

BULANIK MODELLEME İLE TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

DOI NO: 10.5578/jeas.9711

EJDER AYÇIN* ONUR ÖZVERİ**

ÖZ

Doğru karar vermenin işletmeler için oldukça önemli olduğu belirsizlik ortamlarında deterministik yöntemler, karar vericilere her zaman doğru modelleme imkânı vermemektedir. İnsan yargılarının dilsel değişkenler ve üyelik fonksiyonları yardımıyla sayısallaştırılması esasına dayanan Bulanık Mantık, karar verme sürecinde kullanılan önemli bir yöntemdir. Tedarik zinciri gibi karmaşık bir yapıda karar almanın zorluğu ve tedarik zinciri performansının belirlenmesinin güç olması, bu çalışmanın çıkış noktasını oluşturmuştur. Bu doğrultuda, imalat sektöründe faaliyet gösteren bir firma için, bulanık mantık teorisine dayalı bir tedarik zinciri performans modeli oluşturularak, bu model yardımıyla firmanın tedarik zinciri performansının tahminlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın modeli, Tedarik Zinciri İşletim Referans (SCOR) Modeli baz alınarak, SCOR modeli Seviye 1, Seviye 2 performans metrikleri ile bulanık mantık yaklaşımının entegre edilmesiyle oluşturulmuştur. Bulgular, Bulanık Mantık ve SCOR modeli metriklerine dayalı bir tahmin modelinin, karar vericilere tedarik zinciri performansını yönetme sürecinde yardımcı olabilecek bir yöntem olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Mantık, Bulanık Modelleme, Tedarik Zinciri Yönetimi, Performans Ölçümü

Jel Sınıflandırması: C44, C52

51

EVALUATING SUPPLY CHAIN PERFORMANCE WITH FUZZY MODELLING AND AN IMPLEMENTATION IN MANUFACTURING SECTOR

ABSTRACT

Deterministic methods don't always give correct modeling opportunity to decision makers in uncertainty environments, in which making correct decisions for organizations are very important. Fuzzy logic, based on digitizing human decisions with the help of linguistic variable and membership functions, is an important method used in decision making process. Difficulty in making decision in a complex structure like supply chain and determining supply chain performance are the starting point of this study. For this aim, a supply chain model based on Fuzzy Logic approach will be created for a manufacturing firm and it will be attempted to estimate the firm's performance of supply chain through this model. The model of the study is formed according to the SCOR model; Level 1 and 2 performance metrics are integrated with fuzzy logic approach. Findings showed that an estimation model based on Fuzzy Logic and SCOR model metrics will help decision makers in process of managing supply chain performance.

Keywords: Fuzzy Logic, Fuzzy Modeling, Supply Chain Management, Performance Measurement

Jel Classification: C44,C52

* Arş. Gör. ,Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. İşletme Bölümü, e-mail: ejder.aycin@deu.edu.tr

** Prof. Dr. , Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. İşletme Bölümü, e-mail: onur.ozveri@deu.edu.tr

GİRİŞ

Günümüz artan rekabet koşulları dikkate alındığında, işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri için geleceğe yönelik doğru tahminlerde bulunmaları ve stratejilerini bu tahminlere göre yönlendirmeleri bir zorunluluk haline gelmiştir. İşletmelerin vereceği kararların ve yapacağı planların temelini tahminleme süreci oluşturmaktadır. Dolayısıyla işletmeler bu süreçleri en iyi şekilde yönetmeli ve en doğru tahminlerde bulunmalıdırlar. Bu doğrultuda işletmeler geleceğe yönelik tahminlerde bulunabilmek için çeşitli analiz yöntemlerini yoğun olarak kullanmaya başlamışlardır.

İnsan yargılarının çoğunlukla söz konusu olduğu belirsiz bir sistem yapısıyla karşı karşıya kaldığında, klasik yöntemlere göre daha rahat modelleme imkanı veren bulanık mantık yaklaşımı bu çalışmada kullanılacak temel yöntem olacaktır.

Firmalar, tedarik zinciri sistemlerini ve bununla ilgili model türlerini bilimsel olarak incelemek, tasarlamak, uygulamak ve sürekli olarak geliştirmek durumundadırlar. Bugüne kadar geliştirilen modellerin tedarik zincirini bir bütün olarak ele almakta yetersiz kaldığı görülmektedir. Tedarik Zinciri Konseyi, Tedarik Zinciri Yönetimi için endüstriler arasında standart sağlayacak olan Tedarik Zinciri İşletim Referans (SCOR) Modelini geliştirmiştir. Tedarik zinciri süreçlerinin tanımlanması, ölçülmesi ve sürekli olarak geliştirilmesi temeline dayanan SCOR modeli, tedarik zincirini bir bütün olarak dikkate alarak, yöneticilere tedarik zinciri yönetimindeki karmaşıklıkları azaltma ve stratejik düzeydeki kararları almalarına olanak sağlamaktadır.

Çalışmada işletmelerin sahip oldukları karmaşık tedarik zinciri süreçlerinin performanslarının belirlenmesinde, SCOR modeli ve bulanık mantık teorisi temeliyle oluşturulan entegre bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan model yardımıyla uygulama yapılan firmanın gerçek verilerine dayanan performans ölçümlerine yer verilmiştir.

1. BULANIK MANTIK

Bulanık Mantık kavramı ilk defa 1965 yılında L.A. Zadeh tarafından yayımlanan 'Fuzzy Sets'(Bulanık Kümeler) isimli makale ile ortaya çıkmıştır (ZADEH,1965:338). Klasik mantığın oluşturulan bazı önermelerin doğruluk değerlerinin belirlenmesindeki yetersizliği ile, "çok, oldukça, hemen hemen" gibi belirsizlik içeren kavramların insan düşünce biçimine yaklaşabilmek için kullanılması gerekliliği, bulanık

mantığın gelişmesine yol açmıştır (ÖZKAN,2003:123-126). Birinci bölümde bulanık mantık teorisiyle ilgili temel tanımlamalara yer verilecektir. Bu tanımlamalar ve gösterilen notasyonlar, çalışmada uygulanan modelin anlaşılması konusunda önem arz etmektedir.

1.1. Bulanık Küme

Klasik küme teorisi bir elemanın belirlenen kümenin elemanı olması ya da olmaması felsefesine dayanmaktadır. İyi tanımlanmış bir küme için kesin belirli bir üyelik veya üye olma sözü konusudur. Klasik kümede kısmi üyelik durumu söz konusu olmadığından, bu küme teorisi gerçek dünyadaki uygulamalarda yetersiz kalmaktadır. Diğer taraftan kısmi üyeliği kabul eden bulanık küme teorisi, klasik küme teorisini genelleştirilmiş bir hali olarak karşımıza çıkmaktadır (CHEN VE PHAM,2001:89-90).

Bulanık küme tanımına bakıldığında herhangi bir elemanın ilgili kümeye ait olması, [0,1] sürekli aralığında karakteristik değere atanan sayının büyüklüğü ile açıklanır. Klasik kümelere farklı olarak {0,1} kümesi yerine [0,1] sürekli aralığı söz konusudur ve bu aralıktaki değerler üyelik derecesi adını alır (BOJADZIEV VE BOJADZIEV,2007:9). Matematiksel olarak aşağıdaki gibi gösterimi mümkündür.

$$\forall x \in E: \mu_{\tilde{A}}(x) \in [0,1]$$

$$\tilde{A} = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x) | x \in E\}$$

1.2. Dilsel Değişken

Değişken değeri olarak bir dildeki kelimeleri alabilen değişkene 'dilsel değişken' denir (ZADEH,1994:50). Bulanık mantığın dilsel değişkenlerin kullanımına izin vermesi, bulanık mantığın diğer mantık sistemlerinden önemli bir farklılığı olarak görülmektedir (LİU VD.,2004:184).

Klasik mantıkta 0-1, sıcak-soğuk, genç-yaşlı, uzun-kısa gibi kesin önermeler bulunmaktayken; bulanık mantıkta günlük yaşantıda kullanılan ara durumlar da (az sıcak, çok sıcak, biraz uzun, çok uzun gibi) dikkate alınmaktadır (KOSKO,1993:18-23).

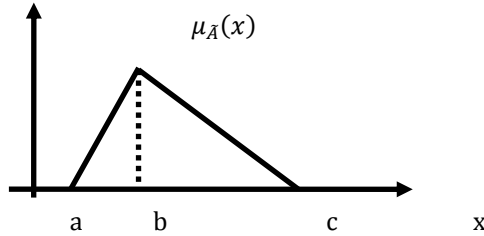
1.3. Üyelik Fonksiyonu

Küme üyelerinin değerleri ile değişiklik gösteren eğriye üyelik fonksiyonu adı verilmektedir (ZADEH VE KACPRZYK, 1992:214). Üyelik fonksiyonları $\mu_A(x)$ ile gösterilir ve "karakteristik fonksiyon" olarak da adlandırılır (KAUFMANN VE GUPTA,1998:9). Girdilerin bulanıklaştırılması sürecinin en önemli aşama-

sı olan üyelik fonksiyonlarının oluşturulmasında, karar vericiler için kullanım ve hesaplama kolaylığı olmasından dolayı genellikle üçgen üyelik fonksiyonları kullanılır (DUBOİS VE PRADE,1980:10). Üçgensel bir üyelik fonksiyonu, a ve c üçgenin tabanını, b üçgenin tepe noktasını belirtecek şekilde üç parametre ile tanımlanır. Bulanık \bar{A} kümesinin a, b ve c parametreleri için tanımlanmış üçgen üyelik fonksiyonunun matematiksel ve grafiksel gösterimleri aşağıdaki gibidir (ZHAO VE BOSE, 2002:229).

$$\mu_{\bar{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ veya } x \geq c \\ (x - a)/(b - a), & x \in (a, b] \end{cases}$$

Üçgen üyelik fonksiyonuna ilişkin çizilen grafik ise Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

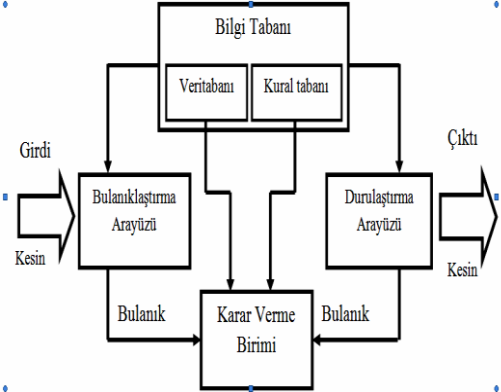
2. BULANIK MODELLEME

Belirsizlik içeren karmaşık sistemlerin, basit ve kesin matematiksel formül ve denklemlerle tanımlanmasının zor olması nedeniyle, bu tür sistemlerin matematiksel modellemesinde bulanık mantığın kullanılması iyi bir alternatif olmaktadır. Tahminleme sürecinde bulanık üyelik fonksiyonlarının kullanıldığı modellemeye ‘bulanık modelleme’ adı verilmektedir (CHEN VE PHAM, 2001:89-90).

Bulanık modelleme temel olarak bulanık küme teorisi, bulanık eğer-ise kuralları ve bulanık çıkarım kavramlarına dayanır. Bulanık çıkarım sistemi aşağıdaki alt sistemlerden oluşmaktadır (SIVANANDAM VD.,2007:118).

- Birçok sayıda Eğer-İse kuralını içeren ‘kural tabanı’
 - Bulanık kurallarda kullanılan bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarını tanımlayan bir ‘veritabanı’
 - Kurallara dayalı sonuç çıkarım işlemlerini yapan bir ‘karar verme birimi’
 - Kesin girdileri sözel değişkenler ve üyelik dereceleriyle birlikte dönüştüren ‘bulanıklaştırma arayüzü’
 - Bulanık sonuçları, kesin çıktılara dönüştüren ‘durulaştırma arayüzü’

Bulanık Çıkarım Sistemi Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Bulanık Çıkarım Sistemi (Kaynak: SIVANANDAM VD.,2007:119)

2.1. Kural Tabanlı Çıkarım

Bulanık kurallar, bulanık çıkarım sisteminin bir girdiyi sınıflandırma ve bir çıktıyı kontrol etme ile ilgili nasıl karar verebileceğini tanımlayan sözel ifadelerin toplamıdır. Bulanık kurallar; Eğer(1. Üyelik fonksiyonuna ait 1.girdi) Ve/Veya (2.Üyelik fonksiyonuna ait 2.girdi) Ve/Veya..... İse(n. Üyelik fonksiyonuna ait n. çıktı) şeklinde yazılabilir.

Örneğin; Eğer sıcaklık yüksek ve nem yüksek ise oda sıcaktır. Burada üyelik fonksiyonlarıyla tanımlı yüksek sıcaklık birinci girdi, yüksek nem ikinci girdi, oda sıcaklığı ise çıktı olmaktadır. Üyelik fonksiyonlarıyla girdilerin kullanılıp sonuçta oda sıcaklığının yüksek kararının verilmesi bir bulanıklaştırma işlemidir (SIVANANDAM VD.,2007:121).

2.2. Mamdani Tipi Çıkarım

Mamdani yöntemi, yaygın olarak kullanım alanı olan, uzman bilgisi gerektiren ve her türlü problemin çözümüne uygulanabilen bir bulanık mantık yöntemidir. Mamdani tipi bulanık model çok kolay oluşturulur, insan davranışlarına çok uygundur. Mamdani tipi bir bulanık model aşağıdaki adımlardan oluşur; (YILMAZ VE ARSLAN,2005:515)

- Girdilerin bulanıklaştırılması: Bulanık ifadeler kullanılarak girdi değişkenlerine ait [0,1] sürekli aralığında değişen üyelik dereceleri belirlenir.
- Bulanık küme mantıksal işlemcileri (“ve”, “veya”) kullanılarak kurallar belirlenir.
- Her bir kuralın çıktısını temsil eden bulanık kümelerin birleştirilir.
- Son adım ise tek kesin bir sayıya dönüştürülmüş toplam bulanık küme sonuçlarının elde edilmesi yani durulaştırma işlemidir.

3. TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANSI YÖNETİMİ VE SCOR MODELİ

Literatürde tedarik zinciri performansı yönetimi ve uygulaması ile bazı yayınlar yer almaktadır (BREWER VE SPEH,2000; PARK VD.,2005; CAI VD.,2009). Tedarik zinciri performans ölçümünün ayırt edici özellikleri, ölçüm sisteminin tüm zinciri ele alması gerekliliği ve buna uygun performans metriklerinin seçilmesidir. Beamon ve Chen bu metrikleri kaynakların yönetimi, tedarik zincirinin esnekliği ve çıktılar olarak belirlerken, Gunasekaran vd., tedarik zinciri performans metriklerini operasyonel, taktik ve stratejik yönetim seviyeleri ile ilişkilendirmiştir. Shepherd ve Günter ise, performans metriklerini tedarik zincirini genel süreçleri (Plan-Tedarik-Yapım-Geri Dönüş) ile ilişkilendirerek modellerini oluşturmuşlardır (BEAMON VE CHEN, 2001; GUNASEKARAN VD., 2004; SHEPHERD VE GÜNTER, 2006).

Tedarik zinciri konseyi 1996 yılında Pittiglio Rabin Todd & McGrath (PRTM) ve Advanced Manufacturing Research (AMR) danışmanlık ve başlangıçta 69 şirketin katkılarıyla kurulmuştur. Tedarik zinciri konseyinin günümüzde dünya çapında yaklaşık 1000'den fazla üyesiyle ve gerçekleştirdiği çalışmalarıyla bir çok ülkede yayınları bulunmaktadır. Tedarik zinciri konseyine üyeler arasında üretim, hizmet, dağıtım ve perakende gibi endüstrilerden şirketler yer almaktadır.²

Günümüze kadar geliştirilen tedarik zinciri modellerinin hepsi envanter yönetimi ve dağıtım lojistiği konuları üzerinde durmaktaydı. Tedarik zinciri yönetiminde stratejik kararların verilebilmesi için endüstrinin standartlarını kapsayacak bir modelin oluşturulması gerekliliğinin doğması üzerine Tedarik Zinciri Konseyi bu modelin geliştirilmesi amacıyla Tedarik Zinciri İşletim Referans (SCOR) modelini tanımlamıştır. SCOR Modeli yönetim süreçlerinin tanımlanması, standart süreçler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, süreç performansının

ölçülebilmesi için standart metriklerin oluşturulması ve performansı en üst seviyeye çıkarabilecek yönetim uygulamalarını kapsamı açısından önem taşımaktadır (HUANG, VD., 2005:377).

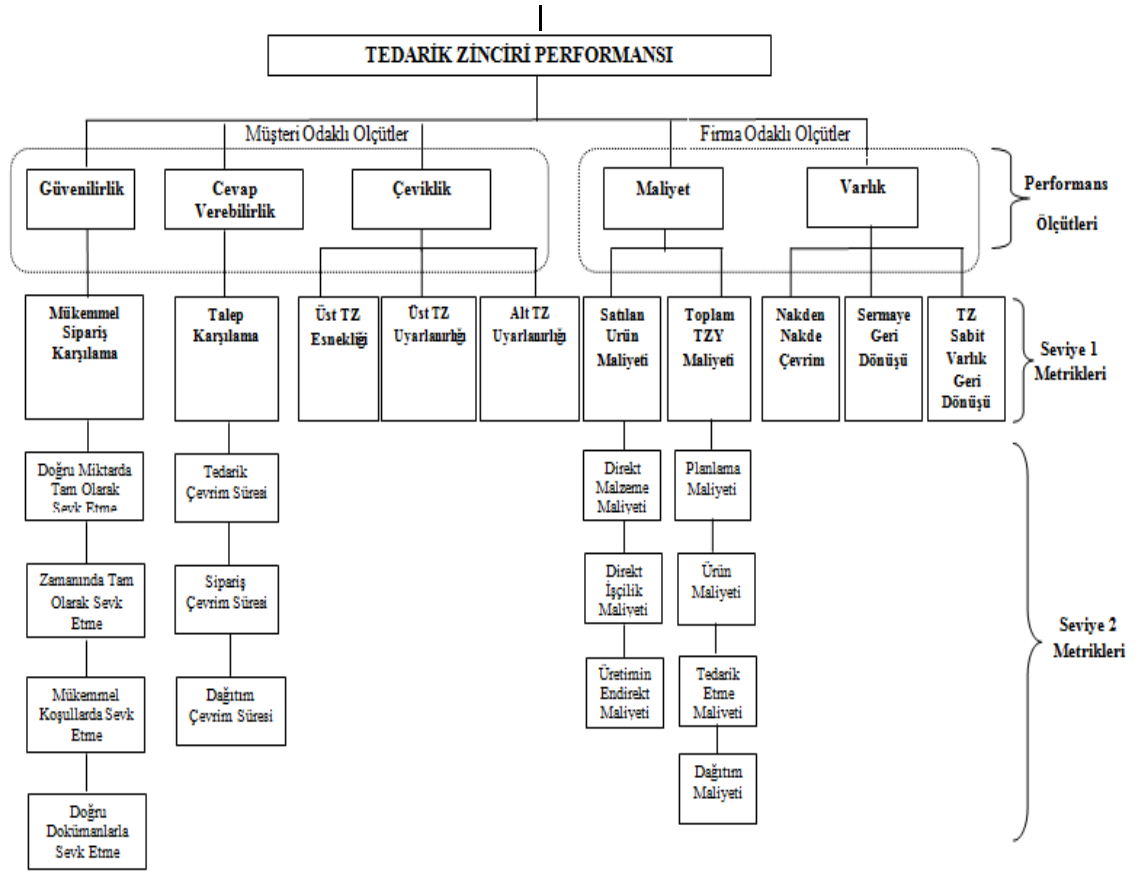
SCOR modeli tedarik zinciri performansını değerlendiren bir modeldir. SCOR modeli, üreticiler de dahil olmak üzere bir tedarik zincirinin tüm katılımcıların, birinci ve ikinci sıra tedarikçiler, perakendeciler, alt tarafa doğru dağıtım, lojistik servis sağlayıcılar ve müşterilerine yardımcı olarak tedarik zinciri yönetiminin etkinliğinin artmasına katkı sağlar (HWANG VD.,2008:411).

SCOR modeli, tedarik zinciri performansını ölçmek için standart performans ölçütlerini içermektedir. SCOR modelinde performans ölçütleri, müşteri odaklı ve firma odaklı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Müşteri odaklı olan performans ölçütleri; güvenilirlik, cevap verebilirlik ve çeviklik; firma odaklı performans ölçütleri ise; maliyetler ve varlıklardır.

Performans ölçütleri tedarik zincirinin farklı tedarik zincirleri ile kıyaslanmasına olanak verip, karakteristiğini ifade etmektedir. Örneğin bir işletme "maliyet" odaklı olup, "güvenilirlik" odaklı başka bir işletme ile karşılaştırılabilir. SCOR modeli birinci seviye metrikleri 10 farklı performans ölçümlemesini kabul etmektedir. Firmaların birinci seviyede bu 10 farklı performans ölçütünde de en iyi sağlayabilmesi zordur. Bu yüzden güçlü yanlarını belirleyerek bu bölümdeki performanslarını hedefe yönlendirmeleri doğru olacaktır. Böylece firmaların kendi pazarlarında farklılık yaratabilmeleri ve pazardaki diğer firmalarla rekabet içinde kalmaları sağlanabilir.

SCOR modelinin yapısı ve kapsamı tedarik zinciri yapısının ihtiyaçlarına göre değişip gelişmektedir. Uygulama modeli oluşturulurken, 2010 yılında geliştirilen SCOR Modeli 10.0 versiyonu baz alınmıştır. SCOR Modeli Versiyon 10.0'ın genel yapısı şekil 3'te gösterilmektedir

² <http://supply-chain.org/about> ;Erişim Tarihi:20/04/2014



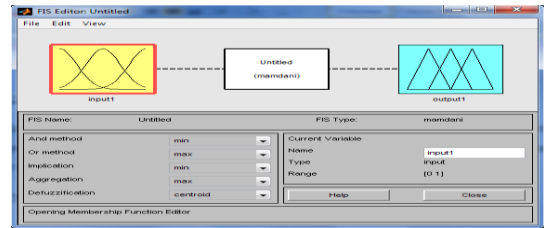
Şekil 3. SCOR Modeli Versiyon 10.0
Kaynak: <http://supply-chain.org/scor>(Erişim Tarihi:20/04/2014)

4. UYGULAMA

Uygulama 35 yıldır Türkiye’de ayakkabı imalatı sektöründe faaliyet gösteren bir firmada gerçekleşmiştir. Firma çocuk ve büyük ayakkabıları ile tabanlarının üretimini yapmaktadır. Firma, imalat sektöründe faaliyet gösterdiğinden, her sezon doğru ürünlerin belirlenmesi ve sezona doğru zamanda yetiştirilmesi son derece önemlidir. Doğru modellerin üretilmemesi veya doğru modellerin zamanında üretilmemesi firma için başarısızlık anlamına gelmektedir. Bu açıdan bakıldığında firmanın tedarik zinciri yönetimi performansının değerlendirilmesi, firma üst düzey yönetiminin vereceği stratejik kararları etkilemesi açısından önem arz etmektedir. Uygulamanın amacı; incelenen firmanın tedarik zinciri performansını tahminlemede, SCOR modeli ve bulanık mantık yaklaşımıyla oluşturulan modelin kullanılmasını ve uygulanışını incelemektir. SCOR Modeli Versiyon 10.0 baz alınarak uygulamanın modeli oluşturulmuştur. Performans hesaplamaları yapılırken ise, SCOR modeli kapsamındaki Seviye 1 ve Seviye 2 metrikleri dikkate alınmıştır.

SCOR modelinin, tedarik zincirini bir bütün olarak dikkate alan yapısı ve bulanık mantığın tedarik zinciri gibi karmaşık bir yapıda modelleme imkanı sağlaması nedeniyle, SCOR modeli ve bulanık mantık entegrasyonu ile oluşturulan model çalışmanın temelini oluşturmuştur.

Bulanık Model oluşturulurken Matlab®7.5.0 programı içerisindeki Fuzzy Logic modülünden faydalanılmıştır. Bu modül kesin girdileri sözel değişkenler ve üyelik dereceleriyle birlikte dönüştüren bulanıklaştırma arayüzü (girdi arayüzü), birçok sayıda Eğer-İse kuralını içerebilen 'kural tabanı' ve bulanık sonuçları, çıktı arayüzünden oluşmaktadır. Şekil 4’de modülün genel yapısı gösterilmektedir.



Şekil 4. Matlab®7.5.0 Fuzzy Logic Modülü

Girdi arayüzünde üyelik fonksiyonları tipi belirlenerek her girdi için bulanıklaştırma işlemi yapılır. Uygun üyelik fonksiyonlarının tespiti bulanıklaştırma aşamasındaki en önemli noktalardan biri olmaktadır. Uygulamadaki her girdi için yapılan bulanıklaştırma işlemi,

uygulama yapılan firmadaki uzman kişi görüşüne göre oluşturulmuştur. Üyelik fonksiyonu tipi olarak üçgen üyelik fonksiyonlarından yararlanılmıştır. Tüm girdilerin üyelik fonksiyonları Tablo 2'deki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 2. Üyelik Fonksiyonlarının Oluşturulması

Performans Metrikleri	Düşük	Orta	Yüksek
Doğru Miktarda Tam Olarak Sevk Etme (%)	(0,999:0) (0,9992:1) (0,9993:0)	(0,9992:0) (0,9997:1) (0,9998:0)	(0,9997:0) (0,9998:1) (0,9999:0)
Zamanında Tam Olarak Sevk Etme (%)	(0,3:0) (0,4:1) (0,45:0)	(0,4:0) (0,6:1) (0,7:0)	(0,65:0) (0,8:1) (0,9:0)
Mükemmel Şekilde Sevk Etme (%)	(0,998:0) (0,9984:1) (0,9986:0)	(0,9984:0) (0,9992:1) (0,9997:0)	(0,9994:0) (0,9998:1) (0,9999:0)
Doğru Dokümanlarla Sevk Etme (%)	(0,9994:0) (0,9996:1) (0,9997:0)	(0,9997:0) (0,9998:1) (0,9999:0)	(0,9999:0) (1:1)
Tedarik Çevrim Süresi (gün)	(1:0)(2:1)(3:0)	(3:0)(5:1)(7:0)	(7:0)(10:1)(12:0)
Sipariş Çevrim Süresi (gün)	(1:0)(2:1)(4:0)	(3:0)(5:1)(8:0)	(6:0)(10:1)(12:0)
Dağıtım Çevrim Süresi (gün)	(1:0)(2:1)(4:0)	(3:0)(5:1)(8:0)	(6:0)(10:1)(12:0)
Üst Tedarik Zinciri Esnekliği (gün)	(2:0)(4:1)(5:0)	(4:0)(6:1)(9:0)	(8:0)(10:1)(12:0)
Üst Tedarik Zinciri Uyarlanırlığı (gün)	(2:0)(3:1)(4:0)	(3:0)(4:1)(5:0)	(5:0)(7:1)(8:0)
Alt Tedarik Zinciri Uyarlanırlığı (gün)	(1:0)(2:1)(3:0)	(2:0)(4:1)(5:0)	(4:0)(6:1)(7:0)
Direkt Malzeme Maliyeti (TL/br)	(0,89:0) (0,93:1) (1,2:0)	(0,97:0) (1,3:1) (1,55:0)	(1,45:0)(1,67:1) (1,8:0)
Direkt İşçilik Maliyeti (TL/br)	(0,45:0) (0,58:1) (0,7:0)	(0,65:0) (0,75:1) (0,95:0)	(0,85:0)(1,25:1) (1,4:0)
Üretimin Endirekt Maliyeti (TL/br)	(0,65:0) (0,75:1) (0,85:0)	(0,8:0) (0,95:1) (1,25:0)	(1,1:0)(1,5:1) (1,75:0)
Planlama Maliyeti (TL/br)	(0,01:0)(0,011:1) (0,014:0)	(0,012:0)(0,015:1) (0,018:0)	(0,016:0) (0,023:1) (0,026:0)
Ürün Maliyeti (TL/br)	(2:0) (2,26:1) (2,7:0)	(2,4:0) (3,1:1) (3,6:0)	(3,3:0) (4,2:1) (4,7:0)
Tedarik Etme Maliyeti (TL/br)	(0,08:0) (0,101:1) (0,11:0)	(0,105:0) (0,13:1) (0,155:0)	(0,135:0) (0,2:1)
Dağıtım Maliyeti (TL/br)	(0,015:0)(0,027:1) (0,035:0)	(0,030:0)(0,046:1) (0,051:0)	(0,048:0) (0,055:1) (0,063:0)
TZ Sabit Varlık Geri Dönüşü (%)	(0:0)(0,2:1)(0,4:0)	(0,3:0) (0,6:1) (0,75:0)	(0,6:0) (0,9:1) (1:0)
Sermaye Geri Dönüşü (yıl)	(1:0)(3:1)(5:0)	(4:0)(5:1)(8:0)	(7:0)(10:1)(15:0)
Nakitten Nakte Çevrim Süresi (gün)	(10:0)(20:1)(25:0)	(20:0)(30:1)(45:0)	(40:0)(50:1)(60:0)
Dağıtım Çevrim Süresi (gün)	(1:0)(2:1)(4:0)	(3:0)(5:1)(8:0)	(6:0)(10:1)(12:0)

Kural tabanının belirlenmesi aşamasında da uzman görüşünden yararlanılmıştır. Tüm performans ölçütleri için en uygun kuralların

bulunması, modelin başarısını artıracak en önemli unsurlardan biridir. Satılan Ürün Maliyeti değişkenine ilişkin bir örnek kural tabanı Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo3. Satılan Ürün Maliyeti Metriğine İlişkin Kural Tabanı

EĞER			İSE
Direkt Malzeme Maliyeti	Direkt İşçilik Maliyeti	Üretim Endirekt Maliyeti	Satılan Ürün Maliyeti
Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
Düşük	Düşük	Orta	Düşük
Düşük	Düşük	Yüksek	Orta
Düşük	Yüksek	Orta	Orta
Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Düşük	Yüksek	Düşük	Düşük
Düşük	Orta	Düşük	Düşük
Düşük	Orta	Orta	Orta
Düşük	Orta	Yüksek	Orta
Orta	Orta	Orta	Orta
Orta	Orta	Düşük	Orta
Orta	Orta	Yüksek	Orta
Orta	Yüksek	Orta	Yüksek

EĞER			İSE
Direkt Malzeme Maliyeti	Direkt İşçilik Maliyeti	Üretim Endirekt Maliyeti	Satılan Ürün Maliyeti
Orta	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Orta	Yüksek	Düşük	Orta
Orta	Düşük	Düşük	Düşük
Orta	Düşük	Orta	Orta
Orta	Düşük	Yüksek	Orta
Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek
Yüksek	Yüksek	Düşük	Yüksek
Yüksek	Orta	Orta	Orta
Yüksek	Orta	Düşük	Orta
Yüksek	Orta	Yüksek	Yüksek
Yüksek	Düşük	Düşük	Orta
Yüksek	Düşük	Orta	Orta
Yüksek	Düşük	Yüksek	Yüksek

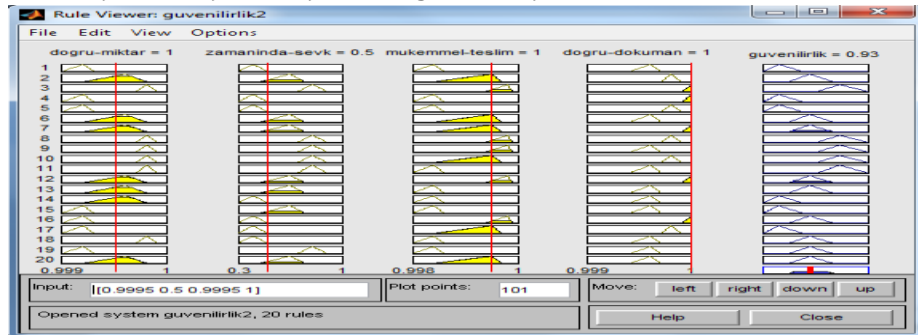
Üyelik fonksiyonları ve kural tabanının belirlenmesinden sonra firmanın modeldeki her performans ölçütü için hesaplamalar yapılmıştır. Firmadan alınan Kasım 2012 ve Nisan 2013 verileri doğrultusunda, iki farklı döneme ilişkin

performans skorları elde edilmiştir. İki farklı dönemde elde edilen skorlar karşılaştırmalı bir şekilde yorumlanmıştır. Tablo 4'te güvenilirlik ölçütüne ilişkin firma değerlerinin hesaplanması gösterilmiştir.

Tablo 4. Güvenilirlik Ölçütüyle İlgili Firma Hesaplamaları (Kasım 2012)

2. SEVİYE METRİKLERİ	FORMÜL	ÜYELİK FONKSİYONLARI			Firma Değeri
		Düşük	Orta	Yüksek	
Ürünlerin Doğru Miktarla Tam Olarak Sevki Edilme Oranı (Orders In Full)	[doğru miktarda karşılanan siparişlerin adedi] / [sevk edilen toplam sipariş miktarı]	(0,999:0) (0,9992:1) (0,9993:0)	(0,9992:0) (0,9996:1) (0,9998:0)	(0,9997:0) (0,9998:1) (0,9999:0)	129.935 adet/ 130.000 adet ay = 0.9995
Ürünlerin Zamanında Tam Olarak Sevki Edilme Oranı (Delivery to Commit Date)	[Zamanında sevk edilen sipariş adedi] / [sevk edilen toplam sipariş miktarı]	(0,3:0) (0,4:1) (0,45:0)	(0,4:0) (0,65:1) (0,75:0)	(0,70:0) (0,8:1) (0,9:0)	65000 adet/ 130.000 adet ay = 0.50
Ürünlerin müşteriye mükemmel şekilde ulaşması (belirlenen özelliklerde olması) (Perfect Condition)	[Uygun şekilde sevk edilen sipariş sayısı] / [sevk edilen toplam sipariş sayısı]	(0,998:0) (0,9984:1) (0,9986:0)	(0,9984:0) (0,9995:1) (0,9997:0)	(0,9994:0) (0,9998:1) (0,9999:0)	129.935 adet/ 130.000 adet ay = 0.9995
Ürünlerin Doğru Dökümanlar İle Sevki Edilme Oranı (Accurate Documentation)	[doğru dökümanlar ile sevk edilen sipariş adedi] / [sevk edilen toplam sipariş miktarı]	(0,9994:0) (0,9996:1) (0,9997:0)	(0,9997:0) (0,9998:1) (0,9999:0)	(0,9999:0) (1:1)	130.000 adet/130.000 adet ay = 1

Güvenilirlik ölçütüyle ilgili firma değerleri hesaplandıktan sonra ilgili değerler bulanık çıkarım mekanizmasına girilmiştir. Kasım 2012 dönemine ilişkin güvenilirlik skoru 0,93 elde edilmiştir. Kasım 2012 hesaplamalarına ilişkin sonuç ekranı Şekil 5'te gösterilmiştir.



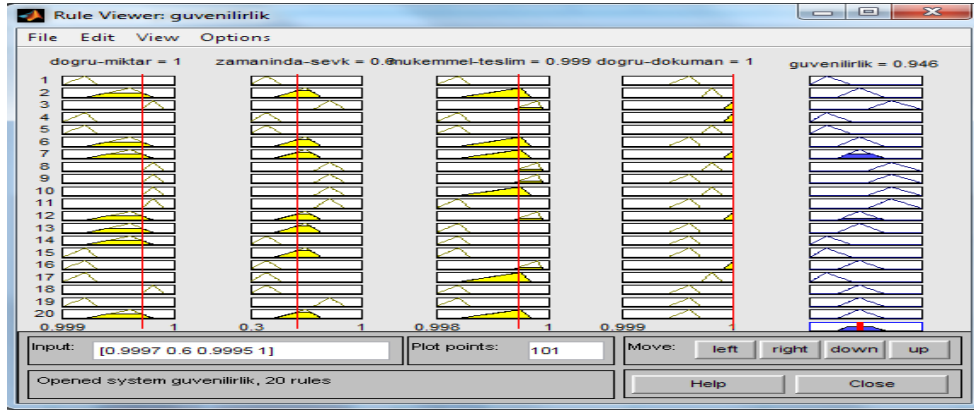
Şekil 5. Güvenilirlik Ölçütüne İlişkin Sonuç Ekranı (Kasım 2012)

Güvenilirlik ölçütüyle ilgili Nisan 2013 dönemine ilişkin firma hesaplamaları ise Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Güvenilirlik Ölçütüyle İlgili Firma Hesaplamaları (Nisan 2013)

2. SEVİYE METRİKLERİ	FORMÜL	ÜYELİK FONKSİYONLARI			Firma Değeri
		Düşük	Orta	Yüksek	
Ürünlerin Doğru Mik-tarda Tam Olarak Sevk Edilme Oranı (Orders In Full)	[doğru miktarda karşı-lanan siparişlerin adedi] / [sevk edilen toplam sipariş miktarı]	(0,999:0) (0,9992:1) (0,9993:0)	(0,9992:0) (0,9996:1) (0,9998:0)	(0,9997:0) (0,9998:1) (0,9999:0)	0.9997 129.960 adet/130.000 adet ay = 0.9997
Ürünlerin Zamanında Tam Olarak Sevk Edilme Oranı (Delivery to Commit Date)	[Zamanında sevk edilen sipariş adedi] / [sevk edilen toplam sipariş miktarı]	(0,3:0) (0,4:1) (0,45:0)	(0,4:0) (0,65:1) (0,75:0)	(0,70:0) (0,8:1) (0,9:0)	78.000 adet/130.000 adet ay= 0.60
Ürünlerin müşteriye mükemmel şekilde ulaş-ması (belirlenen özellik-lerde olması) (Perfect Condition)	[Uygun şekilde sevk edilen sipariş sayısı]/ [sevk edilen toplam sipariş sayısı]	(0,998:0) (0,9984:1) (0,9986:0)	(0,9984:0) (0,9995:1) (0,9997:0)	(0,9994:0) (0,9998:1) (0,9999:0)	129.935 adet/130.000 adet ay = 0.9995
Ürünlerin Doğru Dökümanlar İle Sevk Edilme Oranı (Accurate Documentation)	[doğru dökümanlar ile sevk edilen sipariş adedi] / [sevk edilen toplam sipariş miktarı]	(0,9994:0) (0,9996:1) (0,9997:0)	(0,9997:0) (0,9998:1) (0,9999:0)	(0,9999:0) (1:1)	130.000adet/130.0 00 adet ay = 1

Bulanık çıkarım mekanizmasından Nisan 2013 dönemine ilişkin elde edilen güvenilirlik skoru 0,946'tır. Nisan 2013 hesaplamalarına ilişkin sonuç ekranı Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Güvenilirlik Ölçütüne İlişkin Sonuç Ekranı (Nisan 2013)

5. SONUÇLAR

Uygulama yapılan firmanın, SCOR modelinde yer alan beş performans ölçütüne ilişkin performans skorları, değerlendirme yapılan Kasım 2012 ve Nisan 2013 dönemlerine ilişkin olmak üzere Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Firmanın Performans Ölçütlerine İlişkin Skorları

PERFORMANS METRİĞİ	Kasım 2012 Sonuçları	Nisan 2013 Sonuçları
Güvenilirlik	0,93	0,946
Cevap Verebilirlik	5,39	5,33
Çeviklik	5,39	5,39
Maliyet	1,17	1,13
Varlık	0,503	0,503

Firmanın her iki dönem için performans skorlarına bakıldığında, beş performans ölçütünün üç tanesinde iyileştirmeler olduğu görülmüştür. Uygulama kısmında da ayrıntılı olarak anlatılan güvenilirlik boyutunda Kasım 2012 skoru 0,93 iken; Nisan 2013'te bu skor 0,946'ya yükselmiştir. İlgili firma hesaplamalarına da bakıldığında Kasım 2012 dönemine oranla, Nisan 2013'de firmanın zamanında ve tam olarak sevk ettiği ürün oranındaki artışın, olumlu yönde oluşan bu farklılığa neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca doğru miktarda ve tam olarak sevk edilen ürün oranındaki az da olsa bir artış kaydedilmesi bu skorun artışını olumlu yönde desteklemiştir. Firmanın, moda sektörüne dayanan üretim yapısına sahip olması nedeniyle, her sezon doğru ürünlerin belirlenmesi ve sezona doğru zamanda yetiştirilmesi son derece önemli olmaktadır. Doğru modellerin üretilmemesi veya doğru modellerin zamanında üretilmemesi firma için oldukça büyük kayıplara yol açacaktır. Bu nedenle tedarik zincirinin doğru ürünü, doğru yerde, doğru zamanda, doğru durumda ve ambalajda, doğru miktarda, doğru dokümanlarla birlikte doğru müşteriye gönderilmesi oldukça önemlidir. Taşıma performansının bir göstergesi olan güvenilirlik boyutuna ilişkin firma skorunun artmış olması olumlu bir sonuç olarak gözükmektedir.

Firmanın cevap verebilirlik boyutunda Kasım 2012 skoru 5,39 iken; Nisan 2013'te bu skor

5,33'e düşmüştür. Tedarik zincirinin ürünleri müşteriye sağlama hızı olarak tanımlayabileceğimiz ve talep karşılama çevrim sürelerini ilgilendiren bu performans ölçütüne ilişkin cevap verebilirlik skorunun düşmüş olması, olumlu bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

Firma içi performans ölçütlerinden biri olan maliyet performansı skorlarına bakıldığında Kasım 2012 dönemi skorunun 1,17, Nisan 2013 döneminin skoru 1,13 olduğu gözükmektedir. Firmanın yaptığı iyileştirme faaliyetleri sonrası yapılan hesaplamalarda, olumlu yönde olan bu maliyet azalışına hammadde tedarik etme, ürün maliyeti ve direkt malzeme maliyeti gibi maliyet kalemlerinde meydana gelen azalışların neden olduğu görülmüştür.

Performans ölçütlerinden çeviklik ve varlık skorlarına bakıldığında ise firmanın Kasım 2012 ve Nisan 2013 dönemlerinde farklılığa rastlanmamıştır. Varlık ölçütünün altında yer alan metriklere bakıldığında sermaye geri dönüşü ve sabit varlıklar geri dönüşü gibi kalemlerin olduğu görülmektedir. Daha çok uzun vadede geri dönüşü olan kalemler olması nedeniyle varlık performansının Kasım 2012 ve Nisan 2013 dönemleri arasında çok fazla değişkenlik göstermemesi de normal bir durum olarak yorumlanabilir.

Çalışmada Tedarik Zinciri gibi karmaşık bir yapıda, zincirin performansını belirlemede SCOR Modeli ölçütleri ve bulanık mantık yaklaşımına dayalı bir modelin uygulanabilirliği gösterilmiştir. SCOR ölçütlerine dayalı bulanık modelin, tedarik zinciri performansının yönetimine ilişkin karar alma yetkisine sahip olan yöneticilerin, karar alma süreçlerinde onlara yardımcı olacak bir model olması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Mevcut çalışma üretim sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için modellenmiştir. Çalışmada oluşturulan modelin, hizmet sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın performans ölçütlerine uyarlanarak, hizmet tedarik zinciri performansını belirlemede uygulanabilir bir model olup olmayacağı gelecek çalışmalarda araştırılabilir.

KAYNAKÇA

- BEAMON, Benita M, CHEN, V.C.P (2001). Performance Analysis of Conjoined Supply Chains. **International Journal of Production Research**, 39 (14), 3195–3218.
- BREWER, Peter C, SPEH, T.W (2000). Using The Balanced Scorecard To Measure Supply Chain Performance. **Journal of Business Logistics**, 211, 75–93.
- BOJADZIEV, George, BOJADZIEV, M (2007). **Fuzzy Logic for Business, Finance and Management 2nd Edition**, World Scientific Publishing.
- CAI, J., LIU, X., ve LIU, J (2009). Improving Supply Chain Performance Management: A Systematic Approach To Analyzing Iterative KPI Accomplishment. **Decision Support Systems** , 46, 512–521.
- CHEN, Guanrong, PHAM,T.T (2001). **Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy Control Systems**, Boca Raton, FL: CRC Press.
- DUBOIS, Didier, PRADE, H (1980). **Fuzzy Sets and Systems: Theory and Application**, Academic Press Inc.
- GUNASEKARAN, A., PATEL, C., MCGAUGHEY, R.E (2004). A Framework For Supply Chain Performance Measurement. **International Journal of Production Economics**, 87 (3), 333–347.
- KAUFMANN, Arnold, GUPTA, M.M (1988). **Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science**, North Holland: Elsevier Science Publishers.
- KOSKO, Bart Andrew (1993). **Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic**, Southern California University
- LIU, J., YANG,J., WANG,J., SU, H., WANG, Y (2004). Fuzzy Rule Based Evidential Reasoning Approach For Safety Analysis. **International Journal of General System**, 33:(2-3), 183-204
- HWANG, D. Y., CHING Lin Y., LYU Jr. J (2008). The performance evaluation of SCOR sourcing process The case study of Taiwan's TFT-LCD industry , **International Journal of Production Economics** , 115 , 411- 423
- HUANG, S. H., SUNIL K. S., HARSHAL K (2005). Computer –Assisted Supply Chain Configuration Based On Supply Chain Operation Reference (SCOR) Model, **Computers & Industrial Engineering**, 48 , 377–394
- ÖZKAN, Mustafa (2003). **Bulanık Hedef Programlama. Bursa:** Ekin Yayınevi.
- PARK, J.H., LEE, J.K., YOO, J.S (2005). A Framework For Designing The Balanced Supply Chain Scorecard. **European Journal of Information Systems**, 14 (4), 335–346.
- SHEPHERD, C. ve Günter, H. (2006). Measuring Supply Chain Performance: Current Research and Future Directions. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 55, 242–258.
- SILER, William ve BUCKLEY, J. J (2005). **Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning**. United States of America: John Wiley & Sons Inc.
- SIVANANDAM, S. N, SUMATHI, S., DEEPA, S. N (2007). **Introduction to Fuzzy Logic Using MATLAB**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- YILMAZ M. ve ARSLAN E. (2005). Bulanık Mantığın Jeodezik Problemlerin Çözümünde Kullanılması. **Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu**, ss.512-522, Düzenleyen İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul.
- ZADEH, Lotfi Asker, (1965). Fuzzy Sets, **Information and Control**, 8:338-353.
- ZADEH, Lotfi Asker, (1994). **Soft Computing and Fuzzy Logic**. IEEE Software.
- ZADEH, Lotfi Asker, KACPRZYK, J (1992). **Fuzzy Logic for The Management of Uncertainty**. New York: John Wiley&Sons Inc.
- ZHAO, J. ve BOSE, B. K (2002). Evaluation of Membership Functions for Fuzzy Logic Controlled Induction Motor Drive. **28th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society**. İspanya.

İNTERNET KAYNAKLARI

- <http://supply-chain.org/about> (Erişim Tarihi: 20/04/2013)
- <http://supply-chain.org/scor> Supply Chain Operations Reference Model SCOR Version 10.0, (Erişim Tarihi:20/04/2013)