

## BULANIK BİR MODELLE FİRMALARI DEĞERLENDİRME VE OPTİMAL PORTFÖY OLUŞTURMA: ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Yrd. Doç. Dr. Fatih ECER

Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF

Öğr. Gör. Dr. N. Serap VURUR

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Şuhut MYO

Arş. Gör. Latife ÖZDEMİR

Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF

### Özet

Gelişen finansal piyasalarda yatırımcılar çok çeşitli yatırım araçlarıyla karşı karşıya gelmektedirler. Yatırımcılar bunlar arasından kendilerine uygun optimal portföyü oluşturmaya çalışmaktadırlar. Optimal portföy seçiminde, yatırımcılar portföyün beklenen getiri oranını maksimize ederken riski minimum yapmak isterler. Markowitz'den bu yana portföy oluşturmaya yönelik çok farklı yöntemler kullanılmıştır.

Çalışmada İMKB'ye kote edilmiş çimento sektöründeki 26 firmadan sermaye büyüklüğü 100.000.000 YTL ile 400.000.000 YTL arasında olan 10 firmanın ( $F_1, \dots, F_{10}$ ) 2006 yılında yayınlanan bilançolarından hesaplanan finansal rasyo oranları kullanılarak, bir bulanık TOPSIS modeli ile optimal portföy oluşturulmaya çalışılmıştır. TOPSIS modeli, fuzzy pozitif ideal çözüm ve fuzzy negatif ideal çözüm vasıtasıyla yakınlık katsayılarını hesaplar. Hesaplanan yakınlık katsayılarına göre de alternatifler sıralanır. Çalışma sonucunda firmalar yakınlık katsayılarına göre sıralanmış ve  $F_7, F_8, F_9$  firmaları ilk üç sırada yer alırken  $F_{10}$  firması son sırada yer almaktadır. Bu çalışma, bulanık TOPSIS modelinin optimal portföy oluşturmada kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Optimal portföy, bulanık TOPSIS, karar verme, yamuk bulanık sayılar, çimento sektörü.

### ASSESSING OF FIRMS USING A FUZZY MODEL AND OPTIMAL PORTFOLIO COMPOSING: AN APPLICATION IN CEMENT INDUSTRY"

#### Abstract

In today's developed financial markets, investors have gained the opportunity to have got various investment tools. They try to form the most optimal portfolio fitting best to their necessities among them. In choosing an optimal portfolio, investors aim to maximize expected rate of return on the one hand and to minimize the potential risks on the other. For this purpose, many different methods have been since Markowitz.

The study aims at forming an optimal portfolio by using a fuzzy TOPSIS modeled with the financial ratios obtained from the balance sheets of 10 ISE quoted cement factories ( $F_1, \dots, F_{10}$ ) with the total assets between 100.000.000YTL-400.000.000 YTL. Fuzzy TOPSIS method is the calculation of the closeness coefficients by means of fuzzy positive ideal solution and fuzzy negative ideal solution. Alternatives are ranked in accordance with the calculated closeness coefficients. The result of the study ranks the firms on the order of closeness coefficients, which indicates that  $F_7, F_8$  and  $F_9$  are top three firms and  $F_{10}$  is the last firm on the list. The study shows that the fuzzy TOPSIS model could be used to form an optimal portfolio.

**Key Words:** Optimal portfolio, fuzzy TOPSIS, decision making, trapezoidal fuzzy numbers, cement industry.

## GİRİŞ

Sürekli olarak değişen sermaye piyasaları, yatırımcıların birikimlerini değerlendirmeleri, portföy yönetim teknikleri ile modellerine duyulan ilgi ve ihtiyacı artırmıştır. Portföy oluşturmada yatırımcıların aynı zamanda hem riski minimize etme hem de getiriye maksimize etme amaçları çelişki yaratmaktadır. Portföy yönetiminde amaç, karar vericinin risk ve getiriye karşı gösterdiği tutum çerçevesinde portföy içine hangi varlıkların hangi oranlarda gireceğine ve zamanla değişen ekonomik koşullara bağlı olarak hangi varlıkların portföyden çıkarılacağına karar vermektir (Markowitz, 1952: 77).

Pek çok durumda değerlendirme yaparken sayısal değerler gerçek yaşamı ifade etmekte yetersiz kalabilir. İnsan düşünce ve yargıları genellikle belirsizlik içerir ve bireylerin tercihlerini iyi/kötü, var/yok, evet/hayır gibi ikili ya da klasik mantıkla ifade etmek imkansız hale gelebilir (Ecer, 2007a: 6). Daha açık bir ifadeyle karar verirken daha, biraz, epeyce gibi insan yargı ve düşüncelerini ifade eden dilsel değişkenlerden yararlanılabilir. İkili mantıkta yeri olmayan bu tür değerlendirmeler, bulanık küme teorisi sayesinde anlamlı hale getirilerek karar vermeye yardımcı olunabilir. Bulanık kümeler teorisini temel alan modellerden biri olan ve Chen vd. (2006) tarafından geliştirilen bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution) modelinden çok sayıda karar kriteri, alternatif ve karar vericinin yer aldığı durumlarda yararlanılabilir. Bulanık TOPSIS modelinde karar kriterlerinin ve mevcut alternatiflerin değerlendirilmesi dilsel değişkenlerle yapılır. Yapılan değerlendirmeler yamuk bulanık sayılara dönüştürülerek sayısallaştırıldıktan sonra bulanık ağırlıklar matrisi, bulanık karar matrisi, normalize edilmiş bulanık karar matrisi, ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilir. Fuzzy pozitif ideal çözüm (FPIÇ) ve fuzzy negatif ideal çözüm (FNİÇ) belirlendikten sonra vertex yöntemi ile alternatiflerin yakınlık katsayıları bulunur ve yakınlık katsayılarına göre mevcut alternatifler en iyiden en kötüye doğru sıralanır.

Optimal portföy oluşturmaya yönelik bulanık mantık temelli bir yaklaşım sunmak amacıyla yapılan bu çalışmanın bundan sonraki bölümü, optimal portföy oluşturmaya yönelik günümüze değin yapılan bazı çalışmaları kapsayan literatür taramasına ayrılmıştır. Üçüncü bölümde, bulanık kümelere kısaca değinilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde, bulanık TOPSIS modeli ayrıntılı olarak ortaya konulmuştur. Beşinci bölümde, bulanık TOPSIS modeliyle firmaların değerlendirildiği uygulama bölümü yer almaktadır. Son bölümde ise elde edilen bulguların

değerlendirildiği ve birtakım önerilerin getirildiği sonuç bölümü yer almaktadır.

### LİTERATÜR TARAMASI

Finansal pazarlarda riski azaltmak için çeşitlendirme yapıldığı halde, portföy seçiminde ilk matematiksel modellemeyi Markowitz 1952 ve 1959 yıllarında formüle etmiştir. Markowitz modelinde getiri, rasgele portföy getirisinin beklenen değeri ile ölçülürken, risk bu getirinin varyansı tarafından belirlenir. Markowitz getirinin spesifik alt sınırında ve riskin üst sınırında optimal portföyün konveks kuadratik programlar ile hesaplanabildiğini göstermiştir (Markowitz, 1952: 77-91). Literatürde risk ve getiriye ek olarak bazı amaçların eklenmesi ile elde edilen çok amaçlı programlama modelleri de yer almaktadır. Portföy seçimine Chunhachinda vd. (1993) ve Prakash vd. (2003) çarpıklık amacını eklemiş, Xu ve Lie (2002) ise likidite amacını eklemiştir. Abdelaziz vd. (2007) Tunus borsasında yaptıkları çalışmalarında yapay ihtimal uzlaşma modelini kullanarak bir çalışma yapmışlar, karar vericilerin en iyi portföyün seçilmesinde kullandığı risk, likidite, getiri gibi amaçlardan en iyi hangisinin sonuç verdiğini incelemişlerdir. Ballestro vd. (2007), Frankfurt ve Viyana borsalarında simülasyon temelli çoklu performans kriter göstergelerini kullanmışlar; risk-karlılık kriterlerinin yeterli olmadığını savunmuşlar, bunlara likidite, menkul kıymet fonları ve sosyal sorumluluk gibi kavramlarının eklenmesini önermişlerdir. Vercher vd. (2007), ortalama varyans modelinin iyi bir model olduğunu söylemekle beraber kullanılan bulanık modellerin sübjektif diğer kriterleri de içerebildiğinden portföyün optimizasyonunda daha etkin olduğunu belirtmektedirler. Fernandez ve Gomez (2007), Markowitz'in ortalama varyans modelini çözümlmek için yapay sinir ağlarını kullanmış ve en iyi portföy seçiminin yapılmasında bunun diğer heuristik yöntemlerden daha iyi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Huang (2007), portföy seçiminde en iyi sonucu sağlamak için melez yetenekli algoritma tasarlamıştır.

Modern Portföy Teorisinin İMKB'de uygulaması ile ilgili çeşitli çalışmalar da yapılmıştır. Portföy çeşitlendirmesinin ve optimizasyonunun İMKB'ye çalışabilirliğini test eden Küçükkocaoğlu (2002), İMKB 30 endeksinde optimal portföy bileşimini oluşturarak, elde edilen getiri oranlarını diğer endeks getirileriyle karşılaştırmış, Markowitz modern portföy teorisi ve optimizasyonunun İMKB'de yapılacak yatırımlarda kullanılabilecek en iyi yöntem olduğunu belirtmiştir. Özdemir ve Turan (2002), Markowitz'in ortalama varyans modeline dayalı getiri ve riskin doğrusal kombinasyonundan oluşan yarı konveks bir model kullanarak

yatırımcının yüksek risk seviyelerinde elde edeceği beklenen getirilerin yüksek olacağı, riskin düşük olduğu durumlarda da beklenen getirilerin düşük olacağı sonucuna varmıştır. Akay vd. (2002), yatırımcının portföy oluşturma problemlerinin çözümünde kullanabileceği farklı kısıtlara sahip portföylerin oluşturulmasına yönelik bir karar destek sistemi geliştirmiştir. Gökçe ve Tunçhan (2003), en iyi portföy büyüklüğünün 12-14 arası menkul değerden oluşan portföy olduğunu tespit etmişlerdir. Küçükkocaoğlu (2004), beta ve alfa katsayılarını kullanarak portföy oluşturmaya çalışmış, beta katsayılarının portföy oluştururken kullanmanın yardımcı bir araç olabileceği ancak tek bir araç olamayacağı sonucuna ulaşmıştır. Yalçiner vd. (2005) karesel programlama yöntemini kullanarak İMKB’de oluşturulacak en iyi portföy alternatifinin on beş günlük ve üç aylık portföy modelleri olduğunu belirtmişlerdir. Atan (2005), hedef programlama ile İMKB 100 endeksi içinde yer alan hisse senetlerinden etkin bir portföy oluşturmak isteyen bir yatırımcı için öncelikleri dikkate alarak bir portföy modeli oluşturulmuştur. Atan ve Duman (2005), Hiroshi Konno ve Hiroaki Yamazaki tarafından 1991 yılında geliştirilen portföy modeli ile İMKB 100 endeksinde yer alan hisse senetlerinden doğrusal programlama ile portföy oluşturmaya çalışmışlardır. Bozdağ vd. (2005), İMKB 30 endeksini kullanarak hem Markowitz ortalama-varyans karesel programlama modeli ile hem de minimaks kuralına göre oluşturulan doğrusal programlama yaklaşımına göre portföy seçimi yapmış ve sonuçları karşılaştırmıştır. Çetin (2005), doğrusal olmayan hedef programlama modelini kullanarak bu modellerce üretilen portföylerin çoğunlukla klasik ortalama varyans modeli ile üretilen optimal portföylerle aynı olduğu sonucuna varmıştır. Horasanlı (2006), çok dönemli ortalama varyans ve tek dönemli Markowitz modelinin karşılaştırması yapılmıştır. Pınar (2007), robust çok dönemli portföy seçim modelini kullanarak zarar riski ile beklenen portföy değerinin maksimizasyonun sağlanmasını temel almıştır ve robust modelinin bireysel yatırımcıya doğru bir risk getiri değişimi eğrisi deneyimi verdiğini ortaya koymuştur. Hamitoğulları (1999) ile Tiryaki ve Ahlatçioğlu (2005) ise bulanık kümeleri kullanarak portföy oluşturmuşlardır.

### **BULANIK KÜMELER**

Bu bölümde kısaca bulanık kümelere, dilsel değişken kavramına, üyelik derecesi ve üyelik fonksiyonuna, bulanık sayıya, yamuk bulanık sayılar ve özelliklerine, bulanık matris kavramı ile bulanık sayılar arasındaki uzaklığın bulunmasında kullanılan vertex yöntemine değinilecektir.

### **Dilsel Değişken**

Dilsel değişken, değerleri anadildeki cümleler olan değişken ya da kelime ile kelime gruplarını sayılar gibi kullanan değişkendir (Zadeh, 1987a: 109; Cebeci ve Beşkese, 2002: 93; Ecer, 2007b: 149). Dilsel değişkenlerden karmaşık olan ya da iyi tanımlanmamış durumları nicel olarak ifade etmede yararlanır. Örneğin “ağırlık” dilsel bir değişkendir, değerleri çok, az, biraz vb. olabilir ve bu değerler bulanık sayılarla ifade edilebilir (Chen vd., 2006: 4-5).

### **Bulanık Kümeler**

İnsanın kesin olmayan bilgiyi anlama ve analiz etme yeteneğinden yola çıkan Zadeh, kesinlik içermeyen problemleri çözmek ve insan düşüncesinin anahtar elemanlarının sayılar değil dilsel değişkenler olduğu fikrini dayanak olarak bulanık küme teorisini geliştirmiştir (Mao, 1999: 7; Chou ve Liang, 2001: 378; Chen, 2001: 66). Gündelik yaşamda pek çok yargıya belirsizlik altında varılır ve kesinlik yaklaşımıyla belirsizlik gerçekçi bir şekilde modellenemez. Ancak bulanık kümeler bu modellemeyi yapabilme özelliğine sahiptir. Kesin kümelerde yer alan evet/hayır, iyi/kötü, doğru/yanlış ifadeleri bulanık kümelerde yerini “kısmen doğru” ve “kısmen yanlış” gibi ifadelere bırakır (Kleye vd., 1997: 70). Bulanık küme teorisi, insan algı ve öznel yargılarıyla ilgili belirsizliği modellerken nitel parametrelerin yorumlanmasını ve belirsizliğin matematiksel olarak ifade edilebilmesini sağlar (Knight, 2001: 17; Liang, 2001: 46; Cheng vd., 2002: 981; Byrne, 1995: 24).

### **Üyelik Derecesi ve Üyelik Fonksiyonu**

Dilsel değişkenlerin dilsel olgusunu açıklayan teknik sayı değerine üyelik derecesi denir (Hamitoğulları, 1999: 12). Üyelik derecesi subjektif olarak belirlenir (Zadeh, 1987b: 468). Sürekli bir değişken için üyelik derecesi üyelik fonksiyonuyla ifade edilir (Hamitoğulları, 1999: 12). Bir değişkenin üyelik derecesini tanımlamak için kullanılan üyelik fonksiyonları, dilsel değişkenlerden oluşan bir anlam grubudur ve üyelik fonksiyonu  $\mu_A$  ile gösterilir. Bulanık küme teorisinin temelini oluşturan üyelik fonksiyonları, 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerine sahiptir (Kahya, 2003: 24).

### Konvekslik

$$\forall x_1, x_2 \in X, \forall \lambda \in [0,1] \quad \text{için}$$
$$\mu_{\tilde{A}}(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq \min(\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2)) \quad (1)$$

eşitsizliğini sağlayan  $\tilde{A}$  bulanık kümesi konvektir. Diğer bir ifadeyle  $\tilde{A}$ 'nın artan değerleri için üyelik değerleri monoton artan veya azalan ya da önce monoton artıp sonra monoton azalan oluyorsa  $\tilde{A}$  kümesi konvektir (Zadeh, 1965: 347; Kaufmann ve Gupta, 1991: 11; Karanfil, 1997: 13).

### Normallik

$X$ 'in en az bir elemanı için "1" üyelik değerini alan diğer bir ifadeyle  $\max_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x) = 1$  eşitliğini sağlayan  $\tilde{A}$  bulanık kümesi normaldir (Kaufmann ve Gupta, 1991: 12; Bandemer ve Gottwald, 1995: 12; Karanfil, 1997: 13).

### Bulanık Sayı

Normal ve konveks olan bulanık kümeye bulanık sayı denir (Kaufmann ve Gupta, 1991: 14; Karanfil, 1997: 13; Bandemer ve Gottwald, 1995: 49). Dilsel değişkenlere bulanık sayılar vasıtasıyla üyelik fonksiyonu verilerek sayısal değerlere dönüştürülür ve böylece sözel değerlendirmeler hesaplamalarda kullanılabilir.

### $\alpha$ -Kesim

$\tilde{n}$  bulanık sayısının  $\alpha$ -kesimi şöyle tanımlanır (Chen vd., 2006: 4):

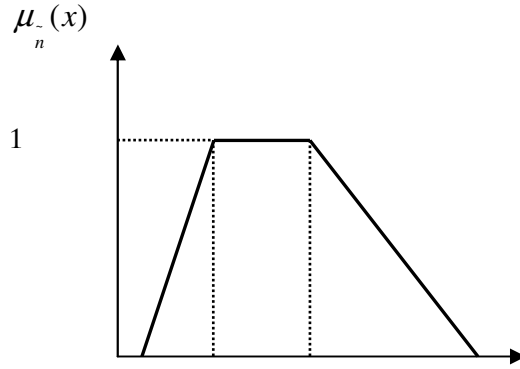
$$\tilde{n}^{\alpha} = \left\{ x_i : \mu_{\tilde{n}}(x_i) \geq \alpha, x_i \in X \right\} \quad (2)$$

### Yamuk Bulanık Sayı

Bir yamuk bulanık sayı  $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3, n_4)$  şeklinde ifade edilir ve Şekil 1'deki gibi gösterilir. Üyelik fonksiyonu ise aşağıdaki gibi tanımlanır (Chen vd., 2006: 4):

$$\mu_{\tilde{n}}(x) = \begin{cases} 0, & x < n_1 \\ \frac{x - n_1}{n_2 - n_1}, & n_1 \leq x \leq n_2 \\ 1, & n_2 \leq x \leq n_3 \\ \frac{x - n_4}{n_3 - n_4}, & n_3 \leq x \leq n_4 \\ 0, & x > n_4 \end{cases} \quad (3)$$

**Şekil 1.** Yamuk Bulanık Sayı



0  $n_1$   $n_2$   $n_3$   $n_4$   $x$

Kaynak: *Chen vd., 2006: 292.*

### Yamuk Bulanık Sayılarda Yapılan Temel İşlemler

$\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3, m_4)$  ve  $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3, n_4)$  yamuk bulanık sayılar ve  $r$  pozitif bir reel sayı olmak üzere yamuk bulanık sayılarla yapılan bazı temel işlemler şöyledir (Chen vd., 2006: 4):

$$\tilde{m} \oplus \tilde{n} = [m_1 + n_1, m_2 + n_2, m_3 + n_3, m_4 + n_4] \quad (4)$$

$$\tilde{m} \ominus \tilde{n} = [m_1 - n_4, m_2 - n_3, m_3 - n_2, m_4 - n_1] \quad (5)$$

$$\tilde{m} \otimes r = [m_1 r, m_2 r, m_3 r, m_4 r] \quad (6)$$

$$\tilde{m} \otimes \tilde{n} \cong [m_1 n_1, m_2 n_2, m_3 n_3, m_4 n_4] \quad (7)$$

### Bulanık Matris

En az bir elemanı bulanık sayı olan matrise bulanık matris denir (Chen, 2000: 3). Bulanık matris,  $(\forall i, j)$  için  $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$  şeklindeki yamuk bulanık sayılardan oluşan bir matristir ve aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}.$$

### Vertex Metodu

$\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3, m_4)$  ve  $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3, n_4)$  gibi iki yamuk bulanık sayı arasındaki uzaklığı bulmak için vertex metodundan yararlanılır. Vertex metodu kullanılarak iki yamuk bulanık sayı arasındaki uzaklık şöyle hesaplanır (Chen vd., 2006: 5):

$$d_v(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{4} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2 + (m_4 - n_4)^2]} \quad (8)$$

## BULANIK TOPSIS MODELİ

Bu bölümde Chen vd. (2006) tarafından geliştirilen bulanık TOPSIS modelinin algoritmasına değinilecektir. Alanlarında uzman kişilerden oluşan karar vericiler öncelikle karar kriterlerini ve bu kriterlere göre mevcut alternatifleri değerlendirilirler. Dilsel değişkenlerle yapılan değerlendirmeler Tablo 1 ve Tablo 2'den yararlanarak yamuk bulanık sayılara dönüştürülür.



**Tablo 1.** Karar Kriterlerinin Önem Düzeylerinin Değerlendirilmesinde Yararlanılan Dilsel Değişkenler ve Yamuk Bulanık Sayılar Olarak Karşılıkları

Dilsel Değişkenler	Yamuk Bulanık Sayılar Olarak Karşılıkları
Çok Yüksek (ÇY)	(0.8,0.9,0.9,1)
Yüksek (Y)	(0.7,0.8,0.8,0.9)
Biraz Yüksek (BY)	(0.5,0.6,0.7,0.8)
Epeyce (E)	(0.4,0.5,0.5,0.6)
Biraz Düşük (BD)	(0.2,0.3,0.4,0.5)
Düşük (D)	(0.1,0.2,0.2,0.3)
Çok Düşük (ÇD)	(0,0.1,0.1,0.2)

Kaynak: Chen vd., 2006: 293.

**Tablo 2.** Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Yararlanılan Dilsel Değişkenler ve Yamuk Bulanık Sayılar Olarak Karşılıkları

Dilsel Değişkenler	Yamuk Bulanık Sayılar Olarak Karşılıkları
Çok İyi (Çİ)	(8,9,9,10)
İyi (İ)	(7,8,8,9)
Biraz İyi (Bİ)	(5,6,7,8)
Epeyce (E)	(4,5,5,6)
Biraz Kötü (BK)	(2,3,4,5)
Kötü (K)	(1,2,2,3)
Çok Kötü (ÇK)	(0,1,1,2)

Kaynak: Chen vd., 2006: 293.

$k$  . karar vericinin karar kriterleri bazında adaylara ve kriterlerin önem ağırlıklarına ilişkin yaptığı değerlendirmeler sırasıyla  $i = 1, 2, \dots, m$  ve  $j = 1, 2, \dots, n$  olmak üzere  $\tilde{x}_{ijk} = (a_{ijk}, b_{ijk}, c_{ijk}, d_{ijk})$  ve  $\tilde{w}_{jk} = (w_{jk1}, w_{jk2}, w_{jk3}, w_{jk4})$  olsun. Karar vericilerin kriterlere ilişkin adayları değerlendirmesiyle elde edilen bulanık kriter değerleri  $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$  şeklinde gösterilir. Burada,

$$a_{ij} = \min_k \{a_{ijk}\}, b_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K b_{ijk}, c_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K c_{ijk}, d_{ij} = \max_k \{d_{ijk}\} \quad (9)$$

formülleri yardımıyla hesaplanır.

Karar kriterlerinin önem ağırlıkları  $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4})$  şeklinde gösterilir. Burada,

$$w_{j1} = \min_k \{w_{jk1}\}, \quad w_{j2} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_{jk2}, \quad w_{j3} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_{jk3},$$

$$w_{j4} = \max_k \{w_{jk4}\} \quad (10)$$

formülleri kullanılarak hesaplanır.

Karar problemi matris formunda şöyle gösterilir:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}, \quad \tilde{W} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1 & \tilde{w}_2 & \cdots & \tilde{w}_n \end{bmatrix}.$$

Burada  $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$  ve  $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4})$  yamuk

bulanık sayılar olup  $\tilde{D}$  bulanık karar matrisini,  $\tilde{W}$  ise bulanık ağırlıklar matrisini göstermektedir. Bulanık karar matrisi (11) formülü kullanılarak normalize edilir.

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{ij} \end{bmatrix}_{m \times n}. \quad (11)$$

Burada B fayda kriterini, C ise maliyet kriterini göstermek üzere,

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{d_j^*}, \frac{b_{ij}}{d_j^*}, \frac{c_{ij}}{d_j^*}, \frac{d_{ij}}{d_j^*} \right), \quad d_j^* = \max_i d_{ij}, \quad j \in B, \quad (12)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_j^-}{d_{ij}}, \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), \quad a_j^- = \min_i a_{ij}, \quad j \in C, \quad (13)$$

şeklinde hesaplanır.

Her bir karar kriteri farklı önem ağırlığına sahip olabileceği için ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin belirlenmesine ihtiyaç duyulur. Bu matris;

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

ile hesaplanır. Burada,

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot) w_j \quad (15)$$

formülüyle hesaplanır.

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin belirlenmesinin ardından fuzzy pozitif ideal çözüm ( $A^*$ ) ve fuzzy negatif ideal çözüm ( $A^-$ ) şöyle belirlenir:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*).$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-).$$

Burada  $i = 1, 2, \dots, m$  ve  $j = 1, 2, \dots, n$  olmak üzere,

$$\tilde{v}_j^* = \max_i \{v_{ij}^*\} \text{ ve } \tilde{v}_j^- = \min_i \{v_{ij}^-\} \text{ dir.}$$

$d_v(\cdot, \cdot)$  iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı göstermek üzere vertex metodu yardımıyla her bir adayın ( $A^*$ ) ve ( $A^-$ )'den olan uzaklıkları sırasıyla şöyle bulunur:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) \quad , \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (16)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad , \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (17)$$

Uzaklıkların bulunmasının ardından alternatiflerin sıralamasını belirlemek için yakınlık katsayıları hesaplanır. Yakınlık katsayısı,

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, i = 1, 2, \dots, m. \quad (18)$$

formülü yardımıyla hesaplanır ve yakınlık katsayılarına göre alternatifler en yüksek puandan en düşük puana doğru sıralanır.

Verilen bilgiler çerçevesinde yöntemin algoritması adım adım özetle şöyledir:

*Adım 1:* Karar vericilerden oluşan bir jüri oluşturulur ve karar kriterleri belirlenir.

*Adım 2:* Karar kriterleri ve alternatifler dilsel değişkenlerle değerlendirilir.

*Adım 3:* Değerlendirmenin ardından dilsel değişkenler yamuk bulanık sayılara dönüştürülerek kriterlerin önem ağırlıklarından oluşan bulanık ağırlıklar matrisi elde edilir.

*Adım 4:* Dilsel değişkenler yamuk bulanık sayılara dönüştürülerek kriter değerlerinden oluşan bulanık karar matrisi elde edilir.

*Adım 5:* Normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilir.

*Adım 6:* Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilir.

*Adım 7:*  $A^*$  ve  $A^-$  belirlenir.

*Adım 8:* Her alternatifin  $A^*$  ve  $A^-$ 'den olan uzaklıkları hesaplanır.

*Adım 9:* Alternatiflerin yakınlık katsayıları bulunur.

*Adım 10:* Yakınlık katsayılarına göre alternatifler sıralanır.

### **BULANIK TOPSIS MODELİYLE FİRMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

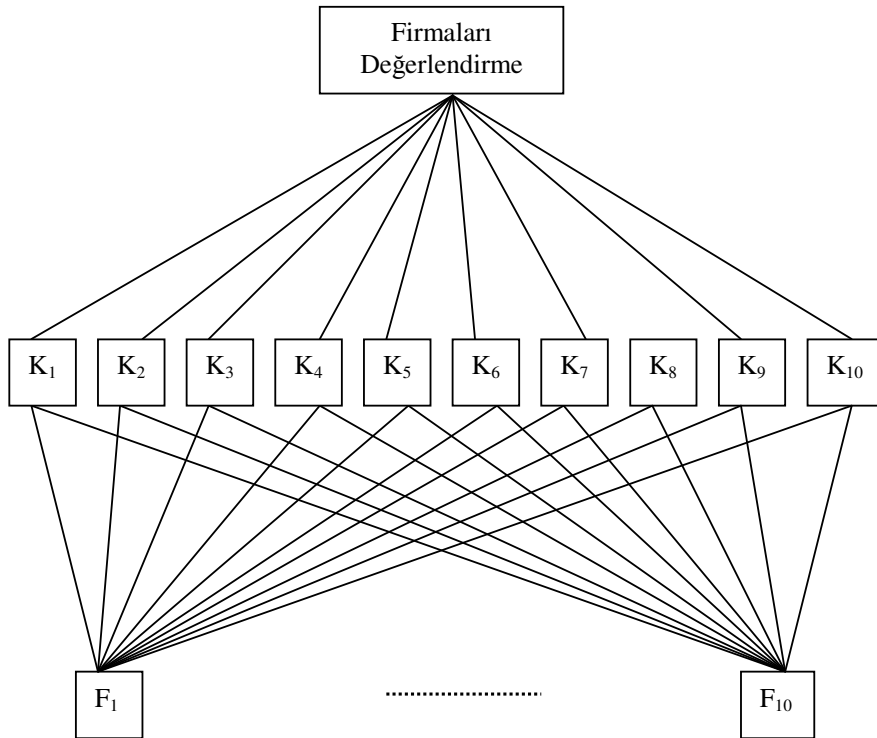
Uygulama kapsamında İMKB'ye kote edilmiş çimento sektöründeki 26 firmadan sermaye büyüklüğü 100.000.000 YTL ile 400.000.000 YTL arasında olan 10 firmanın ( $F_1, \dots, F_{10}$ ) 2006 yılında yayınlanan bilançolarından hesaplanan finansal rasyo değerleri kullanılmıştır. Tek bir sektörün verilerinin kullanılmasındaki amaç yöntemin işleyişinin daha iyi anlaşılmasıdır. Bu amaçla alanlarında uzman dört karar verici ( $KV_1, \dots, KV_4$ ), finansal rasyolardan oluşan aşağıdaki karar kriterlerini ve bu karar kriterlerine göre firmaları değerlendirilmiştir:

( $K_1$ ) Cari Oran (Dönen Varlıklar/Kısa Vadeli Borçlar)

- (K<sub>2</sub>) Asit-Test Oranı ((Dönen Varlıklar-Stoklar)/Kısa Vadeli Borçlar)  
(K<sub>3</sub>) Kaldıraç Oranı (Toplam Borç/Toplam Kaynaklar)  
(K<sub>4</sub>) Kısa Vadeli Borç/Toplam Kaynaklar  
(K<sub>5</sub>) Maddi Duran Varlıklar/Öz sermaye  
(K<sub>6</sub>) Ekonomik Rantabilite (Faiz ve Vergi Öncesi Kar/Toplam Kaynaklar)  
(K<sub>7</sub>) Çalışma Sermayesi Devir Hızı (Net Satışlar/(Dönen Varlıklar-Kısa Vadeli Borçlar))  
(K<sub>8</sub>) Özsermaye Karlılığı (Net Kar/Özsermaye)  
(K<sub>9</sub>) Varlık Karlılığı (Net Kar/Toplam Varlıklar)  
(K<sub>10</sub>) Satış Karlılığı (Net Kar/Satışlar)

Karar probleminin hiyerarşik yapısı Şekil 2'de gösterildiği gibi olup yöntem adım adım şöyle özetlenebilir:

**Şekil 2. Hiyerarşik Yapı**



Bulanık Bir Modelle Firmaları Değerlendirme ve Optimal Portföy Oluşturma:  
Çimento Sektöründe Bir Uygulama

Karar vericiler Tablo 1'deki dilsel değişkenleri kullanarak karar kriterlerini değerlendirirler. Değerlendirmeler Tablo 3'te gösterilmiştir. Buna göre karar kriterleri en önemliden daha az önemliye doğru kaldıraç oranı, asit-test oranı ile kısa vadeli borçlar/toplam kaynaklar, satış karlılığı, özsermaye karlılığı, çalışma sermayesi devir hızı, cari oran, ekonomik rantabilite ile varlık karlılığı, maddi duran varlıklar/özsermaye şeklinde sıralanabilir.

**Tablo 3.** Karar Vericilerin Karar Kriterlerini Değerlendirmesi

	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>
KV <sub>1</sub>	BY	Y	Y	Y	BY	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY
KV <sub>2</sub>	Y	ÇY	ÇY	ÇY	E	BY	Y	Y	BY	Y
KV <sub>3</sub>	Y	ÇY	ÇY	Y	BY	BY	Y	ÇY	BY	Y
KV <sub>4</sub>	Y	Y	ÇY	ÇY	D	BY	BY	BY	BY	Y

ÇY: Çok Yüksek, Y: Yüksek, BY: Biraz Yüksek, E: Epeyce, D: Düşük, KV: Karar Verici

Karar vericiler Tablo 2'deki dilsel değişkenleri kullanarak firmaları karar kriterlerine göre değerlendirirler. Değerlendirmeler Ek 1'de gösterilmiştir.

Değerlendirmenin ardından dilsel değişkenler yamuk bulanık sayılara dönüştürülür. Bulanık karar matrisi, normalize edilmiş bulanık karar matrisi ve ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilir. Matrislerin elde edilmesinin ardından  $A^*$  ve  $A^-$  belirlenir. Buradaki problem için  $A^*$  ve  $A^-$ ,

$$A^* = [(.9,.9,.9,.9), (1,1,1,1), (1,1,1,1), (1,1,1,1), (.8,.8,.8,.8), (1,1,1,1), (1,1,1,1), (1,1,1,1), (1,1,1,1), (1,1,1,1)],$$

$$A^- = [(0,0,0,0), (0,0,0,0), (.07,.07,.07,.07), (.07,.07,.07,.07), (.01,.01,.01,.01), (.1,.1,.1,.1), (.05,.05,.05,.05), (.05,.05,.05,.05), (.1,.1,.1,.1), (.07,.07,.07,.07)]$$

olarak bulunmuştur.

$A^*$  ve  $A^-$ 'den olan uzaklıkları belirlemek için sırasıyla (16) ve (17) numaralı formüller kullanılır. Uzaklıklar Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.**  $A^*$  ve  $A^-$ 'den Olan Uzaklıklar

Firmalar	$A^*$ 'den olan uzaklıklar	$A^-$ 'den olan uzaklıklar
F <sub>1</sub>	5.63	4.97
F <sub>2</sub>	5.53	5.05
F <sub>3</sub>	5.49	5.14
F <sub>4</sub>	5.50	4.89
F <sub>5</sub>	6.05	4.33
F <sub>6</sub>	5.41	5.20
F <sub>7</sub>	4.74	5.81
F <sub>8</sub>	5.10	5.47
F <sub>9</sub>	5.02	5.35
F <sub>10</sub>	6.29	4.06

Firmaların skorları anlamına da gelen yakınlık katsayıları (18) numaralı formül ile hesaplanır. Edilen yakınlık katsayıları ve firmaların sıralamadaki yerleri Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Firmaların Yakınlık Katsayıları ve Sıralamadaki Yerleri

Firmalar	CC <sub>1</sub>	Sıralamadaki yerleri
F <sub>1</sub>	0.4691	8.
F <sub>2</sub>	0.4772	6.
F <sub>3</sub>	0.4832	5.
F <sub>4</sub>	0.4708	7.
F <sub>5</sub>	0.4171	9.
F <sub>6</sub>	0.4901	4.
F <sub>7</sub>	0.5509	1.
F <sub>8</sub>	0.5173	2.
F <sub>9</sub>	0.5161	3.
F <sub>10</sub>	0.3923	10.

Tablo 5'e göre 7. firma belirlenen oranlara ve karar vericilerin değerlendirmelerine göre en iyi, 10. firma ise en kötü pozisyonda olan firmalardır.

## SONUÇ

Günümüzde globalleşmeyle birlikte dünyanın herhangi bir yerindeki yatırımcı farklı yerlerdeki yatırım araçlarına kaynak aktarabilmektedir. Sürekli değişim gösteren, binlerce yatırım aracının olduğu bu piyasalarda yatırımcı en iyi yatırımı yapma çabasındadır. En iyi yatırım portföyüne sahip olmak için yatırım araçlarının risk ve getirisine bakarak portföy seçimi yapma çalışmaları 1950'li yıllarda Markowitz ile başlamıştır. Görüşleriyle modern portföy teorisini ortaya koyan Markowitz özetle belirli bir menkul değere yatırım yapan yatırımcının dönem sonunda elde edeceği kazancı bilmesi mümkün değildir diyerek, yatırımcıların hisse senetlerinin geçmişteki performansından yararlanarak tahminde bulunabileceğini vurgulamıştır.

Optimal portföy oluştururken yatırımcı bir yandan getiriye maksimize etmeye diğer yandan da riski minimize etmeye çalışır. Geleneksel portföy kuramına göre portföy oluşturmanın temel amacı tüm yumurtaları aynı sepete koymamaktır. Bu da portföyde çeşitlendirme yapma gerekliliğini ortaya koymaktadır. Çeşitlendirilmiş portföyler yatırımın riskini en aza indirirken getiriye de maksimize etmeye çalışırlar. Burada amaç portföy oluştururken en iyi çeşitlendirmeyi yapabilmektir. Literatürde görülmektedir ki optimal portföy oluşturmak için farklı tercih kriterleri ortaya konmuştur. Buradan hareketle bu çalışmada, İMKB'de kote edilmiş çimento sektöründe yer alan firmalara ilişkin veriler kullanılarak bulanık mantık temelli bir model ile optimal portföy oluşturulması amaçlanmıştır.

Çalışmada optimal portföy oluşturulmasında kaldıraç oranı, asit test oranı ve kısa vadeli borçlar/toplam kaynaklar karar vericiler tarafından en önemli görülen karar kriterleri olmuştur. Diğer kriterler ise en önemliden daha az önemliye doğru; satış karlılığı, özsermaye karlılığı, çalışma sermayesi devir hızı, cari oran, ekonomik rantabilite ve varlık karlılığı, maddi duran varlıklar/özsermaye şeklinde sıralanmaktadır. Bu durum karar vericilerin firmanın borçluluk durumuna ve borçlarını geri ödeme güçlerine önem verdikleri şeklinde yorumlanabilir.

Karar vericiler tarafından karar kriterlerine göre yapılan değerlendirmelerin sonucunda firmalar en iyiden en kötüye doğru  $F_7, F_8, F_9, F_6, F_3, F_2, F_4, F_1, F_5, F_{10}$  şeklinde sıralanmaktadır. Bu sıralamaya göre çimento



Fatih Ecer, Serap Vurur & Latife Özdemir

sektörüne yatırım yapmak isteyen yatırımcılar, portföylerinde yer almasını istediği sayıda firmayı seçerek portföy oluşturabilirler.

Portföy oluşturmada sadece oranların kullanılması göreceli olarak yeterli görülmeyebilir. Ancak bu çalışmada bulanık mantık temelli bir model ile optimal portföy oluşturmaya yeni bir bakış açısı getirilmeye çalışılmıştır. Firmaları değerlendirmekte yararlanılan bulanık TOPSIS modelin bu alandaki diğer portföy seçim yöntemlerine göre daha kolay uygulanabilir bir yaklaşım sunduğu görülmüştür. Daha sonraki çalışmalarda model, diğer sektörlerden firmalar dahil edilerek genişletilebilir.

#### KAYNAKÇA

Abdelaziz, F. B., Aouni B. ve Fayedh R. E. (2007). "Multi-objective Stochastic Programming for Portfolio Selection". *European Journal of Operational Research*, 177, 1811-1823.

Akay, D., Çetinyokuş T. ve Dağdeviren M. (2002). "Portföy Seçimi Problemi İçin KDS/GA Yaklaşımı". *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17 (4), 125-138.

Atan, M. (2005). "Çok Amaçlı Hedef Programlama ile Optimal Portföy Seçim Modelinin İMKB 100 Endeksine Uygulanması". *9. Ulusal Finans Sempozyumu*, Nevşehir.

Atan, M. ve Duman, S. (2005). "Konno-AYamazaki Portföy Modelinin Doğrusal Programlama ve Bulanık Doğrusal Programlama Yardımıyla Çözümlemesi". *4. İstatistik Kongresi*.

Ballesterio, E., Günther M., Pla-Santamaria D. ve Stummer C. (2007). "Portfolio Selection Under Strict Uncertainty: A multi-criteria Methodology and its Application to the Frankfurt and Vienna Stock Exchanges". *European Journal of Operational Research*, 181, 1476-1487.

Bandemer, H. ve Gottwald, S. (1995). "Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Fuzzy Methods with Applications". John Wiley & Sons Ltd., England.

Bozdağ, N., Altan Ş. ve Duman S. (2005). "Minimax Portföy modeli ile Markowitz Ortalama Varyans Portföy Modelinin Karşılaştırılması". *VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu*, İstanbul.

Byrne, P. (1995). "Fuzzy Analysis a Vague Way of Dealing with Uncertainty in Real Estate Analysis". *Journal of Property Valuation & Investment*, 13 (3), p. 22-41.

Cebeci, U. ve Beşkese, A. (2002). "An Approach to the Evaluation of Quality Performance of the Companies in Turkey". *Managerial Auditing Journal*, 17 (1), p. 92-100.

Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment, *Fuzzy Sets and Systems*, 114, p. 1-9.

Chen, C. T. (2001). "A Fuzzy Approach to Select the Location of the Distribution Center". *Fuzzy Sets and Systems*, 118, p. 65-73.

Chen, C. T., Lin, C. T. ve Huang, S. F. (2006). "A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management". *International Journal of Production Economics*, p. 1-13.

Cheng, S., Chan, C. W. ve Huang, G. H. (2002). "Using Multiple Criteria Decision Analysis for Supporting Decisions of Solid Waste Management". *Journal of Environment Science Health*, 37 (6), p. 975-990.

Chou, T. Y. ve Liang, G. S. (2001). "Application of A Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Model for Shipping Company Performance Evaluation". *Maritime Policy & Management*, 28 (4), p. 375-392.

Chunhachinda, P., Dandapani S. H. ve Prakash A. J. (1997). "Portfolio Selection and Skewness: Evidence from International Stock Markets". *Journal of Banking & Finance*, 2 (21), p. 143-167.

Çetin, E. (2005). "Portföy Seçimine Çok Amaçlı Yaklaşım: Doğrusal Olmayan Hedef Programlama Modeli". *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 4 (14), s. 57-75.

Ecer, F. (2007a). Fuzzy TOPSIS Yöntemiyle İnsan Kaynağı Seçiminde Adayların Değerlemesi ve Bir Uygulama. Doktora Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Afyonkarahisar.

Ecer, F. (2007b). "Bulanık Ortamlarda Mağaza Kuruluş Yerlerinin Değerlendirilmesi: Bir Karar Verme Aracı Olarak Bulanık TOPSIS Yöntemi". *Hacettepe İİBF Dergisi*, 25(1), 143-170.

Fernandez, A. ve Gomez S. (2007). "Portfolio Selection Using Neural Networks" *Computers & Operations Research*, 34, p. 1177-1191.

Finance, Vol. LVII, No.3, June.

Gökçe, G. A. ve Tunçhan, C. (2003). "İMKB Hisse Senedi Piyasalarında İyi Çeşitlendirilmiş Portföy Büyüklüğünün Araştırılması". *İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi Yönetim*, 14 (44), s. 47-59.

Hamitoğulları, H. C. (1999). Fuzzy Çok Amaçlı Optimizasyon Yöntemiyle Portföy Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.

Horasanlı, M. (2006). "Dinamik Portföy Seçimi ve Bir Uygulama". *İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi Yönetim*, 17 (55), s. 35-46.

Huang, X. (2007). "Two New Models for Portfolio Selection With Stochastic Returns Taking Fuzzy Information". *European Journal of Operational Research*, 180, p. 396-405.

Kahya, E. (2003). "İnsangücü Seçiminde Bulanık Uzman Sistemler Yardımı ile İş Başvuru Formlarının Değerlendirilmesi". Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kayseri.

Bulanık Bir Modelle Firmaları Değerlendirme ve Optimal Portföy Oluşturma:  
Çimento Sektöründe Bir Uygulama

Karanfil, S. (1997). Fuzzy Lojik Problemlerinde Üyelik Fonksiyonunun Belirlenmesinde Deneysel Verilere Dayanarak Bir Yöntem Geliştirilmesi, Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

Kaufmann, A. ve Gupta, M. (1991). *Introduction to Fuzzy Arithmetic Theory and Applications*, New York: Van Nostrand Reinhold.

Kleyle, R., Korvin, A. D. ve Karim, K. (1997). “Investing in New Companies in an Unstable Economic Environment: A Fuzzy Set Approach”. *Managerial Finance*, 23 (6), p. 68-80.

Knight, K. G. (2001). A Fuzzy Logic Model for Predicting Commercial Building Design Cost Overruns, Master of Science, *University of Alberta*, Canada.

Küçükkocaoğlu, G. (2002). “Optimal Portföyün Seçimi ve İMKB Ulusal-30 Endeksi Üzerine Bir Uygulama”. *Active-Bankacılık ve Finans Dergisi*, 26, s. 74-91.

Küçükkocaoğlu, G. (2004). “Alfa, Beta, Standart Hata ve Portföy Seçimi”. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 4 (13), s. 111-123.

Liang, Y. (2001). Dynamic Strategic Planning and Justification Systems for Advanced Manufacturing Technology Acquisition, Master of Science, *University of Windsor*, Canada.

Mao, H. (1999). Estimating Labor Productivity Using Fuzzy Set Theory, Master of Science, *University of Alberta*, Canada.

Markowitz, H. M. (1952). “Portfolio selection”, *Journal of Finance*, 7, p. 77-91.

Markowitz, H. M. (1959). *Portfolio Selection*, Wiley Publishing, New York.

Özdemir, E. ve Turan G. (2002). “Birleşik Amaç Fonksiyonlu Portföy Seçimi Modelinin İMKB-30 Endeksine Uygulanması”. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 31 (1).

Pınar, Ç. M. (2007). “Robust Scenario Optimization Based on Downside Risk Measure for Multi Period Portfolio Selection”. *Spectrum*, 29, p. 295-309.

Prakash, A. J., Chang C. H. ve Pactwa T. E. (2003). “Selecting Portfolio with Skewness: Recent Evidence from US, European, Latin American Equity Markets.” *Journal Of Banking & Finance*, 7 (27), p. 1375-1390.

Rubinstein, M. (2002). "Markowitz's 'Portfolio Selection': A Fifty-Year Retrospective". *Journal of Finance*, 57(3), p. 1041-1045.

Tiryaki, F. ve Ahlatçioğlu M. (2005). Fuzzy Stock Selection Using A New Fuzzy Ranking and Weighting Algorithm, *Applied Mathematics and Computation*, 170, p. 144-157.

Ulucan, A. (2000). "Markowitz Ortalama-Varyans Kuadratik Programlama Modelinin İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Uygulanması: Optimal Portföylerin ve Yatırım Sürelerinin Belirlenmesi". *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 55-2, s. 143-160.

Ulucan, A. (2002). "Markowitz Kuadratik Programlama İle Portföy Seçim Modelinin, Sermaye Piyasasında Endeks İle Aynı Risk-Getiri Yapısına Sahip Portföyün Elde Edilmesinde Kullanımı". *Hacettepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 20 (2), s. 141-153.

Vercher, E., Bermudez J. ve Segura J. V. (2007). "Fuzzy Portfolio Optimization under Downside Risk Measures". *Fuzzy Set and Systems*, 158, p. 769-782.

Xu, J. ve Li J. (2002). "A Class of Stochastic Optimization Problems with One Quadratic & Several Linear Objective Functions and Extended Portfolio Selection Model". *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 146, p. 99-113.

Yalçiner, K., Atan M. ve Boztosun D. (2005). "Karesel Programlama Yönteminin İMKB 100 Endeksine Uygulanması ve Portföy Optimizasyonu". *İşletme Finans Dergisi*, 232, s. 70-83.

Zadeh, L. A. (1965). "Fuzzy Sets". *Information and Control*, 8, p. 338-353.

Zadeh, L. A. (1987a). "Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Process". R.R. Yager, S. Ovchinnikov, R.M. Tong, H.T. Nguyen (Der.), *Fuzzy Sets and Applications: Selected Papers by L.A. Zadeh*, (p. 105-146), Canada, John Wiley & Sons Publishing.

Zadeh, L. A. (1987b). "A Fuzzy Set Theoretic Interpretation of Linguistic Hedge". R.R. Yager, S. Ovchinnikov, R.M. Tong, H.T. Nguyen (Der.), *Fuzzy Sets and Applications: Selected Papers by L.A. Zadeh*, (p. 467-498), Canada, John Wiley & Sons Publishing.

Bulanık Bir Modelle Firmaları Değerlendirme ve Optimal Portföy Oluşturma:  
Çimento Sektöründe Bir Uygulama

**Ek 1.** Firmaların Karar Kriterlerine Göre Dilsel Değişkenlerle Değerlendirmesi

Kriterler	Firmalar	KV <sub>1</sub>	KV <sub>2</sub>	KV <sub>3</sub>	KV <sub>4</sub>
K <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	Bİ	BK	K	K
	F <sub>2</sub>	Bİ	İ	Bİ	Bİ
	F <sub>3</sub>	E	İ	BK	E
	F <sub>4</sub>	Bİ	İ	İ	Bİ
	F <sub>5</sub>	BK	E	BK	BK
	F <sub>6</sub>	Bİ	İ	Bİ	K
	F <sub>7</sub>	Bİ	İ	Bİ	Bİ
	F <sub>8</sub>	Bİ	BK	Bİ	BK
	F <sub>9</sub>	Bİ	İ	Bİ	Bİ
	F <sub>10</sub>	BK	BK	ÇK	K
K <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	E	BK	K	K
	F <sub>2</sub>	E	İ	Bİ	Bİ
	F <sub>3</sub>	E	İ	BK	BK
	F <sub>4</sub>	E	İ	İ	BK
	F <sub>5</sub>	E	E	BK	BK
	F <sub>6</sub>	Bİ	İ	Bİ	Bİ
	F <sub>7</sub>	Bİ	İ	Bİ	Bİ
	F <sub>8</sub>	Bİ	BK	Bİ	E
	F <sub>9</sub>	Bİ	İ	Bİ	Bİ
	F <sub>10</sub>	BK	BK	ÇK	K
K <sub>3</sub>	F <sub>1</sub>	E	E	K	Çİ
	F <sub>2</sub>	E	İ	BK	Çİ
	F <sub>3</sub>	E	İ	BK	İ
	F <sub>4</sub>	Bİ	İ	BK	İ
	F <sub>5</sub>	Bİ	E	K	İ
	F <sub>6</sub>	Bİ	E	K	Çİ
	F <sub>7</sub>	Bİ	E	K	Çİ
	F <sub>8</sub>	Bİ	E	K	Çİ

	F <sub>9</sub>	Bİ	E	BK	Bİ
	F <sub>10</sub>	BK	İ	BK	E
K <sub>4</sub>	F <sub>1</sub>	Bİ	Bİ	K	Çİ
	F <sub>2</sub>	Bİ	İ	K	Çİ
	F <sub>3</sub>	Bİ	İ	BK	İ
	F <sub>4</sub>	Bİ	İ	BK	İ
	F <sub>5</sub>	Bİ	İ	BK	İ
	F <sub>6</sub>	Bİ	İ	K	Çİ
	F <sub>7</sub>	Bİ	İ	K	Çİ
	F <sub>8</sub>	Bİ	İ	K	Çİ
	F <sub>9</sub>	Bİ	İ	BK	İ
	F <sub>10</sub>	BK	BK	Bİ	K
K <sub>5</sub>	F <sub>1</sub>	E	E	K	BK
	F <sub>2</sub>	E	E	BK	Bİ
	F <sub>3</sub>	E	İ	BK	Çİ
	F <sub>4</sub>	BK	E	BK	E
	F <sub>5</sub>	E	İ	E	Çİ
	F <sub>6</sub>	E	E	BK	Bİ
	F <sub>7</sub>	E	E	BK	Bİ
	F <sub>8</sub>	BK	E	K	BK
	F <sub>9</sub>	E	E	K	E
	F <sub>10</sub>	E	E	E	Çİ
K <sub>6</sub>	F <sub>1</sub>	İ	İ	İ	İ
	F <sub>2</sub>	E	Bİ	BK	E
	F <sub>3</sub>	E	İ	E	Bİ
	F <sub>4</sub>	Bİ	Bİ	Bİ	Bİ
	F <sub>5</sub>	E	E	BK	E
	F <sub>6</sub>	E	E	E	Bİ
	F <sub>7</sub>	İ	Çİ	İ	İ
	F <sub>8</sub>	Çİ	Çİ	İ	Çİ
	F <sub>9</sub>	İ	Çİ	İ	İ

Bulanık Bir Modelle Firmaları Değerlendirme ve Optimal Portföy Oluşturma:  
Çimento Sektöründe Bir Uygulama

	<b>F<sub>10</sub></b>	E	E	E	E
<b>K<sub>7</sub></b>	<b>F<sub>1</sub></b>	K	BK	K	İ
	<b>F<sub>2</sub></b>	K	BK	BK	İ
	<b>F<sub>3</sub></b>	BK	Bİ	BK	Çİ
	<b>F<sub>4</sub></b>	BK	Bİ	BK	Çİ
	<b>F<sub>5</sub></b>	BK	Bİ	K	Çİ
	<b>F<sub>6</sub></b>	K	BK	K	İ
	<b>F<sub>7</sub></b>	BK	BK	BK	İ
	<b>F<sub>8</sub></b>	BK	Bİ	BK	Çİ
	<b>F<sub>9</sub></b>	K	BK	K	İ
	<b>F<sub>10</sub></b>	İ	İ	Bİ	Çİ
<b>K<sub>8</sub></b>	<b>F<sub>1</sub></b>	E	İ	Bİ	İ
	<b>F<sub>2</sub></b>	K	BK	BK	E
	<b>F<sub>3</sub></b>	BK	E	BK	Bİ
	<b>F<sub>4</sub></b>	E	İ	E	İ
	<b>F<sub>5</sub></b>	K	BK	K	E
	<b>F<sub>6</sub></b>	BK	E	BK	Bİ
	<b>F<sub>7</sub></b>	Bİ	Çİ	Bİ	Çİ
	<b>F<sub>8</sub></b>	Bİ	Çİ	Bİ	Çİ
	<b>F<sub>9</sub></b>	E	E	E	İ
	<b>F<sub>10</sub></b>	BK	E	BK	Bİ
<b>K<sub>9</sub></b>	<b>F<sub>1</sub></b>	İ	İ	Bİ	Çİ
	<b>F<sub>2</sub></b>	E	E	E	Bİ
	<b>F<sub>3</sub></b>	E	Bİ	Bİ	Bİ
	<b>F<sub>4</sub></b>	Bİ	Bİ	Bİ	Bİ
	<b>F<sub>5</sub></b>	E	E	BK	E
	<b>F<sub>6</sub></b>	Bİ	İ	Bİ	İ
	<b>F<sub>7</sub></b>	İ	Çİ	İ	Çİ
	<b>F<sub>8</sub></b>	İ	Çİ	İ	Çİ
	<b>F<sub>9</sub></b>	Bİ	Bİ	İ	İ
	<b>F<sub>10</sub></b>	E	E	E	Bİ



Fatih Ecer, Serap Vurur & Latife Özdemir

	F <sub>1</sub>	İ	İ	Bİ	Çİ
	F <sub>2</sub>	İ	Bİ	İ	Çİ
	F <sub>3</sub>	Bİ	Bİ	Bİ	İ
	F <sub>4</sub>	BK	BK	BK	K
	F <sub>5</sub>	E	İ	Bİ	İ
K <sub>10</sub>	F <sub>6</sub>	İ	İ	İ	İ
	F <sub>7</sub>	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
	F <sub>8</sub>	İ	İ	İ	İ
	F <sub>9</sub>	İ	İ	İ	Çİ
	F <sub>10</sub>	BK	E	BK	K

Çİ: Çok İyi, İ: İyi, Bİ: Biraz İyi, E: Epeyce, BK: Biraz Kötü, K: Kötü,  
KV: Karar Verici