



# Makine Seçim Probleminin Bulanık VIKOR Yöntemiyle İncelenmesi

Rümeysa Faydalı<sup>1</sup>, Enes Furkan Erkan<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

rumeysa.faydali, eneserkan@ogr.sakarya.edu.tr

## Öz

Firmalar için üretim, hedeflerini gerçekleştirmede büyük bir öneme sahip olan işletme fonksiyonudur. İnsan, malzeme ve makineden oluşan sistemi başarılı yöneten işletmeler üretim sistemlerini kolaylıkla iyileştirebilir. Üretim faktörlerinin uyumlu olması ve işletme hedeflerine uygun bir şekilde planlanmış olması uzun ömürlü yaşam döngüsü için hayati önem taşımaktadır. Hedeflere uygun karar alınabilmesi için karar vericilerin çok sayıda kriteri değerlendirmesi gerekmektedir. En uygun kararların alınabilmesi, işletmelerde verimlilik ve başarının artması demektir. Makine seçimi de firmalar için üretimdeki verimliliği arttırmada çözülmesi gereken bir karar verme problemi. Firmalar bu sebeple makine seçim değerlendirmesini detaylıca ele almalı ve çözmeye çalışmalıdır. Bulanık VIKOR yöntemi bir çok kriterli karar verme yöntemidir ve maksimum grup faydasını ve minimum bireysel pişmanlığı tespit edip, uzlaştırıcı bir çözüm oluşturur. Uygulamada bulanık VIKOR yöntemi kullanılarak bir tekstil firmasının yeni bir makine seçim problemi ele alınmıştır. Bu süreçte dört alternatif, beş karar verici tarafından yedi kritere göre değerlendirilip hesaplanan sonuçlara göre sıralanmıştır. Uygulama ile bulanık VIKOR yönteminin yeni bir makine seçiminde etkin bir yöntem olarak kullanılabilmesi sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Bulanık Mantık, Bulanık VIKOR, Makine Seçimi.

## A Fuzzy VIKOR Method for Machine Selection

### Abstract

For companies, production is a business function. Human, material and machine creates production system. The use of decision-makers is very important in order to make decisions in accordance with their objectives. For this reason, companies should consider machine selection. The Fuzzy VIKOR method is a multi-criteria decision-making method and a conciliatory analysis of finding maximum group benefit and minimum regret. In practice VIKOR method design a textile company to address the problem of selecting a new machine. In this process, five experts were evaluated according to the first seven criteria and four alternatives were ranked according to the calculated results. The VIKOR method is used as an effective method for selecting a new machine.

**Keywords:** Fuzzy Logic, Fuzzy VIKOR, Machine Selection.

## 1. Giriş

Günümüz şartlarında rekabet eden üretim işletmelerinin öncelikli amacı etkin kaynak kullanımı ile hizmet veya mal üretip sürdürülebilirliği oluşturmaktır. İşletmeler için kaynak kullanımını etkin hale getirmek ve rekabet avantajı sağlamak için en önemli noktalardan biri makine seçimi konusudur. Doğru makine seçimi

verimliliği, üretimin kalitesini, maliyeti ve birçok önemli fonksiyonu doğrudan etkilediği için oldukça önemli bir konudur. Bu yüzden karar verme sürecinde yönetsel bir işleyişe ihtiyaç duyulduğundan bir yatırım problemi olarak da ele alınmalıdır.

Makine seçimi problemi, verimliliği, üretimin performansını etkileyen bir karar ve aynı zamanda uzmanlık gerektiren oldukça önemli bir süreçtir.

\* Sorumlu yazar: Enes Furkan Erkan  
E-posta adresi: eneserkan@sakarya.edu.tr

Alındı : 20 Oca 2020  
Revizyon : 04 Şub 2020  
Kabul : 15 Şub 2020

(Arslan, 2004). Bu sebeple doğru ve en olası makine seçimi firmayı verimlilik artışıyla beraber başarıya götürür (Önüt, 2008). Makine seçim probleminde kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi söz konusu olduğundan çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi olarak ele alınabilir.

Makine seçim problemlerinde, çok kriterli karar verme yöntemlerinden en sık kullanılanlar arasında analitik hiyerarşi sürecinin yer aldığı görülmektedir. (Tabucanon vd., 1994; Lin ve Yang, 1996; Yurdakul, 2004) yaptıkları çalışmalarda çeşitli kriterler kullanarak alternatifler arasında analitik hiyerarşi süreci ile seçim yapmışlardır. Ayrıca birçok yöntem ile makine seçim problemi çalışılmıştır.

Uygulamada, makine seçim probleminde Bulanık VIKOR yönteminin kullanılması ile çözüm geliştirilmesi amaçlanmıştır. Makine seçim uygulamalarında birçok çok kriterli karar verme yöntemi kullanılmaktadır. Bulanık VIKOR yöntemi, makine seçimi için de çeşitli problemlerdeki alternatiflerin seçimi için sıklıkla kullanılmaktadır.

Anlaşılabilir olma ve hesaplama konusunda sağladığı kolaylıklar ve Excel programında çözümün mümkün olması, Bulanık VIKOR yöntemini literatürde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri haline getirmiştir.

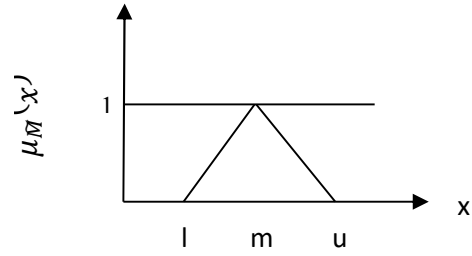
## 2. Yöntem

Geleneksel küme yaklaşımında karar vericilerin tercihlerini, düşüncelerini ifade etmede belirsiz kalması bu yöntemle çözümü zorlaştırabilmektedir. (Zadeh,1965) belirsizlik durumunu yok etmek için bulanık küme teorisini bulmuştur. Bulanık küme teorisine, tercihlerdeki belirsizlik, muğlaklık durumunu çözmeyi ve karar verme sürecinde dilsel değişkenleri kullanmayı amaçlamıştır. Bulanık çok kriterli karar verme teknikleri, kalitatif ya da eksik bilgiyi gidermede kullanılır (Opricovic, 2011). Bulanık VIKOR yöntemi de bu tekniklerden biridir. Bulanık VIKOR ile dilsel değişkenler kolaylıkla bulanık sayılara çevrilebilir. Üçgen üyelik fonksiyonları hesaplamalardaki kolaylık ve çözüme daha kolay ulaşabilme adına uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Üçgen üyelik fonksiyonu bu uygulamada da kullanılmıştır.

Teoride kesin yargılar yerine doğal dilde kullanılan ifadeleri içeren dilsel değişkenler kullanılmaktadır. (Çakır ve Canbolat, 2008). Çözümleme için dilsel değişkenler bulanık sayılara dönüştürülmelidir. Bulanık sayı da özel bir bulanık kümedir. ( $\tilde{A} = X \in R \mid \mu_{\tilde{A}}(x)$ ) Burada  $x$ , reel doğru üstündeki  $R1 = -\infty < x < \infty$  değerlerdir ve üyelik fonksiyonu  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  ise  $[0,1]$  aralığındadır.

Bulanık üyelik fonksiyonları farklı türlerde olabilmektedir. Bu çalışmada ise üçgen bulanık

sayılar kullanılarak çözüme gidilmiştir.



Şekil 1. Üçgen Bulanık Sayının Üyelik Fonksiyonu

Burada  $l, \tilde{M}$  bulanık sayısının alt değeri ve  $u, \tilde{M}$  bulanık sayısının üst değeridir,  $m$  ise orta değerdir. (Seçme vd., 2009):

Çok kriterli karar verme tekniklerinde gerçek değerler kullanılarak kriter ağırlıkları belirlenir ve değerlendirme bu şekilde yapılır. Gerçek hayatta ise bu her zaman böyle olmamaktadır. Kesin yargılar kullanmak her zaman mümkün olmadığı gibi ifadeler muğlak olabilmektedir. Sorunu yok etmek için Zadeh (1965) bulanık mantığı ortaya koymuştur. Bu mantıkta kesin olmayan yargıları dilsel değişkenler yardımıyla ifade edebilmek mümkün olmuştur. Bulanık mantık, çok kriterli karar verme tekniklerinde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. VIKOR yöntemi de bunlardan biridir. Bulanık VIKOR yönteminin uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir. (Chen ve Wang, 2009; Moeinzadeh ve Hajfathaliha, 2009)

Adım 1. İlk olarak karar vericiler belirlenir. Karar verici grup tarafından değerlendirme kriterleri ve alternatifler belirlenir. Karar verici sayısı  $n$ , alternatif sayısı  $m$  ve kriter sayısı  $k$  olarak kabul edilir.

Adım 2. Daha sonra dilsel değişkenler ve bu değişkenler için bulanık sayılar belirlenir. Dilsel değişkenler ve bulanık sayı karşılıkları Tablo 1'deki gibidir.

Adım 3. Belirlenen sonuçlar bir araya getirilir. Her kriter için aşağıdaki formülle bütünleştirilmiş ağırlık hesaplanır. Denklemden  $n$  karar verici sayısını ifade eder.

$$\tilde{W}_j = \frac{1}{n} \left[ \sum_{e=1}^n \tilde{W}_j^e \right] \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (1)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{n} \left[ \sum_{e=1}^n \tilde{x}_{ij}^e \right] \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

Adım 4. 3. Adım tamamlandıktan sonra alternatif ve kriterlere göre bulanık karar matrisi ve bulanık ağırlık matrisi oluşturulur.

$$D = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \dots & \tilde{x}_{mk} \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, k \quad (3)$$

$$\widetilde{W} = [\widetilde{W}_1, \widetilde{W}_2, \dots, \widetilde{W}_k] \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (4)$$

Adım 5. Bu adımda bulanık en iyi ve bulanık en kötü değerler aşağıdaki formüllerle belirlenir.

$$\widetilde{f}_j^* = \max_i \widetilde{x}_{ij}, \quad \widetilde{f}_j^- = \min_i \widetilde{x}_{ij} \quad (5)$$

Adım 6.  $\widetilde{S}_i^*$  ve  $\widetilde{R}_i^*$  değerleri hesaplanır.  $\widetilde{S}_i^*$  değeri, i. alternatifte her bir kriter değerinin bulanık en iyi değere uzaklığının toplamını verirken,  $\widetilde{R}_i^*$  ise j. kritere göre i. alternatifinin bulanık en kötü değere olan uzaklığının maksimumunu verir. Dolayısıyla  $\widetilde{S}_i$  ve  $\widetilde{R}_i$  değerleri i. alternatifin ortalama ve en kötü skorlarını göstermektedir.

$$\widetilde{S}_i = \sum_{j=1}^k \widetilde{W}_j (\widetilde{f}_j^* - \widetilde{x}_{ij}) / (\widetilde{f}_j^* - \widetilde{f}_j^-) \quad (6)$$

$$\widetilde{R}_i = \max_j [\widetilde{W}_j (\widetilde{f}_j^* - \widetilde{x}_{ij}) / (\widetilde{f}_j^* - \widetilde{f}_j^-)] \quad (7)$$

Adım 7.  $\widetilde{S}_i^*$ ,  $\widetilde{S}_i^-$ ,  $\widetilde{R}_i^*$  ve  $\widetilde{R}_i^-$  değerleri hesaplanır.  $\widetilde{S}_i^*$  maksimum çoğunluk kuralını ve  $\widetilde{R}_i^*$  ise farklı görüşte olanların bireysel pişmanlıklarının minimumunu verir.

$$\widetilde{S}_i^* = \min_i \widetilde{S}_i, \quad \widetilde{S}_i^- = \max_i \widetilde{S}_i \quad (8)$$

$$\widetilde{R}_i^* = \min_i \widetilde{R}_i, \quad \widetilde{R}_i^- = \max_i \widetilde{R}_i \quad (9)$$

Bu hesaplamalardan sonra  $\widetilde{Q}_i$  indeksi elde edilir.  $\widetilde{Q}_i$  indeksi,  $\widetilde{S}_i^*$ ,  $\widetilde{S}_i^-$ ,  $\widetilde{R}_i^*$  ve  $\widetilde{R}_i^-$  değerlerinin birlikte değerlendirilmesiyle belirlenir.  $v$  ise stratejiler arasında maksimum grup faydasını sağlayanın ağırlığını belirtir. Çoğunluk için uzlaşmacı olmak üzere  $v \approx 0.5$  alınabilir. (Opricovic, 2011)

$$\widetilde{Q}_i = \frac{v(\widetilde{S}_i^- - \widetilde{S}_i^*)}{\widetilde{S}_i^- - \widetilde{S}_i^*} + (1 - v)(\widetilde{R}_i^- - \widetilde{R}_i^*) / (\widetilde{R}_i^- - \widetilde{R}_i^*) \quad (10)$$

Adım 8. Bu adımda üçgensel bulanık sayı  $\widetilde{Q}_i$  durulaştırılarak  $Q_i$  indeksi elde edilir. Literatür çalışmalarında birçok farklı durulaştırma yöntemleri kullanılmaktadır. Formüle göre;  $u_i$ , üçgen bulanık

**Tablo 1.** Dilsel Değişkenler Ve Bulanık Sayı Karşılıkları

Kriter ağırlıkları için kullanılan değişkenler		Alternatiflerin derecelendirilmesi için kullanılan değişkenler	
Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayı Karşılıkları	Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayı Karşılıkları
(ÇD) Çok Düşük	(0, 0, 0.25)	(ÇK) Çok Kötü	(0, 0, 2.5)
(D) Düşük	(0, 0.25, 0.5)	(K) Kötü	(0, 2.5, 5)
(O) Orta	(0.25, 0.5, 0.75)	(İ) İyi	(2.5, 5, 7.5)
(Y) Yüksek	(0.5, 0.75, 1)	(İİ) Çok İyi	(5, 7.5, 10)
(ÇY) Çok Yüksek	(0.75, 1, 1)		

sayının üst değerini;  $m_i$  orta değerini ve  $l_i$  ise alt değerini ifade etmektedir.

$$BNP_i = \frac{[(u_i - l_i) + (m_i - l_i)]}{3} + l_i \quad \forall_i \quad (11)$$

Alternatifler  $Q_i$  indeksine göre sıralanır. En küçük  $Q_i$  indeksine sahip alternatif en iyi alternatiftir.

Adım 9. Bu adım uzlaştırıcı çözümün belirlenmesi aşamasıdır. Bu adımda, belirlenen en iyi alternatifin en iyi uzlaştırıcı çözüm olup olmadığına karar verilmesi gerekir. Bunu belirleyebilmek için ise aşağıdaki koşullar değerlendirilmelidir.

- **Kabul Edilebilir Avantaj Koşulu:** Bu koşulda en iyi ve ona en yakın olan alternatif arasında bir fark var mı sorusunun cevabını aranır. Aşağıdaki formül sağlanırsa ( $A'$ ) en iyi uzlaştırıcı çözümdür diyebiliriz. ( $A'$ ) değeri  $Q_i$  indeksi en küçük olan yani en iyi alternatif iken ( $A''$ ) ise en iyi ikinci alternatiftir.

$$Q(A'') - Q(A') \geq DQ \quad (12)$$

$DQ = 1/(1-m)$ ; m alternatif sayısını ifade eder. ( $m \leq 4$  ise  $DQ = 0.25$  alınır.)

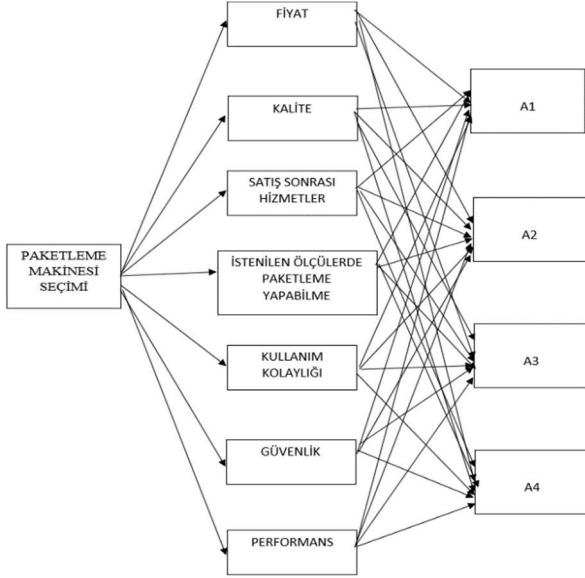
- **Kabul Edilebilir İstikrar Koşulu:** En iyi alternatif yani ( $A'$ ), aynı zamanda  $S$  veya  $R$  değerlerinin sıralamasında da en iyi alternatif olmalıdır.

Eğer  $Q(A^m) - Q(A') < DQ$  ise ve 1. koşul sağlanıyorsa ( $A^m$ ) ve ( $A'$ ) alternatifleri benzer çözümlerdir diyebiliriz. Yani ( $A'$ ) alternatifi bir üstünlüğe sahip olmamıştır. 2. koşul sağlanmazsa, karar vermede istikrar yoktur demektir. Bu sebeple ( $A'$ ) ve ( $A''$ ) uzlaştırıcı çözümleri aynıdır.

Adım 10.  $Q$  değeri en küçük olan alternatifi sıralamada en iyi alternatif olarak seçilebilir.

### 3. Uygulama

Çalışmada bir tekstil firmasının makine seçimi bulanık VIKOR yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Sürecin hiyerarşik şekli aşağıdaki gibidir:



Şekil 2. Makine Seçiminin Hiyerarşik Yapısı

Uygulama bir tekstil firmasının kalite kontrol ve son işlem bölümünde kullanılmak istenen bir paketleme makinesinin seçimi sürecinde uygulanmıştır. Bu tekstil firmasında elastik ve mefruşat olmak üzere ürünler iki gruba ayrılmaktadır. Kalite kontrol aşamasında %100 kontrolü yapılan kumaşlar aynı zamanda rulolara sarılıp daha sonra paketlenmektedir. Firma elastik kumaşların kalite kontrolünün yapıldığı 5 makineden çıkan ürünler için paketleme işlemini bir makine yardımıyla yapmak istemektedir. Makine seçiminde dört alternatif arasından en doğru tercihi yapmayı hedeflemektedirler. Bu sebeple, alanında uzman kişilerden oluşan bir ekip kurulmuş ve sürece yönelik değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Uygulamanın adımları aşağıdaki şekildedir:

Adım 1: İlk adımda karar verici grubu oluşturulur. Çalışmada bir kalite güvence müdürü, kalite kontrol

müdür yardımcısı, fabrika genel müdür yardımcısı, mekatronik mühendisi ve kalite kontrol mühendisi olmak üzere alanında uzman 5 kişiden oluşan bir ekip kurulmuş ve 4 alternatife yönelik değerlendirme yapılmıştır. Literatür araştırması ve karar vericilerin görüşleri doğrultusunda Tablo 2'de gösterilen karar kriterleri belirlenmiştir.

Tablo 2. Karar Kriterleri

Kriterler	
K1	Fiyat
K2	Kalite
K3	Satış Sonrası Hizmetler
K4	İstenilen Ölçüde Paketleme Yapabilirliği
K5	Kullanım Kolaylığı
K6	Güvenlik
K7	Performans

Adım 2: Daha sonra kriterlerin ve alternatiflerin karar vericiler tarafından değerlendirilebilmesi için dilsel değişkenler belirlenmelidir. Uygulamada kullanılan dilsel değişkenler ve onların bulanık sayı karşılıkları Tablo 1'deki gibidir.

Adım 3: Bu adımda karar vericilerin belirlediği dilsel değişkenler bulanık sayı karşılıklarına çevrilmiş, daha sonra 3. ve 6. denklemler yardımıyla karar vericilerin tercih ve görüşleri bir araya getirilmiştir. Bu işlemler sonucunda Tablo 3'teki gibi bütünleştirilmiş ağırlıklar oluşturulmuştur.

Tablo 3. Kriterler için Bütünleştirilmiş Bulanık Ağırlık Matrisi

KRİTER	KRİTERLER		
	L	M	U
K1	0,6	0,85	1
K2	0,5	0,75	0,95
K3	0,55	0,8	0,95
K4	0,55	0,8	0,95
K5	0,35	0,6	0,8
K6	0,6	0,85	1
K7	0,55	0,8	0,95

Tablo 4. Alternatifler İçin Bulanık Karar Matrisi

	A1			A2			A3			A4		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	3,5	6	8,5	4	6,5	8,5	6,5	9	10	4,5	7	9,5
K2	2	4,5	7	1	3,5	6	6,5	9	10	6,5	9	10
K3	6	8,5	10	5,5	8	9,5	3	5,5	8	3,5	6	8,5
K4	5	7,5	9	6	8,5	10	2	4,5	7	1,5	4	6,5
K5	5,5	8	9,5	2,5	5	7,5	2	4,5	7	5	7,5	10
K6	3,5	6	8,5	6	8,5	10	5,5	8	9,5	1	3,5	6
K7	5,5	8	10	3,5	6	8,5	5,5	8	10	6	8,5	10

Adım 5: Bulanık karar matrisi değerlendirilerek 7. denklem aracılığıyla kriterler için bulanık en iyi ve bulanık en kötü sonuçlar Tablo 5'teki gibi bulunmuştur.

**Tablo 5.** Bulanık En iyi ve Bulanık En Kötü Değerler

	F(*)			F(-)		
	l	m	u	l	m	u
<b>K1</b>	6,5	9	10	3,5	6	8,5
<b>K2</b>	6,5	9	10	1	3,5	6
<b>K3</b>	6	8,5	10	3	5,5	8
<b>K4</b>	6	8,5	10	1,5	4	6,5
<b>K5</b>	5,5	8	10	2	4,5	7
<b>K6</b>	6	8,5	10	1	3,5	6
<b>K7</b>	6	8,5	10	3,5	6	8,5

Adım 6: Alternatiflerin  $\tilde{S}_i$  ve  $\tilde{R}_i$  değerleri Tablo 6'daki gibi belirlenmiştir.

**Tablo 6.**  $\tilde{S}_i$  ve  $\tilde{R}_i$  Değerleri

	$\tilde{S}_i$			$\tilde{R}_i$		
	l	m	u	l	m	u
<b>A1</b>	1,541	2,226	2,492	0,600	0,850	1,000
<b>A2</b>	1,942	2,906	3,804	0,550	0,800	1,000
<b>A3</b>	1,559	2,356	2,689	0,550	0,800	0,950
<b>A4</b>	2,058	2,969	2,996	0,600	0,850	1,000

Adım 7: Tablo 6'daki değerlere göre 10 ve 11. denklemler yardımıyla  $\tilde{S}_i^*$ ,  $\tilde{S}_i^-$ ,  $\tilde{R}_i^*$  ve  $\tilde{R}_i^-$  değerleri Tablo 7'deki gibi hesaplanmıştır.

**Tablo 7.**  $\tilde{S}_i^*$ ,  $\tilde{S}_i^-$ ,  $\tilde{R}_i^*$  ve  $\tilde{R}_i^-$  değerleri

	l	m	u
<b>S*</b>	1,541	2,226	2,492
<b>S-</b>	2,058	2,969	3,804
<b>R*</b>	0,550	0,800	0,950
<b>R-</b>	0,600	0,850	1,000

Adım 8: Tablo 7'deki değerlere göre 12. denklem kullanılarak  $\tilde{Q}_i$  i değerleri belirlenmiştir. Denklemdeki v değeri genellikle 0.5 olarak kullanılmaktadır. Uygulamada da 0.5 olarak alınmıştır. Durulaştırma işlemi için ise 13. denklem kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir. Elde edilen  $Q_i$  değerleriyle birlikte  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri de Tablo 9'daki gibi sıralanmıştır.

**Tablo 8.**  $\tilde{Q}_i$  değerleri

Alter.	$\tilde{Q}_i$		
	n1	n2	n3
<b>A1</b>	0,500	0,500	0,500
<b>A2</b>	0,387	0,458	1,000
<b>A3</b>	0,017	0,087	0,075
<b>A4</b>	1,000	1,000	0,692

**Tablo 9.**  $\tilde{Q}_i$ ,  $\tilde{S}_i$  ve  $\tilde{R}_i$  değerleri

	Q		S		R	
	İndeks	Sıra	İndeks	Sıra	İndeks	Sıra
<b>A1</b>	0,500	2	2,087	1	0,817	3
<b>A2</b>	0,667	3	2,884	4	0,783	2
<b>A3</b>	0,064	1	2,201	2	0,767	1
<b>A4</b>	0,897	4	2,674	3	0,817	4

Adım 9: Sonuca varılabilmesi son aşama olarak 2 koşulun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir.

1.Koşul: Kabul edilebilir avantaj: Bu koşulda 14. Denklem göre  $Q(A'') - Q(A') \geq 0.25$  şartı sağlanmalıdır. Uygulamaya göre elde edilen sonuç ;  $Q(A'') - Q(A') = 0.500 - 0.064 = 0.436 \geq 0.25$  şeklindedir.

2.Koşul: Karar vermede kabul edilebilir istikrar: 2. koşula göre A' alternatifi  $S_i$  veya  $R_i$  sıralamasında da en iyi alternatif olmalıdır. Tablo 10'da  $Q_i$ ,  $S_i$  ve  $R_i$  için alternatiflerin sıralaması verilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere A3 alternatifi  $Q_i$  ve  $R_i$  sıralamasında en iyi alternatif olmuştur.

**Tablo 10.**  $Q_i$ ,  $S_i$  ve  $R_i$  Değerlerine Göre Sıralanan Alternatifler

<b><math>Q_i</math></b>	A3 > A1 > A2 > A4
<b><math>S_i</math></b>	A1 > A3 > A4 > A2
<b><math>R_i</math></b>	A3 > A2 > A1 = A4

Yapılan değerlendirmede görüldüğü üzere A3 alternatifi kabul edilir avantaj ve kabul edilir istikrar koşullarını sağlamaktadır. Dolayısıyla A3 alternatifi en iyi sonucu veren uzlaşık çözümdür.

#### 4. Sonuç

Uygun makine seçimi işletmelerde üretim planlamasının etkin ve verimli bir şekilde yapılmasını sağlar. Dolayısıyla makine seçimi önemli bir karar verme sürecine dayanır. Çalışmada karar vericiler için zor bir problem olan makine seçim problemi ele alınmıştır. Elastik ve mefruşat türünde kumaş üreten bir tekstil firmasına kalite kontrol ve son işlem departmanından kullanılmak üzere paketleme makinesi alımı amaçlanmıştır. Bunun için 4 alternatif belirlenmiştir. Ayrıca makine için 7 kriter belirlenmiştir. Bunlar; fiyat, kalite, satış sonrası hizmetler, istenilen ölçülerde paketleme yapabilme, kullanım kolaylığı, güvenlik, performanstır. Uygulamada bu karar verme problemini çözmek için çok kriterli karar verme teknikleri arasından Bulanık VIKOR seçilmiş ve çözümde kullanılmıştır. Karar vericiler, gerçek yaşam uygulamalarında belirsiz tercihler ve görüşler ifade edebilmektedir. Bu açıdan çalışmada sunulan bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımı ile eksikliklerin giderilmesi mümkün kılınmıştır. 5 uzman görüşü dikkate alınarak yapılan hesaplamalar doğrultusunda

makine seçimi için seçilen kriterlerde en ideal sonucun A3 alternatifi olduğuna karar verilmiştir.

Gelecekteki çalışmalarda, farklı problemlere yönelik daha fazla kriter ve alternatiflerle de çözüme ulaşılabilir. Aynı zamanda farklı çok kriterli karar verme teknikleri ile Bulanık VIKOR yöntemi birleştirilerek uygulama yapılabilir. Bulanık VIKOR yöntemi proje seçimi, tesis yeri seçimi, tedarikçi seçimi, personel seçimi, farklı stratejik seçimler gibi çalışmalarda da çözüm yöntemi olarak kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

Arslan, MÇ., Çatay, B., Budak, E., (2004). A Decision Support System For Machine Tool Selection, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 15(1), 101-109.

Chen, L.Y. ve Wang, T.C. (2009) “Optimizing partners’ choice in IS/IT Outsourcing Projects: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR” *International Journal of Production Economics*, 120:233-242.

Çakır, O., Canbolat, MS.. (2008) A web-based decision support system for multi-criteria inventory classification using fuzzy AHP methodology, *Expert Systems with Applications*, 35(3), 1367-1378.

Lin, Z.C. ve Yang, C.B. (1996) Evaluation of machine selection by the AHP method. *Journal of Materials Processing Technology*, 57: 253-258.

Moeinzadeh, P. ve Hajfathaliha, A. (2009) A Combined Fuzzy Decision Making Approach to Supply Chain Risk Assessment. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, (60): 519-535.

Opricovic, S., (2011). Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning, *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12983-12990.

Önüt, S., Kara, SS., Efendigil, T. (2008). A Hybrid Fuzzy MCDM Approach To Machine Tool Selection, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 19(4), 443–453.

Seçme, NY., Bayrakdaroğlu, A., Kahraman, C. (2009) Fuzzy performance evaluation in Turkish banking sector using analytic hierarchy process and TOPSIS, *Expert Systems with Applications*, 36(9), 11699-11709.

Tabucanon, M. T., Batanov, D. N. ve Verma, D. K. (1994) Intelligent Decision Support System (DSS) for the Selection Process of Alternative Machines for Flexible Manufacturing Systems (FMS). *Computers in Industry*, 25: 131-143.

Yurdakul, M. 2004. AHP as a Strategic Decision-Making Tool to Justify Machine Tool Selection. *Journal of Materials Processing Technology*, 146: 365-376.

Zadeh, L.A. (1965), *Fuzzy Sets. Information and Control* 8, 338-383.