabanlı karar destek sisteminin oluşturulmasıdır. Bu sistem iki bileşenden oluşmaktadır. Sistemin birinci bileşeni adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi ile oluşturulan talep tahmin sistemi, ikinci bileşen ise, bulanık mantık tabanlı global dış satın alma karar destek sistemidir.

Talep tahmin modülü oluşturulmadan önce hazır giyim sektöründe yurt içinde ve yurt dışında faaliyet gösteren, konusunda uzman işletmelerle çeşitli görüşmeler yapılmış ve literatürde yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Bu incelemelerin sonucunda hazır giyim sektöründe geçmişe ait satış verisinin mevcut olmaması, satış verisi mevcut olsa bile, değerlerin çok güvenilir olmaması, müşteri satın alma isteğinin anlık olması nedeni ile talep tahmin süreci çok karmaşık olarak tanımlandığı belirlenmiştir. Ayrıca sektörde yaygın olarak kullanılan bir talep tahmin yönteminin bulunmadığı tespit edilmiştir. Talep tahmini analitik yöntemlerden ziyade uzman görüşüne dayanılarak yapılmaktadır. Ayrıca mevcut talep tahmin değerlerinin, yeterli donanımına sahip tahmin ediciler olmaması, tahmin sırasında belirli bir yöntem kullanılmaması nedeni ile çok güvenilir değerler olmadığı belirtilmektedir. Hazır giyim sektörünün talep tahmin konusunda, bu eksikliklere sahip olduğu tespit edildiğinden, bu tez çalışmasında talep tahmin sisteminin kullanılması ile sektörün ihtiyaçlarına katkı yapıldığı düşünülmektedir.

Literatürde karar verme yöntemleri incelendiğine, istatistiksel yöntemlerin genelde belirli bir döngüye sahip veriler için uygun yöntemler olduğu ayrıca çok fazla miktarda geçmiş satış verisine ihtiyaç duyduğu belirtilmiştir. Hazır giyim sektörü yapısı nedeni ile geçmiş satış verisi oluşmayabilir; çünkü, belirli bir ürün tahmin yapılacak sezonda ilk defa koleksiyonda yer alıyor olabilir ve bir sonraki koleksiyonda da yer almayabilir. Ayrıca sektör, ülkedeki politik ve finansal değişimlerden çok fazla etkilendiğinden, bu anlık değişimlerin istatistiksel yöntemlerle takip edilebilmesinin mümkün olmadığı düşünülmüştür.

Bu çalışmada talep tahmin yöntemi olarak, sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım yönteminin tercih edilmesinin nedenleri aşağıda özetlenmiştir:

- Literatürde sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım yöntemi ile yapılmış çok fazla çalışma yoktur. Bu yönde eksiklik olduğu düşünülürse, çalışmanın literatüre katkı yaptığı söylenebilir.
- Talep tahmini için değerlendirilen kriterler hem niceliksel hem de niteliksel özellikte olan kriterlerdir. Bulanık mantık tabanlı sistemlerin niteliksel faktörler için uygun bir yöntem olduğu literatürde yapılmış bir çok çalışmada açıkça belirtilmektedir.
- Literatürde yapılan çalışmalarda, talep tahmini için hibrit yöntemlerin kullanılmasının, gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Tek

başına bulanık mantık yöntemi, talep tahmini için pek önerilmemektedir, ancak sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım yöntemi, sinirsel ağın öğrenme mekanizmasını bulanık mantık çerçevesi ile birleştirdiğinden, yapay sinir ağları yöntemine göre daha doğru sonuçlar ortaya çıkarmaktadır.

Talep tahmin sistemi oluşturulurken hazır giyim sektöründe global dış satın alma yöntemini uygulayan aynı zamanda da hazır giyim sektörü için büyük bir global tedarikçi olan bir işletme ile görüşmeler yapılmış, sistemin parametreleri belirlenirken işletme deneyimlerinden ve literatür çalışmalarından yararlanılmıştır. Bulanık çıkarım mekanizmasının oluşturulmasında Matlab Fuzzy Logic Toolbox kullanılmıştır.

Sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım yöntemi ile oluşturulmuş talep tahmin sistemi için, farklı ürün tiplerine ait 24 aylık geçmiş talep verisi incelenmiş, eğitim ve doğrulama kümeleri ile Sugeno tipi bulanık kurallar oluşturulmuştur. Sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sisteminin oluşturulmasında uygun parametrelerin elde edilmesi için farklı denemeler yapılmıştır. Talep tahmini için oluşturulan sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sisteminin performansının karşılaştırılması için aynı eğitim ve doğrulama kümeleri kullanılarak yapay sinir ağı (YSA) modeli oluşturulmuştur. En uygun YSA yapısının belirlenmesi için de gizli katman sayısı, gizli katmandaki nöron sayıları, öğrenme oranı ve momentum değerleri değiştirilerek farklı denemeler yapılmıştır. YSA'nın eğitim sırasında düşük eğitim hatası vermesine rağmen, test aşamasında sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemine göre daha kötü talep tahmin değerleri verdiği tespit edilmiştir. Üç farklı ürün grubu için 24 aylık talep tahmini, hem sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım modeli hem de YSA modeli için oluşturulmuş, sonuçta sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım modelinin gerçeğe çok daha yakın değerler verdiği tespit edilmiştir.

Sistemin ikinci bileşeni “yap ya da satın al” kararının tedarikçilere göre değerlendirilmesidir. Yap ya da satın al kararının işletmenin stratejik gelişimi açısından çok önemli bir karar aşaması olduğu literatürde belirtilmektedir. Ancak bu kararı değerlendirmek için işletmelerin belirli bir yönteme sahip olmaması nedeni ile bu karar yanlış değerlendirilebilmektedir. Literatürde daha önce global dış satın alma yöntemi ile ilgili çalışmalara bakıldığında, bu problemin ağırlıklı olarak maliyet açısından incelendiği görülmüştür. Oluşturulan modeller genelde maliyet tabanlı modellerdir.

Kararın değerlendirilmesi sırasında, çok kriterli değerlendirmeler ya da niteliksel faktörlerin de dikkate alındığı değerlendirmelerin yapılmadığı görölmektedir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri incelendiğinde literatürde ağırlıklı olarak AHP yönteminin kullanıldığı görölmektedir. AHP kriterlerin ikili karşılaştırmalarına dayanan bir yöntemdir. Kriter sayısı arttıkça sistemin karmaşıklığı artar. Matematiksel modellerin de niteliksel kriterleri değerlendirmede yetersiz yöntemler olduğu belirtilmektedir. Çok amaçlı karar verme problemlerine bakıldığında ise literatürde en çok hedef programlamanın kullanıldığı belirtilmektedir. Ancak hedef programlamada da hedeflerin ve kısıtların belirlenmesinin, karar vericinin yeterli bilgiye sahip olmaması nedeni ile çok zor olduğu belirtilmiştir.

Karar verme sürecinin insani bir durum olması, bu sürecin çok fazla subjektivite içermesi nedeni ile literatürde bu tip problemlerin çözümü için bulanık mantık tabanlı sistemler önerilmektedir. Bulanık mantık doğası gereği, muğlak verilerle, belirsiz verilerle çalışabilen ya da mevcut problem ile ilgili çok fazla verinin olmaması durumunda karmaşık sistemlerin matematiksel modellenmesine gerek kalmadan çözülmesi için uygun bir yöntemdir.

Literatürde yapılmış çalışmalara bakıldığında global dış satın alma kararları için niceliksel kriterler yerine daha çok niteliksel kriterler değerlendirilmektedir. Bu nedenle oluşturulan karar destek sisteminde aday tedarikçiler değerlendirilirken hem niceliksel hem de niteliksel kriterlerin değerlendirmesi yapılmıştır. Niteliksel kriterlerin değerlendirilmesi için de bulanık mantık yönteminin uygun bir yöntem olduğu literatürde yapılmış çalışmalarda belirtilmektedir.

Global dış satın alma karar değerlendirme süreci için karlılık, kalite, hizmet performansı, hızlı cevap yeteneği, güvenilirlik, sosyal faktörler, kapasite ve zamanında teslimat bilgilerini içeren sekiz farklı ana kriter tanımlanmıştır. Kalite, hizmet performansı, hızlı cevap yeteneği, güvenilirlik ve sosyal yetenek kriterleri için ayrı alt kriterler tanımlanmış ve bu ana kriterlerin her biri için Matlab Fuzzy Logic Toolbox kullanılarak farklı bulanık çıkarım sistemleri oluşturulmuştur. Bulanık çıkarım sistemi oluşturulurken, her bir sistem için farklı üyelik fonksiyonları için denemeler yapılmıştır. Ayrıca oluşturulan her bir sistemin doğrulanması için test kümeleri oluşturulmuş, bulanık çıkarım sistemlerinin test kümeleri için doğru cevaplar verdiği tespit edilmiştir.

Oluşturulan model, literatürde karmaşık bir problem olarak tanımlanan global dış satın alma karar süreci için kolay ve etkin bir yöntem önermektedir. Bulanık mantık tabanlı karar destek sistemi hem niteliksel hem de niceliksel kriterlerin eş zamanlı değerlendirilmesini sağlayarak, global dış satın alma karar sürecinde kullanıcıya, büyük esneklik sağlamaktadır. Literatürde ve hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren işletmelerle yapılan görüşmeler sonucunda global dış satın alma kararının değerlendirilmesinde ve talebin tahmin edilmesinde hazır giyim sektörünün etkin olarak kullandığı analitik bir yöntem olmadığı tespit edilmiştir. Bu açıdan bu çalışmada geliştirilen karar destek sisteminin sonuçları gerçeğe çok yakın değerler olduğundan, karar destek sisteminin hem araştırmacılar hem de sektör kullanıcıları için uygun bir yöntem olduğu belirtilebilir. Oluşturulan talep tahmin modeliyle hazır giyim üreticileri için talep tahmini kolayca yapılmaktadır. Talep tahmini yapılırken niceliksel ve niteliksel kriterlerin eşzamanlı değerlendirilmesini sağlayan sinirsel ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi, gerçek talep değerine oldukça yakın değerler vermiştir.

Hazır giyim sektöründe global dış satın alma karar sürecinde uzman eğitimi zaman alabilir ya da işletmede iyi eğitilmiş güvenilir uzman bulunmayabilir. Ayrıca çalışanlar karar süreci için çok uzun zaman harcayabilir, günlük mesai yoğunluğu nedeniyle yanlış karar verebilir, karar sürecinde objektif olamayabilirler. Oluşturulan karar destek sistemi istenildiği zaman, istenilen sıklıkta çalıştırılabilir. Sistem kullanıcıya destek olur ve yanlış karar verme ihtimali yoktur. Karar destek sistemi karar vericiye destek olur, kullanımı kolaydır, hızlı işlem yapar ve kullanıcıyı strese sokmadan karar verilmesini sağlar.

Karar destek sistemi oluşturulurken, bulanık çıkarım sistemi için gerekli olan üyelik fonksiyon değerleri ve kurallar hazır giyim sektörünün genel özellikleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Farklı bir işletme sistemi kullanmadan önce gerekli testleri yapıp, sonuçların iyi olması durumunda karar destek sistemini güvenle kullanabilir.

Bulanık mantık tabanlı global dış satın alma karar değerlendirme modeli sayesinde, hazır giyim sektöründe global dış satın alma karar süreci bulanık çıkarım yöntemiyle modellenmiş, karar verme sürecinde herhangi bir formülasyona ihtiyaç kalmadan, karmaşıklık ve belirsizlikler çözülmüş, karar sürecinin karar vericiye bağlılığı ve karar sürecinde harcanan zaman azaltılmış ve hazır giyim sektöründe işletmelerin kolaylıkla kullanabileceği bir karar destek sistemi tasarımı yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abernathy, F.H., Dunlop, J.T., Hammond, J.H., Weil, D. 2000.** Control your inventory in a world of lean retailing. *Harv. Bus. Rev.*, November-December: 169-176.
- Abo-Sinna, M.A. 2004.** Multiple objective (fuzzy) dynamic programming problems: a survey and some applications. *Appl. Math. Comput.*, 157: 861–888.
- Albino, V., Garavelli, A.C. 1998.** A neural network application to subcontractor rating in construction firms. *Int. J. Proj. Manag.*, 16(1): 9-14.
- Anderson, M.C. 1997.** Measurement a primer in measuring outsourcing results. *Natl. Product. Rev. (1986-1998)*, 17(1): 33-41.
- Antonucci, Y.L., Lordi, F.C., Tucker III, J.J. 1998.** The pros and cons of IT outsourcing. *J. Account.*, 185(6): 26-30.
- Au, K.F., Wong, W.K., Zeng, X.H. 2006.** Decision model for country site selection of overseas clothing plants. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 29: 408–417.
- Au, K.F., Wong, M.C. 2008.** Decision factors in global textile and apparel sourcing after quota elimination. *The Bus. Rev.*, 9(2): 153-157.
- Baykal, N., Beyan, T. 2004.** Bulanık mantık ilke ve temelleri. Bıçaklar Kitabevi, Ankara, 406 s.
- Bellman, R.E., Zadeh, L.A. 1970.** Decision making in a fuzzy environment. *Manag. Sci.*, 17(4): 141-164.
- Boer, L., Labro, E., Morlacchi, P. 2001.** A review of methods supporting supplier selection. *Eur. J. Purch. & Supply Manag.*, 7: 75-89.
- Bose, N.K., Liang, P. 1996.** Neural Network Fundamentals with Graphs. Algorithms, and Applications. McGraw-Hill Inc., New York, 478 pp.
- Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K., Peldschus, F., Turskis, Z. 2008.** Multi objective decision making for road design. *Transp.*, 23(3): 183-193.
- Bruce, M, Daly, L., Towers, N. 2004.** Lean or agile: A solution for supply chain management in the textiles and clothing industry. *Int. J. Oper. & Prod. Manag.*, 24(1/2): 151-170.
- Brush, T.H., Martin, C.A., Karnani, A. 1999.** The plant location decision in multinational manufacturing firms: An empirical analysis of international business and manufacturing strategy perspectives. *Prod. and Oper. Manag.*, 8: 109-132.
- Büyüközkan, G., Feyzioğlu, O. 2006.** An intelligent decision support system for IT outsourcing. Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, Third International Conference, FSKD 2006, September 24-28, 2006, Xi'an, China.
- Canel, C., Das, S. R. 2002.** Modeling global facility location decisions: integrating marketing and manufacturing decisions. *Ind. Manag. and Data Syst.*, 102(2): 110-118.
- Canel, C., Khumawala, B.M. 1996.** A mixed-integer programming approach for the international facilities location problem. *Int. J. Oper. & Prod. Manag.*, 16(4): 49-68.
- Canel, C., Khumawala, B.M. 1997.** Multi-period international facilities location: an algorithm and application. *Int. J. Prod. Res.*, 35(7): 1891- 1910.
- Canel, C., Khumawala, B.M. 2001.** International facilities location: a heuristic procedure for the dynamic uncapacitated problem. *Int. J. Prod. Res.*, 39(17): 3975-4000.
- Cao, N., Zhang, Z., To, K. M., Ng, K. P. 2008.** How are supply chains coordinated? An empirical observation in textile-apparel businesses. *J. Fash. Mark. and Manag.*, 12(3): 384-397.

- Carrera, D.A., Mayorga, R.V. 2008.** Supply chain management: a modular fuzzy inference system approach in supplier selection for new product development. *J. Intel. Manuf.*, 19:1–12.
- Carter, J.R., Maltz, A., Yan, T., Maltz, E. 2008.** How procurement managers view low cost countries and geographies. *Int. J. Phys. Distrib. & Logist. Manag.*, 38(3): 224-243.
- Chan, F.T.S., Chan, H. K., Chan, M. H. 2003.** In integrated fuzzy decision support system for multicriterion decision-making problems . *Proc. Inst. Mech. Eng.*, 217(1): 11-27.
- Chan, F.T.S., Kumar, N., Tiwari, M. K., Lau, H. C. W., Choy, K. L. 2008.** Global supplier selection: a fuzzy-AHP approach. *Int. J. Prod. Res.*, 46(14): 3825–3857.
- Chen, F., Drezner, Z. , Ryan, J.K., Levi, D. S. 2000.** Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: The impact of forecasting, lead times, and information. *Manag. Sci.*, 46(3): 436-443.
- Choy, K.L., Fan, K.K.H., Lo, V. 2003a.** Development of an intelligent customer-supplier relationship management system: the application of case-based reasoning. *Ind. Manag. & Data Syst.*, 103(4): 263-274.
- Choy, K.L., Lee, W.B., Lo, V. 2003b.** Design of an intelligent supplier relationship management system: a hybrid case based neural network approach. *Expert Syst. with App.*, 24:225-237.
- Choy, K.L., Lee, W.B., Lau, H.C.W., Choy, L.C. 2005.** A knowledge-based supplier intelligence retrieval system for outsource manufacturing. *Knowl.-Based Syst.*, 18: 1–17.
- Christopher, M., Peck, H. 1997.** Managing logistics in fashion markets. *The Int. J. Log. Manag.*, 8(2): 63-74.
- Coman, A., Ronen, B. 2000.** Production outsourcing: a linear programming model for the theory-of-constraints. *Int. J. Prod. Res.*, 38(7): 1631-1639.
- Czogala, E., Leski, J. 2000.** Fuzzy and neuro fuzzy intelligent systems. Physica - Verlag Heidelberg, Newyork, 193 pp.
- Dana, L.P., Hamilton, R. T., Pauwels, B. 2007.** Evaluating offshore and domestic production in the apparel industry: The small firm's perspective. *J. Int. Entrep.*, 5 (3-4): 47–63.
- Dasu, S., Torre, J. 1997.** Optimizing an international network of partially owned plants under conditions of trade liberalization. *Manag. Sci.*, 43(3): 313-333.
- Deb, S.K., Bhattacharyya, B. 2005.** Fuzzy decision support system for manufacturing facilities layout planning. *Decis. Support Syst.*, 40: 305– 314.
- DeToni, A., Meneghetti, A. 2000.** The production planning process for a network of firms in the textile-apparel industry. *Int. J. Prod. Econ.*, 65: 17-32.
- Demuth, H., Beale, M. 2000.** Neural Network Toolbox. The Mathworks Inc., USA.
- Efe, Ö., Kaynak, O. 2000.** Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları. Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 141 s.
- Efendigil, T., Önüt, S., Kahraman, C. 2009.** A decision support system for demand forecasting with artificial neural networks and neuro-fuzzy models: A comparative analysis. *Expert Syst. with App.*, 36: 6697–6707.
- El-Wahed, W.F.A., Abo-Sinna, M.A. 2001.** A hybrid fuzzy-goal programming approach to multiple objective decision making problems. *Fuzzy Sets and Syst.*, 119: 71-85.
- Elmas, Ç. 2003.** Yapay Sinir Ağları. Seçkin Yayıncılık. Ankara, 192 s.

- Escoda, I., Ortega, A., Sanz, A., Herms, A. 1997.** Demand forecast by neuro-fuzzy techniques. *Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on 1-5 July 1997*, 3: 1381-1386.
- Feng, C.M., Wu, P.J. 2009.** A tax savings model for the emerging global manufacturing network. *Int. J. Prod. Econ.*, 122(2): 534-546.
- Fernandez, I., Puente, J., Garcia, N., Gomez, A. 2008.** A decision-making support system on a products recovery management framework. A fuzzy approach. *Concurr. Eng.: Res. Appl.*, 16(2): 129-138.
- Fırat, M., Güngör, M. 2004.** Askı madde konsantrasyonu ve miktarının yapay sinir ağları ile belirlenmesi. *IMO Teknik Dergi*, 219: 3267-3282.
- Figueiredo, M., Gomide, F. 1999.** Design of fuzzy systems using neurofuzzy networks. *IEEE Trans. Neural Netw.*, 10(4): 815-827.
- Fisher, M., Raman, A. 1996.** Reducing the cost of demand uncertainty through accurate response to early sales. *Oper. Res.*, 44(1): 87-99.
- Frank, C., Garg, A., Raheja, A., Sztandera, L. 2003.** Forecasting women's apparel sales using mathematical modeling. *Int. J. Cloth. Sci. Technol.*, 15(2): 107-125.
- Goh, M., Lim, J.Y.S., Meng, F. 2007.** A stochastic model for risk management in global supply chain networks. *Eur. J. Oper. Res.*, 182: 164-173.
- Gottfredson, M., Puryear, R., Phillips, S. 2005.** Strategic sourcing from periphery to the core. *Harv. Bus. Rev.*, February: 132-139.
- Graves, S.C., Kletter, D.B., Hetzel, W.B. 1998.** A dynamic model for requirements planning with application to supply chain optimization. *Oper. Res.*, 46(3): 35-49.
- Greening, L.A., Bernow, S. 2004.** Design of coordinated energy and environmental policies: use of multi-criteria decision-making. *Energy Policy*, 32: 721-735.
- Guiffrida, A.L., Nagi, R. 1998.** Fuzzy set theory applications in production management research: a literature survey. *J. Intel. Manuf.*, 9: 39-56.
- Hadjinicola, G.C., Kumar, K.R. 2002.** Modeling manufacturing and marketing options in international operations. *Int. J. Prod. Econ.*, 75: 287-304.
- Hajidimitriou, Y.A., Georgiou, A.C. 2000.** International site selection decisions using multi objective methods. *American Bus. Rev.*, June: 87-95.
- Haris, A., Giunipero, L.C., Tomas, G., Hult, M. 1998.** Impact of organizational and contract flexibility on outsourcing contracts. *Indust. Market. Manag.*, 27: 373-384.
- Haykin, S. 1994.** *Neural Networks*. Macmillan Publishing Company, USA, 696 pp.
- Haykin, S. 2009.** *Neural Networks and Learning Machines*. Pearson Prentice Hall, USA, 934pp.
- Hibon, M., Evgeniou, T. 2005.** To combine or not to combine: selecting among forecasts and their combinations. *Int. J. Forecast.*, 21: 15-24.
- Ho, W., Xu, X., Dey, P.K. 2010.** Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *Eur. J. Oper. Res.*, 202 (1): 16-24.
- Huang, M.G. 2009.** Real options approach-based demand forecasting method for a range of products with highly volatile and correlated demand. *Eur. J. Oper. Res.*, 198: 867-877.
- Huchzermeier, A., Cohen, M.A. 1996.** Valuing operational flexibility under exchange rate risk. *Oper. Res., Special Issue on New Directions in Operations Management*, 44(1): 100-113.
- Humphreys, P., McIvor, R., Huang, G. 2002.** An expert system for valuating the make or buy decision. *Comput. Indust. Eng.*, 42: 567-585.

- Iyer, A.V., Bergen, M.E. 1997.** Quick response in manufacturer-retailer channels. *Manag. Sci.*, 43(4): 559-570.
- Jacobs, D. 2006.** The promise of demand chain management in fashion. *J. Fash. Mark. and Manag.*, 10(1), 84-96.
- Jang, J.S.R 1993.** ANFIS : Adaptive-network-based fuzzy inference system. *IEEE Trans. Syst., Man and Cybern.*, 23(3), 665-685.
- Jang, J. S. R., Sun, C. T. 1995.** Neuro-Fuzzy Modeling and Control. *Proc. of the IEEE Special Issue on Fuzzy Logic in Eng. Appl.*, 83 (3): 378 - 406.
- Jin, B. 2004.** Apparel industry in East Asian newly industrialized countries Competitive advantage, challenge and implications. *J. Fash. Mark. and Manag.*, 8(2): 230-244.
- Kim, Y., Rucker, M. 2005.** Production sourcing strategies in the U.S. apparel industry: A modified transaction cost approach. *Cloth. Text. Res. J.*, 23(1): 1-12.
- Kotabe, M. 1998.** Efficiency vs. effectiveness orientation of global sourcing strategy: A comparison of U.S. and Japanese multinational companies. *Acad. Manag. Executive*, 12(4): 107-119.
- Kotabe, M., Murray, J.Y. 2004.** Global sourcing strategy and sustainable competitive advantage. *Ind. Market. Manag.*, 33: 7– 14.
- Kotabe, M., Mol, M.J., Murray, J.Y. 2008.** Outsourcing, performance, and the role of e-commerce: A dynamic perspective. *Ind. Marke. Manag.*, 37: 37–45.
- Kouvelis, P., Gutierrez, G.J. 1997.** The newsvendor problem in a global market: optimal centralized and decentralized control policies for a two market stochastic inventory system. *Manag. Sci.*, 43(5): 571-585.
- Kouvelis, P. 1999.** Global sourcing strategies under exchange rate uncertainty: Quantitative Models for Supply Chain Management. . Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 839 pp.
- Kremic, T., Icmeli Tukel, O., Rom, W. O. 2006.** Outsourcing decision support: a survey of benefits, risks, and decision factors. *Supply Chain Manag.: An Int. J.*, 11(6): 467–482.
- Ku, C.Y., Chang, C.T., Ho, H.P. 2010.** Global supplier selection using fuzzy analytic hierarchy process and fuzzy goal programming. *Qual. & Quant.*, 44(4): 623-640.
- Kumar, S., Arbi, A.S. 2008.** Outsourcing strategies for apparel manufacture: a case study. *J. Manuf. Technol. Manag.*, 19(1): 73-91.
- Kumar, S., Palanisamy, V. 2008.** A hybrid fuzzy dynamic programming approach to unit commitment. *IE(I) Journal–EL*, 88: 3-9.
- Kuo, R.J. 2001.** A sales forecasting system based on fuzzy neural network with initial weights generated by genetic algorithm. *Eur. J. Oper. Res.*, 129: 496-517.
- Kuo, R.J., Wub, P., Wang, C.P. 2002.** An intelligent sales forecasting system through integration of artificial neural networks and fuzzy neural networks with fuzzy weight elimination. *Neural Networks*, 15: 909–925.
- Levy, D.L. 2005.** Off shoring in the new global political economy. *J. Manag. Studies*, 42(3): 685-693.
- Liao, S.H. 2005.** Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004. *Expert Syst. with App.*, 28: 93–103.
- Lin, C.T., Lee, C.S.G. 1996.** Neural Fuzzy Systems. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, 797 pp.
- Lin, S.H., Moore, M.A., Kincade, D.H., Avery, C. 2002.** Dimensions of apparel manufacturing strategy and production management. *Int. J. Cloth. Sci. Technol.*, 14(1): 46–60.

- Lin, Z.K., Wang, J. J., Qin, Y.Y. 2007.** A decision model for selecting an offshore outsourcing location: using a multicriteria method. Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, 27.29 Aug., 2007, Philadelphia, PA, USA.
- Lowe, T.J., Wendell, R.E., Hu, G. 2002.** Screening location strategies to reduce exchange rate risk. *Eur. J. Oper. Res.*, 136: 573-590.
- Lowson, R.H. 2003.** Apparel sourcing: assessing the true operational cost. *Int. J. Cloth. Sci. Technol.*, 15(5): 335-345.
- Ma, J., Lu, J., Zhang, G. 2010.** Decider: A fuzzy multi-criteria group decision support system. *Knowl.-Based Syst.*, 23(1): 23-31.
- Maltz, A., A. Oke, P. E. Christiansen, 2009.** Yazılı görüşme. Arizona State University, e-posta: arnie.maltz@asu.edu.
- Marler, R.T., Arora, J.S. 2004.** Survey of multi-objective optimization methods for engineering. *Struct. Multidiscip. Optim.*, 26(6): 369–395.
- Matlab 2009.** Fuzzy Logic Toolbox User's Guide
- Matos, M.A. 2007.** Decision under risk as a multicriteria problem. *Eur. J. Oper. Res.*, 181: 1516–1529.
- Matsatsinis, N.F., Samaras, A.P. 2001.** MCDA and preference disaggregation in group decision support systems. *Eur. J. Oper. Res.*, 130: 414-429.
- McIvor, R.T., Humphreys, P.K. 2000.** A case-based reasoning approach to the make or buy decision. *Integr. Manuf. Syst.*, 11(5): 295-310.
- Mol, M.J., Tulder, R.J.M., Beije, P.R. 2005.** Antecedents and performance consequences of international outsourcing. *Intern. Bus. Rev.*, 14: 599–617.
- Mostard, J., Teunter, R., Koster, R. 2011.** Forecasting demand for single-period products: A case study in the apparel industry. *Eur. J. Oper. Res.*, 211: 139-147.
- Motwani, J., Youssef, M., Kathawala, Y., Futch, E. 1999.** Supplier selection in developing countries: a model development. *Integr. Manuf. Syst.*, 10(3): 154-161.
- Mula, J., Poler, R., Garcia-Sabater, J. P. 2008.** Capacity and material requirement planning modeling by comparing deterministic and fuzzy models. *Int. J. Prod. Res.*, 46(20): 5589–5606.
- Munson, C.L., Rosenblatt, M.J. 1997.** The impact of local content rules on global sourcing decisions. *Prod. and Oper. Manag.*, 6(3): 277-290.
- Narasimhan, R., Talluri, S., Mahapatra, S. K. 2006.** Multiproduct, multicriteria model for supplier selection with product life-cycle considerations. *Decis. Sci.*, 37(4): 577-603.
- Nooteboom, B. 1999.** Inter-Firm Alliances : Analysis and Design. Routledge, London, 251 pp.
- Özçalık, H.R., Uygur, A.F. 2003.** Dinamik sistemlerin uyumlu sinirsel-bulanık ağ yapısına dayalı etkin modellenmesi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6 (1):36-46.
- Öztemel, E. 2003.** Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, İstanbul, 232 s.
- Perron, S., Hansen, P., Digabel, S., Mladenovic, N. 2010.** Exact and heuristic solutions of the global supply chain problem with transfer pricing. *Eur. J. Oper. Res.*, 202(3): 864-879.
- Petrovic, D., Xie, Y., Burnham, K. 2006.** Fuzzy decision support system for demand forecasting with a learning mechanism. *Fuzzy Sets and Syst.*, 157: 1713 – 1725.
- Probert, D.R. 1996.** The practical development of a make or buy strategy: the issue of process positioning. *Integr. Manuf. Syst.*, 7(2): 44–51.

- Qin, Z., Jiang, Y. 2008.** An IT outsourcing cost estimation model based on fuzzy decision tree. *J. Commun. Comput.*, 5(2): 56-62.
- Quinn, J.B. 1999.** Strategic outsourcing: leveraging knowledge capabilities. *Sloan Manag. Rev.*, Summer: 9-21.
- Raman, A. 1999.** Managing inventory for fashion products. *Quantitative Models for Supply Chain Management*. Kluwer Academic Publishers, Boston, 839 pp.
- Ray, A., Sarkar, B., Sanyal, S. 2008.** A holistic approach for production outsourcing. *Strateg. Outsourcing: An Int. J.*, 1(2): 142-153.
- Reddy, B.C.M., Reddy, K.H., Reddy, C.N.M., Reddy, K.V. K. 2008.** Quota allocation to distributors of the supply chain under distributors' uncertainty and demand uncertainty by using fuzzy goal programming. *Jordan J. Mech. and Ind. Eng.*, 2(4): 215-224.
- Ren, J., Yusuf, Y.Y., Burns, N.D. 2009.** A decision-support framework for agile enterprise partnering. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 41:180–192.
- Rommelfanger, H.J. 2004.** The advantages of fuzzy optimization models in practical use. *Fuzzy Optim. Decis. Mak.*, 3: 295–309.
- Ross, T.J. 2004.** Fuzzy logic with engineering applications. John Wiley & Sons Ltd., England, 628 pp.
- Saaty, T.L., 1999.** Fundamentals of the analytic network process. ISAHP, August 12-14, 1999, Kobe, Japan.
- Saaty, T.L., Özdemir, M.S. 2003.** Why the magic number seven plus or minus two. *Math. Comput. Model.*, 38: 233-244.
- Saaty, T.L. 2006.** Rank from comparisons and from ratings in the analytic hierarchy/network processes. *Eur. J. Oper. Res.*, 168: 557–570.
- Sarkis, J., Talluri, S. 2002.** A model for strategic supplier selection. *J. Supply Chain Manag.*, 38(1): 18-28.
- Sayed, H.E., Gabbar, H.A., Miyazaki, S. 2009.** A hybrid statistical genetic-based demand forecasting expert system. *Expert Syst. with App.*, 36: 11662–11670.
- Stewart, T.J. 1992.** A Critical survey on the status of multiple criteria decision making theory and practice. *OMEGA Int. J. Manag. Sci.*, 20(5/6): 569-586.
- Sun, Z.L., Choi, T.M., Au, K.F., Yu, Y. 2008.** Sales forecasting using extreme learning machine with applications in fashion retailing. *Decis. Support Syst.*, 46: 411–419.
- Tam, F.Y., Moon, K.L., Ng, S.F., Hui, C.L. 2007.** Production sourcing strategies and buyer-supplier relationships A study of the differences between small and large enterprises in the Hong Kong clothing industry. *J. Fash. Mark. and Manag.*, 11(2): 297-306.
- Tan, B. 2001.** On capacity options in lean retailing. Harvard University, Center for Textile and Apparel Research, Research Paper Series, February, Istanbul.
- Teng, S.G., Jaramillo, H. 2005.** A model for evaluation and selection of suppliers in global textile and apparel supply chains. *Int. J. Phys. Distrib. & Logist. Manag.*, 35(7/8): 503-523.
- Thomassey, S., Happiette, M., Castelain, J.M. 2005.** A short and mean-term automatic forecasting system—application to textile logistics. *Eur. J. Oper. Res.*, 161: 275–284.
- Thomassey, S., Fiordaliso, A. 2006.** A hybrid sales forecasting system based on clustering and decision trees. *Decis. Support Syst.*, 42: 408– 421 .

- Thomassey, S. 2010.** Sales forecasts in clothing industry: The key success factor of the supply chain management. *Int. J. Prod. Econ.*, 128: 470-483.
- Timmermans, K. 2005.** The secrets of successful low-cost country sourcing. *Outlook, Accenture*, 2: 62-72.
- Vidal, C.J., Goetschalckx, M. 2000.** Modeling the effect of uncertainties on global logistics systems. *J. Bus. Logist.*, 21(1): 95-120.
- Vidal, C.J., Goetschalckx, M. 2001.** A global supply chain model with transfer pricing and transportation cost allocation. *Eur. J. Oper. Res.*, 129: 134-158.
- Wang, J.J., Gu, R., Diao, X.J. 2008a.** Using a hybrid multi-criteria decision aid method for outsourcing vendor selection. International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 12-14 Oct 2008, Dalian.
- Wang, J.J., Hu, R.B., Diao, X.J. 2008b.** Developing an Outsourcing Decision Model Based on ELECTREI Method. International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 12-14 Oct 2008, Dalian.
- Wei, S., Zhang, J., Li, Z. 1997.** A supplier selecting system using a neural network. IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems, 28-31 October 1997, Beijing, China
- Wierzbicki, A.P. 2000.** Decision support methods and applications: The cross-sections of economics and engineering or environmental issues. *Annu. Rev. Control*, 24: 9-19.
- Yeh, C.H., Chang, Y.H. 2009.** Modeling subjective evaluation for fuzzy group multicriteria decision making. *Eur. J. Oper. Res.*, 194: 464-473.
- Zadeh, L.A. 1965.** Fuzzy sets. *Inf. and Control*, 8:338-353.
- Zarghami, M., Szidarovszky, F. 2009.** Stochastic-fuzzy multi criteria decision making for robust water resources management. *Stoch. Environ. Res. Risk Assess.*, 23(3): 329-339.
- Zeng, A.Z. 2000.** A synthetic study of sourcing strategies. *Ind. Manag. & Data Syst.*, 100(5): 219-226.
- Zhang, G., Lu, J. 2009.** A linguistic intelligent user guide for method selection in multi-objective decision support systems. *Inf. Sci.*, 179: 2299-2308.
- Zhao, X., Xie, J., Leung, J. 2002.** The impact of forecasting model selection on the value of information sharing in a supply chain. *Eur. J. Oper. Res.*, 142: 321-344.
- Zimmermann, H.J. 1996.** Fuzzy set theory and its applications – third edition. Kluwer Academic Publishers, London, 433 pp.

EKLER

- EK 1** Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri
- EK 2** Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının doğrulanması için kullanılan girdi ve çıktı verileri
- EK 3** Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısında kullanılan Sugeno tipi kurallar
- EK 4** Talep tahmin sistemi için oluşturulan YSA tasarımı için farklı ağ yapılarının eğitim ve test kümesi hata değerleri
- EK 5** Üç ürün grubuna ait 24 aylık test verisi için girdi ve çıktı değerleri
- EK 6** Kalite bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası
- EK 7** Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası
- EK 8** Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar
- EK 9** Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası
- EK 10** Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar
- EK 11** Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası
- EK 12** Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar
- EK 13** Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası
- EK 14** Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

EK 1 Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRDİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
10	0,5	0,5	1,50	0,5	9
31	0,5	0,5	2,4	0,5	30
17	0,5	0,5	3,6	0,5	16
8	0,5	0,5	1,2	0,5	8
43	0,5	0,5	3,1	0,5	35
14	0,5	0,5	1,3	1	20
36	0,5	0,5	2,2	1	40
22	0,5	0,5	1,6	1	30
9	0,5	0,5	2,6	1	15
18	0,5	0,5	1,4	1	25
40	0,5	0,5	13,6	0,5	30
45	0,5	0,5	5,8	0,5	37
33	0,5	0,5	6,4	0,5	25
7	0,5	0,5	11,5	0,5	5
19	0,5	0,5	9,1	0,5	14
26	0,5	0,5	7,8	1	20
12	0,5	0,5	12,1	1	10
6	0,5	0,5	10,4	1	5
23	0,5	0,5	4,2	1	20
14	0,5	0,5	6,1	1	10
11	0,5	1	2,4	0,5	9
17	0,5	1	3,2	0,5	15
21	0,5	1	1,8	0,5	17
20	0,5	1	1,3	0,5	16
12	0,5	1	4,4	0,5	8
24	0,5	1	3,9	1	20
33	0,5	1	1,5	1	30
19	0,5	1	2,7	1	20
14	0,5	1	3	1	12
27	0,5	1	1,2	1	25
9	0,5	1	4,2	0,5	7

EK 1 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
32	0,5	1	6	0,5	25
16	0,5	1	9,8	0,5	12
7	0,5	1	11,9	0,5	5
28	0,5	1	12,1	0,5	24
16	0,5	1	7,4	1	14
44	0,5	1	10	1	35
29	0,5	1	9,3	1	23
8	0,5	1	6	1	5
13	0,5	1	8,6	1	10
34	1	0,5	1,9	0,5	35
9	1	0,5	3,2	0,5	10
5	1	0,5	4,3	0,5	7
20	1	0,5	2,5	0,5	22
25	1	0,5	3,4	0,5	28
19	1	0,5	1,8	1	25
42	1	0,5	2,1	1	45
13	1	0,5	2,9	1	20
27	1	0,5	3,6	1	38
16	1	0,5	4,7	1	30
19	1	0,5	10,6	0,5	15
11	1	0,5	14,8	0,5	10
39	1	0,5	5,7	0,5	35
17	1	0,5	9,6	0,5	15
12	1	0,5	7,8	0,5	10
19	1	0,5	6,4	1	21
35	1	0,5	11,6	1	37
43	1	0,5	8,9	1	47
27	1	0,5	10,2	1	30
10	1	0,5	7,4	1	12
6	1	1	2	0,5	7
22	1	1	3,4	0,5	25
2	1	1	4,5	0,5	3

EK 1 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
10	1	1	1,1	0,5	12
37	1	1	2,4	0,5	40
28	1	1	1,7	1	35
36	1	1	4,3	1	40
16	1	1	2,1	1	25
21	1	1	1,8	1	25
18	1	1	1,7	1	25
37	1	1	7	0,5	33
25	1	1	11,2	0,5	20
6	1	1	6,4	0,5	5
24	1	1	12,7	0,5	20
17	1	1	10,5	0,5	15
21	1	1	9,6	1	20
29	1	1	7,3	1	25
19	1	1	14,3	1	15
14	1	1	5,8	1	12
36	1	1	9,5	1	30
75	0,5	0,5	1,3	0,5	75
62	0,5	0,5	5,0	0,5	60
40	0,5	0,5	2,2	0,5	40
69	0,5	0,5	1,7	0,5	65
57	0,5	0,5	3,1	0,5	55
71	0,5	0,5	2,6	1,0	80
39	0,5	0,5	2,8	1,0	45
59	0,5	0,5	4,9	1,0	65
85	0,5	0,5	1,4	1,0	94
47	0,5	0,5	2,4	1,0	50
53	0,5	0,5	13,6	0,5	46
42	0,5	0,5	5,8	0,5	35
40	0,5	0,5	6,5	0,5	32
71	0,5	0,5	11,5	0,5	65
63	0,5	0,5	7,1	0,5	56
74	0,5	0,5	12,3	1,0	65

EK 1 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
43	0,5	0,5	11,9	1,0	36
51	0,5	0,5	9,1	1,0	45
80	0,5	0,5	8,4	1,0	70
57	0,5	0,5	10,0	1,0	50
65	0,5	1,0	0,8	0,5	65
70	0,5	1,0	2,0	0,5	68
57	0,5	1,0	3,6	0,5	45
39	0,5	1,0	1,3	0,5	55
84	0,5	1,0	4,5	0,5	80
56	0,5	1,0	2,7	1,0	55
46	0,5	1,0	2,4	1,0	45
73	0,5	1,0	1,5	1,0	70
83	0,5	1,0	2,6	1,0	80
69	0,5	1,0	4,4	1,0	65
42	0,5	1,0	6,9	0,5	35
70	0,5	1,0	9,8	0,5	55
79	0,5	1,0	4,7	0,5	60
54	0,5	1,0	8,6	0,5	45
62	0,5	1,0	10,4	0,5	50
78	0,5	1,0	9,9	1,0	65
83	0,5	1,0	12,0	1,0	67
71	0,5	1,0	6,7	1,0	55
68	0,5	1,0	10,3	1,0	54
46	0,5	1,0	5,2	1,0	40
80	1,0	0,5	4,7	0,5	75
41	1,0	0,5	3,2	0,5	40
51	1,0	0,5	2,4	0,5	50
65	1,0	0,5	3,3	0,5	60
82	1,0	0,5	2,5	0,5	80
47	1,0	0,5	1,9	1,0	60
79	1,0	0,5	1,6	1,0	85
65	1,0	0,5	4,3	1,0	70
54	1,0	0,5	3,3	1,0	60

EK 1 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
80	1,0	0,5	1,2	1,0	85
59	1,0	0,5	4,7	0,5	55
65	1,0	0,5	11,0	0,5	60
77	1,0	0,5	9,2	0,5	70
70	1,0	0,5	6,3	0,5	60
50	1,0	0,5	10,4	0,5	45
63	1,0	0,5	5,8	1,0	60
59	1,0	0,5	14,1	1,0	55
72	1,0	0,5	7,4	1,0	70
68	1,0	0,5	9,7	1,0	65
45	1,0	0,5	12,9	1,0	40
42	1,0	1,0	1,3	0,5	45
56	1,0	1,0	3,8	0,5	60
81	1,0	1,0	2,6	0,5	85
51	1,0	1,0	2,2	0,5	55
39	1,0	1,0	4,7	0,5	45
58	1,0	1,0	2,0	1,0	63
36	1,0	1,0	3,5	1,0	40
55	1,0	1,0	4,5	1,0	60
63	1,0	1,0	1,6	1,0	68
48	1,0	1,0	1,7	1,0	55
51	1,0	1,0	12,7	0,5	37
69	1,0	1,0	14,2	0,5	50
43	1,0	1,0	7,0	0,5	30
64	1,0	1,0	13,3	0,5	45
83	1,0	1,0	10,2	0,5	60
57	1,0	1,0	12,7	1,0	50
62	1,0	1,0	7,5	1,0	55
77	1,0	1,0	10,3	1,0	70
50	1,0	1,0	11,9	1,0	43
80	1,0	1,0	14,1	1,0	72
143	0,5	0,5	1,4	0,5	140
121	0,5	0,5	2,9	0,5	120

EK 1 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
85	0,5	0,5	3,6	0,5	80
100	0,5	0,5	1,7	0,5	100
109	0,5	0,5	0,9	0,5	110
131	0,5	0,5	2,6	1	140
142	0,5	0,5	3,8	1	145
99	0,5	0,5	4,2	1	110
110	0,5	0,5	1,4	1	125
124	0,5	0,5	2,8	1	130
136	0,5	0,5	12,4	0,5	100
97	0,5	0,5	5,8	0,5	90
105	0,5	0,5	6,9	0,5	95
80	0,5	0,5	9,4	0,5	73
115	0,5	0,5	7,1	0,5	102
97	0,5	0,5	5,4	1	94
135	0,5	0,5	7,8	1	125
86	0,5	0,5	9,8	1	80
120	0,5	0,5	11,3	1	110
110	0,5	0,5	10,6	1	100
91	0,5	1	0,8	0,5	85
106	0,5	1	2,3	0,5	100
134	0,5	1	3,6	0,5	125
110	0,5	1	1,2	0,5	100
80	0,5	1	4,4	0,5	75
90	0,5	1	1,8	1	95
123	0,5	1	2,4	1	125
115	0,5	1	3,1	1	120
140	0,5	1	1,6	1	145
82	0,5	1	4,3	1	87
93	0,5	1	9,3	0,5	85
140	0,5	1	10,7	0,5	120
97	0,5	1	6,4	0,5	80
86	0,5	1	4,8	0,5	75
108	0,5	1	10,1	0,5	90

EK 1 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
112	0,5	1	12,3	1	100
79	0,5	1	14,4	1	70
120	0,5	1	7,6	1	115
81	0,5	1	8,4	1	75
140	0,5	1	5,9	1	125
109	1	0,5	2,7	0,5	120
135	1	0,5	1,8	0,5	140
96	1	0,5	4,3	0,5	100
116	1	0,5	2,5	0,5	120
82	1	0,5	3,3	0,5	90
95	1	0,5	2,8	1	110
123	1	0,5	1,6	1	135
110	1	0,5	1,9	1	125
87	1	0,5	3,7	1	110
130	1	0,5	4,5	1	150
95	1	0,5	10,6	0,5	100
79	1	0,5	14,8	0,5	85
110	1	0,5	4,9	0,5	117
103	1	0,5	11,2	0,5	110
117	1	0,5	7,5	0,5	120
114	1	0,5	4,6	1	120
90	1	0,5	6,5	1	100
131	1	0,5	7,8	1	135
116	1	0,5	13,7	1	120
82	1	0,5	12,5	1	87
144	1	1	1,8	0,5	145
87	1	1	1,3	0,5	90
115	1	1	4,6	0,5	115
131	1	1	2,3	0,5	130
103	1	1	3,4	0,5	105
111	1	1	4,7	1	115
103	1	1	3,4	1	105
77	1	1	1,5	1	80

EK 1 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
114	1	1	1,9	1	117
123	1	1	0,8	1	125
112	1	1	6,7	0,5	110
80	1	1	12,1	0,5	80
106	1	1	7,4	0,5	105
104	1	1	13,2	0,5	100
113	1	1	7,8	0,5	110
147	1	1	10,1	1	145
88	1	1	9,5	1	90
127	1	1	5,4	1	130
130	1	1	4,7	1	130
94	1	1	9,3	1	95
160	0,5	0,5	2,4	0,5	160
200	0,5	0,5	1,8	0,5	200
145	0,5	0,5	3,1	0,5	150
190	0,5	0,5	1,2	0,5	190
232	0,5	0,5	2,6	0,5	230
165	0,5	0,5	0,9	1	180
177	0,5	0,5	4,3	1	195
234	0,5	0,5	2,1	1	250
205	0,5	0,5	1,6	1	220
128	0,5	0,5	3,5	1	150
228	0,5	0,5	10,3	0,5	200
132	0,5	0,5	7,8	0,5	120
204	0,5	0,5	5,6	0,5	180
157	0,5	0,5	14,6	0,5	150
216	0,5	0,5	9,4	0,5	200
240	0,5	0,5	4,9	1	220
204	0,5	0,5	5,7	1	180
140	0,5	0,5	12,1	1	120
130	0,5	0,5	10,9	1	115
199	0,5	0,5	8,4	1	180
169	0,5	1	3,6	0,5	170

EK 1 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
200	0,5	1	0,8	0,5	200
221	0,5	1	1,4	0,5	220
200	0,5	1	1,8	0,5	200
144	0,5	1	2,3	0,5	145
240	0,5	1	2,7	1	250
205	0,5	1	3,4	1	215
182	0,5	1	2,1	1	190
228	0,5	1	1,6	1	235
128	0,5	1	4,2	1	135
250	0,5	1	6,7	0,5	210
221	0,5	1	9,8	0,5	200
173	0,5	1	4,5	0,5	160
131	0,5	1	11,2	0,5	110
168	0,5	1	10,4	0,5	145
227	0,5	1	7,6	1	210
188	0,5	1	8,9	1	170
247	0,5	1	12,6	1	220
161	0,5	1	13,9	1	150
212	0,5	1	6,4	1	200
174	1	0,5	2,4	0,5	200
196	1	0,5	1,9	0,5	210
145	1	0,5	3,6	0,5	170
227	1	0,5	0,8	0,5	250
200	1	0,5	1,4	0,5	230
250	1	0,5	4,3	1	300
181	1	0,5	3,2	1	230
142	1	0,5	2,5	1	170
230	1	0,5	4,4	1	270
215	1	0,5	1,9	1	250
245	1	0,5	10,9	0,5	240
233	1	0,5	11,2	0,5	230
199	1	0,5	6,7	0,5	195
165	1	0,5	7,3	0,5	165

EK 1 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
205	1	0,5	10,5	0,5	205
168	1	0,5	4,9	1	175
231	1	0,5	9,6	1	240
208	1	0,5	12,8	1	220
145	1	0,5	11,5	1	170
171	1	0,5	6,3	1	190
189	1	1	1,8	0,5	200
148	1	1	1,4	0,5	160
219	1	1	2,6	0,5	230
234	1	1	2,1	0,5	250
203	1	1	3,4	0,5	215
140	1	1	4,2	1	170
224	1	1	1,9	1	250
233	1	1	2,5	1	260
225	1	1	3,7	1	210
174	1	1	1,1	1	200
179	1	1	6,7	0,5	180
157	1	1	12,1	0,5	160
188	1	1	14,3	0,5	190
230	1	1	7,5	0,5	230
142	1	1	9,4	0,5	140
219	1	1	10,3	1	225
202	1	1	8,4	1	210
243	1	1	12,1	1	250
148	1	1	11,4	1	160
181	1	1	6,8	1	200
430	0,5	0,5	2,2	0,5	430
325	0,5	0,5	1,6	0,5	330
631	0,5	0,5	4,3	0,5	630
291	0,5	0,5	1,9	0,5	295
510	0,5	0,5	3,1	0,5	510
379	0,5	0,5	2,8	1	400
413	0,5	0,5	1,4	1	420

EK 1 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
264	0,5	0,5	3,6	1	280
382	0,5	0,5	4,7	1	400
444	0,5	0,5	2,1	1	450
415	0,5	0,5	9,6	0,5	400
330	0,5	0,5	10,3	0,5	310
309	0,5	0,5	7,5	0,5	300
347	0,5	0,5	5,7	0,5	330
529	0,5	0,5	6,8	0,5	500
607	0,5	0,5	8,5	1	610
514	0,5	0,5	9,1	1	525
458	0,5	0,5	6,7	1	470
575	0,5	0,5	12,8	1	590
340	0,5	0,5	11,2	1	350
560	0,5	1	0,9	0,5	550
398	0,5	1	2,1	0,5	400
270	0,5	1	3,3	0,5	270
356	0,5	1	1,2	0,5	350
388	0,5	1	4,4	0,5	390
584	0,5	1	1,8	1	590
359	0,5	1	2,4	1	360
364	0,5	1	3,2	1	370
543	0,5	1	4,5	1	550
405	0,5	1	0,9	1	410
271	0,5	1	9,8	0,5	250
456	0,5	1	4,9	0,5	430
495	0,5	1	8,3	0,5	450
289	0,5	1	10,5	0,5	280
546	0,5	1	11,6	0,5	520
454	0,5	1	7,4	1	450
335	0,5	1	6,8	1	340
553	0,5	1	9,5	1	550
344	0,5	1	11,4	1	350
357	0,5	1	13,2	1	360

EK 1 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
281	1	0,5	2,8	0,5	300
362	1	0,5	4,3	0,5	380
551	1	0,5	3,7	0,5	570
470	1	0,5	1,9	0,5	500
297	1	0,5	2,6	0,5	300
533	1	0,5	1,5	1	570
456	1	0,5	2,7	1	480
270	1	0,5	3,6	1	330
306	1	0,5	4,2	1	350
385	1	0,5	1,9	1	425
643	1	0,5	14,8	0,5	630
560	1	0,5	4,2	0,5	540
294	1	0,5	10,5	0,5	280
371	1	0,5	11,6	0,5	350
402	1	0,5	3,6	0,5	400
546	1	0,5	14,1	1	550
312	1	0,5	6,9	1	330
571	1	0,5	7,3	1	575
265	1	0,5	8,2	1	300
622	1	0,5	9,1	1	630
488	1	1	1,8	0,5	500
335	1	1	2,3	0,5	350
448	1	1	4,3	0,5	460
574	1	1	1,2	0,5	580
259	1	1	3,9	0,5	275
278	1	1	2,1	1	320
583	1	1	3,5	1	600
267	1	1	4,6	1	300
523	1	1	1,7	1	550
420	1	1	0,9	1	450
645	1	1	6,8	0,5	620
607	1	1	12,1	0,5	590
526	1	1	7,6	0,5	500

EK 1 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının eğitimi için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRDİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
309	1	1	8,1	0,5	290
427	1	1	14,2	0,5	380
289	1	1	9,8	1	300
359	1	1	6,5	1	375
513	1	1	7,5	1	525
453	1	1	10,4	1	450
323	1	1	11,2	1	345

EK 2 Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının doğrulanması için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRDİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
22	0,5	0,5	2,2	0,5	25
44	0,5	0,5	3,8	1	45
25	0,5	0,5	7,6	0,5	23
38	0,5	0,5	8,4	1	35
30	0,5	1	2,6	0,5	28
9	0,5	1	2,1	1	10
22	0,5	1	8,8	0,5	20
34	0,5	1	14,1	1	30
16	1	0,5	1,1	0,5	20
32	1	0,5	3,2	1	40
25	1	0,5	11,4	0,5	21
15	1	0,5	4,4	1	19
32	1	1	2,7	0,5	35
14	1	1	3,3	1	20
20	1	1	9,6	0,5	18
40	1	1	13,2	1	36
52	0,5	0,5	2,7	0,5	54
80	0,5	0,5	3,2	1,0	85
78	0,5	0,5	8,8	0,5	73
65	0,5	0,5	6,5	1,0	60
50	0,5	1,0	2,5	0,5	50
64	0,5	1,0	0,9	1,0	65
75	0,5	1,0	13,8	0,5	60
54	0,5	1,0	8,4	1,0	50
74	1,0	0,5	1,1	0,5	70
40	1,0	0,5	2,5	1,0	45
45	1,0	0,5	8,2	0,5	40
80	1,0	0,5	10	1,0	75
73	1,0	1,0	1,9	0,5	77
72	1,0	1,0	2,5	1,0	78
62	1,0	1,0	6,5	0,5	45
45	1,0	1,0	6,4	1,0	40
130	0,5	0,5	2,1	0,5	130

EK 2 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının doğrulanması için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
85	0,5	0,5	2,1	1	95
125	0,5	0,5	10,6	0,5	120
105	0,5	0,5	14,5	1	95
120	0,5	1	2,9	0,5	110
130	0,5	1	1,3	1	140
120	0,5	1	13,7	0,5	100
106	0,5	1	9,9	1	97
107	1	0,5	1,2	0,5	119
100	1	0,5	2,4	1	125
140	1	0,5	6,9	0,5	145
95	1	0,5	9,2	1	100
80	1	1	2,6	0,5	85
90	1	1	3,1	1	98
130	1	1	9,5	0,5	120
110	1	1	12,9	1	110
125	0,5	0,5	4,3	0,5	130
195	0,5	0,5	2,8	1	215
188	0,5	0,5	11,6	0,5	170
160	0,5	0,5	13,7	1	135
245	0,5	1	1,9	0,5	250
165	0,5	1	0,9	1	180
190	0,5	1	8,5	0,5	170
145	0,5	1	4,7	1	150
135	1	0,5	4,6	0,5	150
204	1	0,5	0,8	1	245
137	1	0,5	9,2	0,5	140
220	1	0,5	7,9	1	235
175	1	1	2,2	0,5	190
166	1	1	2,7	1	184
206	1	1	10	0,5	200
160	1	1	9,6	1	182
380	0,5	0,5	2,5	0,5	380
500	0,5	0,5	0,7	1	520

EK 2 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısının doğrulanması için kullanılan girdi ve çıktı verileri

GİRĐİ					ÇIKTI
Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
280	0,5	0,5	14,2	0,5	250
298	0,5	0,5	5,8	1	320
456	0,5	1	2,8	0,5	460
295	0,5	1	3,6	1	310
360	0,5	1	12,7	0,5	350
600	0,5	1	5,3	1	600
405	1	0,5	1,1	0,5	410
260	1	0,5	0,9	1	300
454	1	0,5	8,6	0,5	440
430	1	0,5	11,6	1	450
510	1	1	2,6	0,5	530
464	1	1	1,4	1	485
492	1	1	9,7	0,5	440
572	1	1	12,9	1	570

EK 3 Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısında kullanılan Sugeno tipi kurallar

Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
ÇOK DÜŞÜK	B_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	B_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	B_SINIFI	KISA	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	B_SINIFI	KISA	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	B_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	B_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	A_SINIFI	KISA	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	A_SINIFI	KISA	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	A_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	A_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	A_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
ÇOK DÜŞÜK	A_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
DÜŞÜK	B_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	DÜŞÜK
DÜŞÜK	B_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	ORTA
DÜŞÜK	B_SINIFI	KISA	YÜKSEK	NORMAL GÜN	DÜŞÜK
DÜŞÜK	B_SINIFI	KISA	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	DÜŞÜK
DÜŞÜK	B_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	DÜŞÜK
DÜŞÜK	B_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	DÜŞÜK
DÜŞÜK	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
DÜŞÜK	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	DÜŞÜK

EK 3 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısında kullanılan Sugeno tipi kurallar

Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
DÜŞÜK	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	DÜŞÜK
DÜŞÜK	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	ORTA
DÜŞÜK	A_SINIFI	KISA	YÜKSEK	NORMAL GÜN	DÜŞÜK
DÜŞÜK	A_SINIFI	KISA	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	DÜŞÜK
DÜŞÜK	A_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	DÜŞÜK
DÜŞÜK	A_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	DÜŞÜK
DÜŞÜK	A_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ÇOK DÜŞÜK
DÜŞÜK	A_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	DÜŞÜK
ORTA	B_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	ORTA
ORTA	B_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	YÜKSEK
ORTA	B_SINIFI	KISA	YÜKSEK	NORMAL GÜN	DÜŞÜK
ORTA	B_SINIFI	KISA	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ORTA
ORTA	B_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	ORTA
ORTA	B_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	ORTA
ORTA	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	NORMAL GÜN	DÜŞÜK
ORTA	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ORTA
ORTA	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	ORTA
ORTA	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	YÜKSEK
ORTA	A_SINIFI	KISA	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ORTA
ORTA	A_SINIFI	KISA	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ORTA
ORTA	A_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	ORTA
ORTA	A_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	ORTA
ORTA	A_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ORTA
ORTA	A_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ORTA

EK 3 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısında kullanılan Sugeno tipi kurallar

Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
YÜKSEK	B_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	YÜKSEK
YÜKSEK	B_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	YÜKSEK
YÜKSEK	B_SINIFI	KISA	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ORTA
YÜKSEK	B_SINIFI	KISA	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ORTA
YÜKSEK	B_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	YÜKSEK
YÜKSEK	B_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	YÜKSEK
YÜKSEK	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ORTA
YÜKSEK	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	YÜKSEK
YÜKSEK	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	YÜKSEK
YÜKSEK	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	ÇOK YÜKSEK
YÜKSEK	A_SINIFI	KISA	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ORTA
YÜKSEK	A_SINIFI	KISA	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	YÜKSEK
YÜKSEK	A_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	YÜKSEK
YÜKSEK	A_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	ÇOK YÜKSEK
YÜKSEK	A_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	NORMAL GÜN	YÜKSEK
YÜKSEK	A_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	B_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	ÇOK YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	B_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	ÇOK YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	B_SINIFI	KISA	YÜKSEK	NORMAL GÜN	YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	B_SINIFI	KISA	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ÇOK YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	B_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	ÇOK YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	B_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	ÇOK YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ÇOK YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	B_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ÇOK YÜKSEK

EK 3 (devam) Talep tahmin sistemi için oluşturulan ANFIS yapısında kullanılan Sugeno tipi kurallar

Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün yaşam süresi	Fiyat seviyesi	Satış dönemi	Talep
ÇOK YÜKSEK	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	ÇOK YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	A_SINIFI	KISA	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	ÇOK YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	A_SINIFI	KISA	YÜKSEK	NORMAL GÜN	ÇOK YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	A_SINIFI	KISA	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ÇOK YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	A_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	NORMAL GÜN	YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	A_SINIFI	UZUN	DÜŞÜK	ÖZEL GÜN	YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	A_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	NORMAL GÜN	YÜKSEK
ÇOK YÜKSEK	A_SINIFI	UZUN	YÜKSEK	ÖZEL GÜN	ÇOK YÜKSEK

EK 4 Talep tahmin sistemi için oluşturulan YSA tasarımı için farklı ağ yapılarının eğitim ve test kümesi hata değerleri

Gizli katman sayısı	Nöron sayısı			Öğrenme oranı	Momentum	Eğitim hatası	Test kümesi hatası		
							Ürün Grubu_1	Ürün Grubu_2	Ürün Grubu_3
1	5			0,1	0,9	0,000748	937	1119	1.385
1	5			0,9	0,1	0,0000841	227	385	354
1	10			0,5	0,5	0,000128	499	410	187
1	15			0,5	0,5	0,0000884	203	223	132
2	6	7		0,5	0,9	0,0000122	123	232	160
2	8	9		0,5	0,9	0,00000984	90	205	78
2	9	10		0,6	0,9	0,0000096	55	279	89
2	7	8		0,5	0,9	0,000039	133	216	119
2	8	9		0,1	0,9	0,000252448	633	836	739
2	8	9		0,9	0,1	0,0000358	223	201	178
2	9	9		0,5	0,9	0,00000832	59	263	91
2	10	10		0,5	0,9	0,0000172	119	189	104
2	8	9		0,5	0,1	0,0000413	284	327	294
2	8	9		0,7	0,3	0,0000334	230	180	154
2	9	10		0,5	0,1	0,0000335	262	269	250
2	9	10		0,5	0,3	0,0000483	449	266	391
2	9	10		0,5	0,5	0,0000384	321	250	259
2	9	10		0,1	0,1	0,0002756	881	1.164	790
2	9	10		0,3	0,1	0,000987	348	216	319
2	9	10		0,7	0,1	0,0000282	173	239	176
2	9	10		0,9	0,3	0,0000228	210	236	231
2	9	10		0,9	0,7	0,0000123	111	234	105
2	9	9		0,5	0,9	0,0000109	133	226	103
3	5	5	6	0,5	0,5	0,0000742	478	378	438
3	8	9	9	0,5	0,5	0,0000518	412	171	325
3	8	9	8	0,5	0,9	0,00001317	230	143	215
3	7	8	9	0,5	0,9	0,0000267	131	239	206
3	8	9	10	0,7	0,9	0,00000788	96	180	98
3	8	9	10	0,3	0,9	0,00000083	49	208	73
3	9	9	10	0,7	0,9	0,0000067	77	173	74
3	9	9	10	0,7	0,8	0,00000822	52	170	67
3	9	9	10	0,7	0,7	0,000007	76	220	101
3	9	9	10	0,8	0,9	0,000011	63	264	82
3	9	9	10	0,8	0,8	0,0000107	74	277	81

EK 5 Üç ürün grubuna ait 24 aylık test verisi için girdi ve çıktı değerleri

	Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün Yaşam Süresi	Fiyat Seviyesi	Satış Dönemi	Gerçek Talep Değeri ($\times 10^3$ br)	Tahmin Talep Değeri ($\times 10^3$ br)
Ürün Grubu _1	ÇOK DÜŞÜK (31)	B SINIFI	KISA	DÜŞÜK (2,4)	NORMAL GÜN	34	29,9759
	ÇOK DÜŞÜK (25)	A SINIFI	KISA	YÜKSEK (6,3)	ÖZEL GÜN	27	35,0844
	ÇOK DÜŞÜK (12)	B SINIFI	UZUN	DÜŞÜK (1,3)	NORMAL GÜN	15	8,9229
	ÇOK DÜŞÜK (6)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (7,8)	NORMAL GÜN	5	3,9238
	ORTA (132)	A SINIFI	KISA	DÜŞÜK (2,1)	ÖZEL GÜN	150	156,9221
	DÜŞÜK (59)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (10,4)	NORMAL GÜN	60	48,6578
	ORTA (84)	B SINIFI	KISA	YÜKSEK (5,4)	ÖZEL GÜN	85	87,1877
	YÜKSEK (233)	B SINIFI	KISA	YÜKSEK (6,5)	ÖZEL GÜN	225	205,1755
	DÜŞÜK (74)	A SINIFI	UZUN	DÜŞÜK (3,5)	NORMAL GÜN	80	78,4062
	ORTA (99)	A SINIFI	KISA	YÜKSEK (4,5)	ÖZEL GÜN	120	114,5135
	YÜKSEK (156)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (7,6)	NORMAL GÜN	140	143,5892
	ÇOK DÜŞÜK (31)	A SINIFI	KISA	DÜŞÜK (2,9)	ÖZEL GÜN	40	41,2713
	ÇOK DÜŞÜK (32)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (10,2)	ÖZEL GÜN	35	26,0646
	DÜŞÜK (42)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (5,1)	NORMAL GÜN	40	36,0391

EK 5 (devam) Üç ürün grubuna ait 24 aylık test verisi için girdi ve çıktı değerleri

	Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün Yaşam Süresi	Fiyat Seviyesi	Satış Dönemi	Gerçek Talep Değeri ($\times 10^3$ br)	Tahmin Talep Değeri ($\times 10^3$ br)
Ürün Grubu _1	DÜŞÜK (47)	A SINIFI	KISA	DÜŞÜK (4,1)	ÖZEL GÜN	60	51,4718
	ÇOK DÜŞÜK (9)	B SINIFI	UZUN	DÜŞÜK (3,6)	NORMAL GÜN	10	8,3483
	ÇOK DÜŞÜK (12)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (10,8)	NORMAL GÜN	10	9,4089
	YÜKSEK (151)	A SINIFI	KISA	YÜKSEK (6,1)	NORMAL GÜN	150	151,5313
	ORTA (81)	B SINIFI	UZUN	DÜŞÜK (1,7)	ÖZEL GÜN	85	79,9597
	ORTA (89)	A SINIFI	UZUN	DÜŞÜK (2,6)	ÖZEL GÜN	100	91,396
	ORTA (92)	B SINIFI	KISA	DÜŞÜK (3,8)	NORMAL GÜN	95	98,9404
	ORTA (117)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (9,8)	ÖZEL GÜN	120	111,2898
	ÇOK DÜŞÜK (25)	A SINIFI	KISA	YÜKSEK (6,5)	NORMAL GÜN	30	19,4059
	ÇOK DÜŞÜK (35)	B SINIFI	UZUN	DÜŞÜK (2,4)	ÖZEL GÜN	40	33,0964

EK 5 (devam) Üç ürün grubuna ait 24 aylık test verisi için girdi ve çıktı değerleri

	Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün Yaşam Süresi	Fiyat Seviyesi	Satış Dönemi	Gerçek Talep Değeri ($\times 10^3$ br)	Tahmin Talep Değeri ($\times 10^3$ br)
Ürün Grubu _2	ÇOK YÜKSEK (400)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (4,5)	NORMAL GÜN	440	403
	ORTA (109)	B SINIFI	KISA	DÜŞÜK (2,7)	ÖZEL GÜN	120	127
	ÇOK YÜKSEK (455)	A SINIFI	KISA	DÜŞÜK (0,9)	NORMAL GÜN	500	500
	YÜKSEK (222)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (11,3)	NORMAL GÜN	200	190
	YÜKSEK (223)	B SINIFI	UZUN	DÜŞÜK (3,2)	ÖZEL GÜN	250	233
	ÇOK YÜKSEK (270)	B SINIFI	KISA	YÜKSEK (5,1)	NORMAL GÜN	300	259
	YÜKSEK (174)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (6,3)	ÖZEL GÜN	200	184
	ÇOK YÜKSEK (458)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (4,1)	ÖZEL GÜN	475	461
	ÇOK YÜKSEK (310)	B SINIFI	KISA	DÜŞÜK (3,2)	NORMAL GÜN	330	314
	ÇOK YÜKSEK (330)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (5,3)	ÖZEL GÜN	360	356
	ÇOK YÜKSEK (320)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (7,2)	NORMAL GÜN	320	313
	ORTA (140)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (3,6)	ÖZEL GÜN	155	146
	YÜKSEK (235)	A SINIFI	KISA	DÜŞÜK (2,9)	ÖZEL GÜN	280	299
	ÇOK YÜKSEK (282)	B SINIFI	KISA	DÜŞÜK (1,4)	NORMAL GÜN	300	287

EK 5 (devam) Üç ürün grubuna ait 24 aylık test verisi için girdi ve çıktı değerleri

	Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün Yaşam Süresi	Fiyat Seviyesi	Satış Dönemi	Gerçek Talep Değeri (x10 ³ br)	Tahmin Talep Değeri (x 10 ³ br)
Ürün Grubu _2	ÇOK YÜKSEK (472)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (3,8)	ÖZEL GÜN	500	476
	ÇOK YÜKSEK (600)	A SINIFI	KISA	YÜKSEK (4,9)	NORMAL GÜN	625	603
	YÜKSEK (228)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (11,5)	NORMAL GÜN	220	232
	ÇOK YÜKSEK (280)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (9,4)	NORMAL GÜN	250	267
	ÇOK YÜKSEK (490)	A SINIFI	KISA	YÜKSEK (7,6)	ÖZEL GÜN	510	506
	YÜKSEK (221)	B SINIFI	KISA	DÜŞÜK (3,5)	ÖZEL GÜN	250	202
	ÇOK YÜKSEK (253)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (8,1)	NORMAL GÜN	250	251
	YÜKSEK (226)	B SINIFI	KISA	YÜKSEK (3,6)	ÖZEL GÜN	250	207
	ORTA (84)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (5,1)	NORMAL GÜN	85	75
	ORTA (111)	A SINIFI	KISA	YÜKSEK (3,7)	ÖZEL GÜN	130	127

EK 5 (devam) Üç ürün grubuna ait 24 aylık test verisi için girdi ve çıktı değerleri

	Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün Yaşam Süresi	Fiyat Seviyesi	Satış Dönemi	Gerçek Talep Değeri ($\times 10^3$ br)	Tahmin Talep Değeri ($\times 10^3$ br)
Ürün Grubu _3	DÜŞÜK (43)	B SINIFI	UZUN	DÜŞÜK (3,4)	NORMAL GÜN	50	42
	ÇOK DÜŞÜK (3)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (5,3)	ÖZEL GÜN	5	3
	YÜKSEK (210)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (7,4)	NORMAL GÜN	210	182
	DÜŞÜK (41)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (6,5)	NORMAL GÜN	45	37
	YÜKSEK (172)	B SINIFI	KISA	DÜŞÜK (2,8)	ÖZEL GÜN	185	150
	YÜKSEK (176)	B SINIFI	UZUN	DÜŞÜK (3,1)	NORMAL GÜN	180	178
	ORTA (107)	B SINIFI	UZUN	DÜŞÜK (1,9)	ÖZEL GÜN	125	111
	YÜKSEK (171)	B SINIFI	KISA	DÜŞÜK (2,5)	ÖZEL GÜN	184	172
	YÜKSEK (167)	A SINIFI	KISA	YÜKSEK (8,2)	NORMAL GÜN	180	168
	DÜŞÜK (73)	A SINIFI	KISA	YÜKSEK (13,4)	ÖZEL GÜN	80	67
	ORTA (115)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (8,5)	NORMAL GÜN	110	96
	DÜŞÜK (53)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (3,7)	ÖZEL GÜN	62	56
	ÇOK DÜŞÜK (5)	B SINIFI	KISA	DÜŞÜK (2,5)	ÖZEL GÜN	10	11
	ÇOK DÜŞÜK (6)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (4,1)	NORMAL GÜN	8	3

EK 5 (devam) Üç ürün grubuna ait 24 aylık test verisi için girdi ve çıktı değerleri

	Geçmiş Deneyim	Müşteri Tipi	Ürün Yaşam Süresi	Fiyat Seviyesi	Satış Dönemi	Gerçek Talep Değeri ($\times 10^3$ br)	Tahmin Talep Değeri ($\times 10^3$ br)
Ürün Grubu _3	ÇOK DÜŞÜK (3)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (5,6)	ÖZEL GÜN	5	3
	ÇOK DÜŞÜK (2)	A SINIFI	KISA	YÜKSEK (3,8)	NORMAL GÜN	4	5
	ÇOK DÜŞÜK (10)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (7,1)	NORMAL GÜN	12	7
	YÜKSEK (168)	A SINIFI	KISA	YÜKSEK (8,6)	NORMAL GÜN	175	169
	ORTA (102)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (9,3)	ÖZEL GÜN	110	98
	YÜKSEK (187)	A SINIFI	KISA	DÜŞÜK (2,4)	ÖZEL GÜN	230	222
	YÜKSEK (189)	A SINIFI	KISA	YÜKSEK (5,3)	NORMAL GÜN	200	184
	YÜKSEK (160)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (6,1)	ÖZEL GÜN	170	151
	ÇOK DÜŞÜK (26)	A SINIFI	UZUN	YÜKSEK (8,2)	NORMAL GÜN	30	23
	ORTA (96)	B SINIFI	UZUN	YÜKSEK (3,7)	ÖZEL GÜN	105	109

EK 6 Kalite bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası

```
[System]
Name='Quality_1406-1'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=3
NumOutputs=1
NumRules=8
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='Prop__prod'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Bad':'trapmf',[0 0 0.2 0.6]
MF2='Good':'trapmf',[0.3 0.75 1 1]

[Input2]
Name='Cust__serv'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Bad':'trapmf',[0 0 0.2 0.6]
MF2='Good':'trapmf',[0.3 0.75 1 1]

[Input3]
Name='Cont__imprv'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Unsatisfactory':'trapmf',[0 0 0.2 0.6]
MF2='Satisfactory':'trapmf',[0.3 0.75 1 1]

[Output1]
Name='Quality'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='Bad':'trapmf',[0 0 0.15 0.4]
MF2='Medium':'trimf',[0.2 0.5 0.8]
MF3='Good':'trapmf',[0.5 0.8 1 1]

[Rules]
2 2 2, 3 (1) : 1
2 2 1, 3 (1) : 1
2 1 2, 3 (1) : 1
2 1 1, 2 (1) : 1
1 2 2, 2 (1) : 1
1 2 1, 1 (1) : 1
1 1 2, 1 (1) : 1
1 1 1, 1 (1) : 1
```

EK 7 Hizmet performansı bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası

```
[System]
Name='Service_Perf'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=3
NumOutputs=1
NumRules=8
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='Order__lead__time'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Bad':'trapmf',[0 0 0.2 0.6]
MF2='Good':'trapmf',[0.3 0.75 1 1]

[Input2]
Name='Geog__loc'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Bad':'trapmf',[0 0 0.2 0.6]
MF2='Good':'trapmf',[0.3 0.75 1 1]

[Input3]
Name='Trd__restrc'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Bad':'trapmf',[0 0 0.2 0.6]
MF2='Good':'trapmf',[0.3 0.75 1 1]

[Output1]
Name='Service__Perf'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='Bad':'trapmf',[0 0 0.15 0.4]
MF2='Good':'trapmf',[0.5 0.8 1 1]
MF3='Medium':'trimf',[0.2 0.5 0.8]

[Rules]
2 2 2, 2 (1) : 1
2 2 1, 3 (1) : 1
2 1 2, 3 (1) : 1
2 1 1, 1 (1) : 1
1 2 2, 3 (1) : 1
1 2 1, 1 (1) : 1
1 1 2, 1 (1) : 1
1 1 1, 1 (1) : 1
```

EK 8 Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Envanter Durumu	Özel Kapasite Durumu	Ürünü Özelleştirme Yeteneği	Bilgi Paylaşımı	HIZLI CEVAP YETENEĞİ
Yeterli	Var	Yeterli	İyi	İYİ
Yeterli	Var	Yeterli	Kötü	İYİ
Yeterli	Var	Yetersiz	İyi	İYİ
Yeterli	Var	Yetersiz	Kötü	ORTA
Yeterli	Yok	Yeterli	İyi	ORTA
Yeterli	Yok	Yeterli	Kötü	ORTA
Yeterli	Yok	Yetersiz	İyi	ORTA
Yeterli	Yok	Yetersiz	Kötü	KÖTÜ
Yetersiz	Var	Yeterli	İyi	ORTA
Yetersiz	Var	Yeterli	Kötü	ORTA
Yetersiz	Var	Yetersiz	İyi	ORTA
Yetersiz	Var	Yetersiz	Kötü	KÖTÜ
Yetersiz	Yok	Yeterli	İyi	KÖTÜ
Yetersiz	Yok	Yeterli	Kötü	KÖTÜ
Yetersiz	Yok	Yetersiz	İyi	KÖTÜ
Yetersiz	Yok	Yetersiz	Kötü	KÖTÜ

EK 9 Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası

```
[System]
Name='QuickResponse_1706-1'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=4
NumOutputs=1
NumRules=16
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='Inventory'
Range=[0 0.1]
NumMFs=2
MF1='Unsatisfactory':'trapmf',[0 0 0.015 0.055]
MF2='Satisfactory':'trapmf',[0.035 0.075 0.1 0.1]

[Input2]
Name='Cust__inv'
Range=[0 3]
NumMFs=2
MF1='Unavailable':'trapmf',[0 0 0.5 1.75]
MF2='Available':'trapmf',[0.75 2 3 3]

[Input3]
Name='Cust__prod'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Unsatisfactory':'trapmf',[0 0 0.2 0.6]
MF2='Satisfactory':'trapmf',[0.3 0.75 1 1]

[Input4]
Name='Inf__shr'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Bad':'trapmf',[0 0 0.2 0.6]
MF2='Good':'trapmf',[0.3 0.75 1 1]

[Output1]
Name='Quick__response'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='Bad':'trapmf',[0 0 0.15 0.4]
MF2='Medium':'trimf',[0.2 0.5 0.8]
MF3='Good':'trapmf',[0.5 0.8 1 1]

[Rules]
2 2 2 2, 3 (1) : 1
2 2 2 1, 3 (1) : 1
2 2 1 2, 3 (1) : 1
2 2 1 1, 2 (1) : 1
2 1 2 2, 2 (1) : 1
2 1 2 1, 2 (1) : 1
```

EK 9 (devam) Hızlı cevap yeteneği bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası

```
2 1 1 2, 2 (1) : 1
2 1 1 1, 1 (1) : 1
1 2 2 2, 2 (1) : 1
1 2 2 1, 2 (1) : 1
1 2 1 2, 2 (1) : 1
1 2 1 1, 1 (1) : 1
1 1 2 2, 1 (1) : 1
1 1 2 1, 1 (1) : 1
1 1 1 2, 1 (1) : 1
1 1 1 1, 1 (1) : 1
```

EK 10 Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Tedarikçinin bulunduğu ülkenin ekonomik durumu	Güven	Tedarikçinin bulunduğu ülkenin politik durumu	GÜVENİLİRLİK
Uygun	Güvenilmez	Kararlı	YETERLİ
Uygun	Güvenilmez	Kararsız	YETERSİZ
Uygun	Nötr	Kararlı	YETERLİ
Uygun	Nötr	Kararsız	YETERLİ
Uygun	Güvenilir	Kararlı	YETERLİ
Uygun	Güvenilir	Kararsız	YETERLİ
Nötr	Güvenilmez	Kararlı	YETERSİZ
Nötr	Güvenilmez	Kararsız	YETERSİZ
Nötr	Nötr	Kararlı	YETERLİ
Nötr	Nötr	Kararsız	YETERSİZ
Nötr	Güvenilir	Kararlı	YETERLİ
Nötr	Güvenilir	Kararsız	YETERSİZ
Uygun Değil	Güvenilmez	Kararlı	YETERSİZ
Uygun Değil	Güvenilmez	Kararsız	YETERSİZ
Uygun Değil	Nötr	Kararlı	YETERLİ
Uygun Değil	Nötr	Kararsız	YETERSİZ
Uygun Değil	Güvenilir	Kararlı	YETERLİ
Uygun Değil	Güvenilir	Kararsız	YETERSİZ

EK 11 Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası

```
[System]
Name='Reliability_1706-2'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=3
NumOutputs=1
NumRules=18
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='Eco__sit'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='Unsuitable':'trapmf',[0 0 0.15 0.4]
MF2='Neutral':'trimf',[0.25 0.45 0.65]
MF3='Suitable':'trapmf',[0.5 0.8 1 1]

[Input2]
Name='Reliance'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='Unreliable':'trapmf',[0 0 0.2 0.4]
MF2='Neutral':'trimf',[0.3 0.45 0.6]
MF3='Reliable':'trapmf',[0.5 0.65 1 1]

[Input3]
Name='Pol__sit'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Unstable':'trapmf',[0 0 0.35 0.5]
MF2='Stable':'trapmf',[0.4 0.55 1 1]

[Output1]
Name='Reliability'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Unsatisfactory':'trapmf',[0 0 0.25 0.55]
MF2='Satisfactory':'trapmf',[0.4 0.8 1 1]

[Rules]
3 1 2, 2 (1) : 1
3 1 1, 1 (1) : 1
3 2 2, 2 (1) : 1
3 2 1, 2 (1) : 1
3 3 2, 2 (1) : 1
3 3 1, 2 (1) : 1
2 1 2, 1 (1) : 1
2 1 1, 1 (1) : 1
2 2 2, 2 (1) : 1
2 2 1, 1 (1) : 1
2 3 2, 2 (1) : 1
```

EK 11 (devam) Güvenilirlik bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası

```
2 3 1, 1 (1) : 1
1 1 2, 1 (1) : 1
1 1 1, 1 (1) : 1
1 2 2, 2 (1) : 1
1 2 1, 1 (1) : 1
1 3 2, 2 (1) : 1
1 3 1, 1 (1) : 1
```

EK 12 Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Çalışanların sosyal hakları	Çevre dostu teknolojilerin kullanım oranı	Çevre sorumluluğu düzeyi	Çalışma Kültürü	Sosyal sorumluluk projelerine yaklaşım	Çalışan memnuniyeti	SOSYAL YETENEK
Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	YETERLİ
Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ
Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	YETERLİ
Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	YETERLİ
Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	YETERLİ
Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ
Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	YETERLİ
Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	YETERLİ
Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	YETERSİZ
Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ
Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	YETERLİ
Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	YETERSİZ
Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	YETERSİZ
Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ
Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	YETERSİZ
Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	YETERSİZ
Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	YETERSİZ
Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	YETERSİZ
Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	YETERLİ
Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	YETERLİ
Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	YETERLİ
Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	YETERLİ
Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	YETERSİZ
Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	YETERLİ
Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	YETERSİZ

EK 12 (devam) Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Çalışanların sosyal hakları	Çevre dostu teknolojilerin kullanım oranı	Çevre sorumluluğu düzeyi	Çalışma Kültürü	Sosyal sorumluluk projelerine yaklaşım	Çalışan memnuniyeti	SOSYAL YETENEK
Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	YETERSİZ
Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	YETERSİZ
Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	YETERLİ
Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	YETERSİZ
Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	YETERSİZ

EK 13 Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası

```
[System]
Name='SocialCap_1706-1'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=6
NumOutputs=1
NumRules=64
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='Social__rights'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Unsatisfactory':'trapmf',[0 0 0.25 0.6]
MF2='Satisfactory':'trapmf',[0.4 0.8 1 1]

[Input2]
Name='Green__tech'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Unsatisfactory':'trapmf',[0 0 0.25 0.6]
MF2='Satisfactory':'trapmf',[0.4 0.8 1 1]

[Input3]
Name='Env__resp'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Unsatisfactory':'trapmf',[0 0 0.25 0.6]
MF2='Satisfactory':'trapmf',[0.4 0.8 1 1]

[Input4]
Name='Work__ethic'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Unsatisfactory':'trapmf',[0 0 0.25 0.6]
MF2='Satisfactory':'trapmf',[0.4 0.8 1 1]

[Input5]
Name='Soc__resp'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Unsatisfactory':'trapmf',[0 0 0.25 0.6]
MF2='Satisfactory':'trapmf',[0.4 0.8 1 1]

[Input6]
Name='Emp__stsfc'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='Unsatisfactory':'trapmf',[0 0 0.25 0.6]
MF2='Satisfactory':'trapmf',[0.4 0.8 1 1]

[Output1]
```


EK 13 (devam) Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası

```
Name='Social__cap'  
Range=[0 1]  
NumMFs=2  
MF1='Unsatisfactory':'trapmf',[0 0 0.25 0.6]  
MF2='Satisfactory':'trapmf',[0.4 0.75 1 1]
```

```
[Rules]  
2 2 2 2 2 2, 2 (1) : 1  
2 2 2 2 2 1, 2 (1) : 1  
2 2 2 2 1 2, 2 (1) : 1  
2 2 2 2 1 1, 2 (1) : 1  
2 2 2 1 2 2, 2 (1) : 1  
2 2 2 1 2 1, 2 (1) : 1  
2 2 2 1 1 2, 2 (1) : 1  
2 2 2 1 1 1, 2 (1) : 1  
2 2 1 2 2 2, 2 (1) : 1  
2 2 1 2 2 1, 2 (1) : 1  
2 2 1 2 1 2, 2 (1) : 1  
2 2 1 2 1 1, 2 (1) : 1  
2 2 1 1 2 2, 2 (1) : 1  
2 2 1 1 2 1, 2 (1) : 1  
2 2 1 1 1 2, 2 (1) : 1  
2 2 1 1 1 1, 1 (1) : 1  
2 1 2 2 2 2, 2 (1) : 1  
2 1 2 2 2 1, 2 (1) : 1  
2 1 2 2 1 2, 2 (1) : 1  
2 1 2 2 1 1, 1 (1) : 1  
2 1 2 1 2 2, 2 (1) : 1  
2 1 2 1 2 1, 1 (1) : 1  
2 1 2 1 1 2, 1 (1) : 1  
2 1 2 1 1 1, 1 (1) : 1  
2 1 1 2 2 2, 2 (1) : 1  
2 1 1 2 2 1, 1 (1) : 1  
2 1 1 2 1 2, 1 (1) : 1  
2 1 1 2 1 1, 1 (1) : 1  
2 1 1 1 2 2, 1 (1) : 1  
2 1 1 1 2 1, 1 (1) : 1  
2 1 1 1 1 2, 1 (1) : 1  
2 1 1 1 1 1, 1 (1) : 1  
1 2 2 2 2 2, 2 (1) : 1  
1 2 2 2 2 1, 2 (1) : 1  
1 2 2 2 1 2, 2 (1) : 1  
1 2 2 2 1 1, 1 (1) : 1  
1 2 2 1 2 2, 2 (1) : 1  
1 2 2 1 2 1, 1 (1) : 1  
1 2 2 1 1 2, 1 (1) : 1  
1 2 2 1 1 1, 1 (1) : 1  
1 2 1 2 2 2, 2 (1) : 1  
1 2 1 2 2 1, 1 (1) : 1  
1 2 1 2 1 2, 1 (1) : 1  
1 2 1 2 1 1, 1 (1) : 1  
1 2 1 1 2 2, 1 (1) : 1  
1 2 1 1 2 1, 1 (1) : 1  
1 2 1 1 1 2, 1 (1) : 1  
1 2 1 1 1 1, 1 (1) : 1
```

EK 13 (devam) Sosyal yetenek bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan Matlab dosyası

```
1 1 2 2 2 2, 2 (1) : 1
1 1 2 2 2 1, 1 (1) : 1
1 1 2 2 1 2, 1 (1) : 1
1 1 2 2 1 1, 1 (1) : 1
1 1 2 1 2 2, 1 (1) : 1
1 1 2 1 2 1, 1 (1) : 1
1 1 2 1 1 2, 1 (1) : 1
1 1 2 1 1 1, 1 (1) : 1
1 1 1 2 2 2, 1 (1) : 1
1 1 1 2 2 1, 1 (1) : 1
1 1 1 2 1 2, 1 (1) : 1
1 1 1 2 1 1, 1 (1) : 1
1 1 1 1 2 2, 1 (1) : 1
1 1 1 1 2 1, 1 (1) : 1
1 1 1 1 1 2, 1 (1) : 1
1 1 1 1 1 1, 1 (1) : 1
```

EK 14 Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Karlılık	Kalite	Hizmet Performansı	Hızlı Cevap Yeteneği	Güvenilirlik	Sosyal Faktörler	Kapasite	Zamanında Teslimat	KARAR
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ÇOKİYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	İYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	İYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	İYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	İYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	İYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	İYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	İYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ÇOKİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	İYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	İYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	İYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ÇOKİYİ
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	İYİ
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	İYİ
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAİYİ
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	İYİ

EK 14 (devam) Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Karlılık	Kalite	Hizmet Performansı	Hızlı Cevap Yeteneği	Güvenilirlik	Sosyal Faktörler	Kapasite	Zamanında Teslimat	KARAR
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	IYİ
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	IYİ
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	IYİ
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	IYİ
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	İyi	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	IYİ
Yüksek	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	IYİ
Yüksek	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	IYİ
Yüksek	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	İyi	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	IYİ
Yüksek	İyi	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYİ
Yüksek	İyi	Kötü	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	İyi	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	IYİ
Yüksek	İyi	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYİ

EK 14 (devam) Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Karlılık	Kalite	Hizmet Performansı	Hızlı Cevap Yeteneği	Güvenilirlik	Sosyal Faktörler	Kapasite	Zamanında Teslimat	KARAR
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	KÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	KÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ

EK 14 (devam) Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Karlılık	Kalite	Hizmet Performansı	Hızlı Cevap Yeteneği	Güvenilirlik	Sosyal Faktörler	Kapasite	Zamanında Teslimat	KARAR
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	KÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	KÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Yüksek	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ÇOKKÖTÜ
Orta	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ÇOKİYİ
Orta	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	İYİ
Orta	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	İyi	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA

EK 14 (devam) Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Karlılık	Kalite	Hizmet Performansı	Hızlı Cevap Yeteneği	Güvenilirlik	Sosyal Faktörler	Kapasite	Zamanında Teslimat	KARAR
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	İyi	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI

EK 14 (devam) Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Karlılık	Kalite	Hizmet Performansı	Hızlı Cevap Yeteneği	Güvenilirlik	Sosyal Faktörler	Kapasite	Zamanında Teslimat	KARAR
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Kötü	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	İyi	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	IYI
Orta	Orta	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	Orta	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	IYI
Orta	Orta	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	Orta	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	IYI
Orta	Orta	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Orta	Orta	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	IYI
Orta	Orta	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	IYI

EK 14 (devam) Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Karlılık	Kalite	Hizmet Performansı	Hızlı Cevap Yeteneği	Güvenilirlik	Sosyal Faktörler	Kapasite	Zamanında Teslimat	KARAR
Orta	Orta	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Orta	Orta	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	Orta	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	Orta	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Orta	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYİ
Orta	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Orta	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	KÖTÜ
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYİ
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Orta	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ

EK 14 (devam) Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Karlılık	Kalite	Hizmet Performansı	Hızlı Cevap Yeteneği	Güvenilirlik	Sosyal Faktörler	Kapasite	Zamanında Teslimat	KARAR
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	KÖTÜ
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	KÖTÜ
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	KÖTÜ
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	KÖTÜ
Orta	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ÇOKKÖTÜ
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	İYİ
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	İYİ
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	İYİ
Düşük	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAIYI
Düşük	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Düşük	İyi	İyi	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYI

EK 14 (devam) Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Karlılık	Kalite	Hizmet Performansı	Hızlı Cevap Yeteneği	Güvenilirlik	Sosyal Faktörler	Kapasite	Zamanında Teslimat	KARAR
Düşük	Orta	Orta	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Düşük	Orta	Orta	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	Orta	Orta	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Düşük	Orta	Orta	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	Orta	Orta	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	KÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	KÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ÇOKKÖTÜ
Düşük	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAIYİ
Düşük	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTA
Düşük	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Düşük	Orta	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Orta	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA

EK 14 (devam) Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Karlılık	Kalite	Hizmet Performansı	Hızlı Cevap Yeteneği	Güvenilirlik	Sosyal Faktörler	Kapasite	Zamanında Teslimat	KARAR
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ÇOKKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Orta	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ÇOKKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAİYİ
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTA
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	İyi	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ÇOKKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	KÖTÜ

EK 14 (devam) Global dış satın alma bulanık çıkarım sistemi için oluşturulan kurallar

Karlılık	Kalite	Hizmet Performansı	Hızlı Cevap Yeteneği	Güvenilirlik	Sosyal Faktörler	Kapasite	Zamanında Teslimat	KARAR
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Orta	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ÇOKKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTA
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ÇOKKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yeterli	ORTAKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	Yetersiz	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	ÇOKKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	Yeterli	KÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ÇOKKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli	ÇOKKÖTÜ
Düşük	Kötü	Kötü	Kötü	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	ÇOKKÖTÜ

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aslı AKSOY
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa – 1978
Yabancı Dili : İngilizce - Almanca

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Bursa Ulubatlı Hasan Anadolu Lisesi, 1996
Lisans : Uludağ Üniversitesi
Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2000
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2005
Doktora : Uludağ Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl:

Özdilek Tekstil A.Ş., 2000
Aunde Teknik A.Ş., 2000-2001
Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, 2002 -

İletişim (e-posta) : asliaksoy@uludag.edu.tr

Yayımları :

- **Aksoy, A., Öztürk, N., Sucky, E. 2012.** A Decision Support System for Demand Forecasting in the Clothing Industry. *International Int. J. Cloth. Sci. Technol.* (Kabul edildi)
- **Aksoy, A., Öztürk, N., Sucky, E. 2012.** Demand Forecasting for Apparel Manufacturers by Using Neuro-Fuzzy Techniques. *J. Model. Manag.* (Kabul edildi)
- **Aksoy, A., Öztürk, N. 2011.** Supplier Selection and Performance Evaluation in Just-in-Time Production Environments. *Expert Syst. with App.*, 38 (5): 6351-6359.
- **Aksoy, A., Öztürk, N. 2010.** Simulated Annealing Approach in Scheduling of Virtual Cellular Manufacturing in The Automotive Industry. *Int. J. Veh. Des.*, 52 (1/2/3/4): 82-95.
- **Aksoy, A., Öztürk, N. 2012.** The Fundamentals of Global Outsourcing for Manufacturers: Manufacturing System, Ed: Aziz, F.A., InTech, Rijek Croatia, pp: 27-50.
- **Akyürek, A., Keçe, A., Aksoy, A. ve Öztürk, N. 2009.** Termoplastik Ürünlerin Yeni Ürün Devreye Alma Sürecinde Bir Yapay Zeka Yaklaşımı. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 14(1): 67-76.
- **Aksoy, A., Öztürk, N. 2009.** A Neural Network Approach For Supplier Performance Evaluation. 23rd European Conference on Operational Research, 2009, Bonn, Germany.

- **Aksoy, A., Öztürk, N. 2004.** Intelligent Supplier Selection System for JIT Manufacturers. International Logistics Congress, 2-3 Aralık 2004 ,İzmir.
- **Aksoy, A., Öztürk, N. 2012.** Hazır Giyim Sektörü için Talep tahmin Sistemi Tasarımı. 32. Ulusal Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Kongresi, 20-22 Haziran 2012, İstanbul.
- **Aksoy, A., Öztürk, N. 2010.** Global Dış Satın Alma Kararlarında Bir Yapay Zeka Yaklaşımı. 30. Ulusal Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Kongresi, 2010, İstanbul.
- **Ene, S., Aksoy, A., Öztürk, N. 2008.** Tersine Lojistikte Bir Yapay Zeka Yaklaşımı. Üretim Araştırmaları Sempozyumu. 24 - 25 Ekim 2008, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- **Aksoy, A., Öztürk, N. 2008.** Sanal İmalat Hücrelerinin Çizelgelenmesinde Tavlama Benzetimi Yaklaşımı. 4. Otomotiv Teknolojileri Kongresi, 01 – 04 Haziran 2008, Bursa.
- **Akyürek, A., Aksoy,A., Öztürk, N. 2008.** Termoplastik Ürünlerin Üretiminde Kalite Problemlerinin Çözümüne Yönelik Bir Uzman Sistem Tasarımı. 2. Ulusal Sistem Mühendisliği Kongresi, 6-7-8 Şubat 2008, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- **Öztop, D.P., Aksoy, A., Öztürk, N. 2007.** Otomotiv Endüstrisinde ISO/TS 16949:2002 Gerekliliklerine Göre Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Sistemi Geliştirilmesi. Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi (YA/EM 2007), 2-3-4 Temmuz 2007 , İzmir Tepekule Kongre Merkezi, İzmir.
- **Aksoy, A., Öztürk, N. 2005.** Sinirsel Ağlar ile Otomotiv Ana Sanayiinde Tedarikçi Performans Değerlendirmesi Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği 25. Ulusal Kongresi (YA/EM 2005) , 4-5-6 Temmuz 2005, Koç Üniversitesi, İstanbul.