

**BORSA İSTANBUL'DA (BIST)  
İŞLEM GÖREN LOJİSTİK  
FİRMALARININ TEKNOLOJİK  
YENİLİK DÜZEYLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

*Hacettepe Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler  
Fakültesi Dergisi,  
Cilt 34, Sayı 4, 2016  
s. 49-70*

**İskender PEKER**

Yrd.Doç.Dr., Gümüşhane Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi  
İşletme Bölümü  
iskenderpeker@hotmail.com

**İlker Murat AR**

Doç.Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi  
İşletme Bölümü  
ilkerar@ktu.edu.tr

**Emine YILMAZ**

Gümüşhane Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
emine-yilmaz-55@hotmail.com

*Bu çalışma; 21-23 Mayıs 2015 tarihlerinde  
Gümüşhane'de düzenlenen IV. Ulusal Lojistik  
ve Tedarik Zinciri Kongresi'nde sunulmuş aynı  
başlıklı bildirinin, alınan öneriler doğrultusunda  
genişletilmiş halidir.*

**Ö**z: Teknolojik ve bilimsel alanda yaşanan gelişmeler, işletmelerin küresel anlamda rekabet edebilmeleri, büyümeleri ve üstünlük sağlamaları için yeniliği önemli bir araç haline getirmiştir. Bu çalışmanın amacı, teknolojik yenilik kriterlerinin önem düzeyinin belirlenerek Borsa İstanbul'da (BIST) işlem gören lojistik firmalarını teknolojik yenilik seviyelerine göre sıralamaktır. Bu amaçla kriterlerin ağırlıklandırılmasında Bulanık AHP, firmaların sıralanmasında ise Bulanık VIKOR yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, teknolojik yenilik seviyesinin belirlenmesinde "radikal yenilik" en önemli ana kriter ve "otomatik malzeme taşıma sistemleri" de en önemli alt kriter olarak tespit edilmiştir. G lojistik firması ise teknolojik yenilik düzeyi en yüksek firma olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Lojistik, yenilik, teknolojik yenilik, bulanık AHP, bulanık VIKOR.

**THE DETERMINATION  
OF TECHNOLOGICAL  
INNOVATION LEVEL OF LOGISTICS  
COMPANIES IN ISTANBUL STOCK  
EXCHANGE (ISE) MARKET**

*Hacettepe University  
Journal of Economics  
and Administrative  
Sciences  
Vol. 34, Issue 4, 2016  
pp. 49-70*

**İskender PEKER**

Assist.Prof.Dr., Gümüşhane University  
Faculty of Economics and Administrative  
Sciences  
Department of Business Administration  
iskenderpeker@hotmail.com

**İlker Murat AR**

Assoc.Prof.Dr., Karadeniz Teknik  
University  
Faculty of Economics and Administrative  
Sciences  
Department of Business Administration  
ilkerar@ktu.edu.tr

**Emine YILMAZ**

Gümüşhane University  
Institute of Social Sciences  
emine-yilmaz-55@hotmail.com

*This paper is a revised version of the paper  
presented at IV. National Congress on  
Logistic and Supply Chain, Gümüşhane,  
Turkey: 21-23 May 2015.*

**A**bstract: Technological and scientific developments have closely affected business to use innovation as an important tool to compete in a global sense. The purpose of this study is to determine the importance of the level of technological innovation criteria and to rank logistics companies traded in İstanbul Stock Exchange (BIST) by the level of their technological innovation. For this purpose, Fuzzy AHP method is used to weight the criteria and Fuzzy VIKOR is used to rank the logistics companies. As a result of this study, “radical innovation” is identified as the most important main criteria and “automated material transport systems” is identified as the most important sub-criteria in determining the level of technological innovation. The G logistics company is identified as the highest level of technological innovation.

**Keywords:** Logistics, Innovation, Technological Innovation, Fuzzy AHP, Fuzzy VIKOR.

## GİRİŞ

Günümüzün hızla değişen küresel rekabet ortamında firmalar, gelişmiş pazarlarda ayakta kalabilmek ve mevcut pazarlarını geliştirebilmek için hem müşterileri, hem de kendileri için sürekli olarak değişmek ve yenilik yapmak zorundadırlar. Bu noktada, tüm sektörler için hizmet veren lojistik sektörü firmaları da daha hızlı ve daha etkin hizmet sunabilmek için kendilerini sürekli değiştirmeye ve geliştirmeye çalışmaktadırlar (Şafak, 2012). Bu doğrultuda lojistik hizmet üreten firmaların müşterileri için; tedarik zinciri tasarımlarını, malzeme akış yöntemlerini ve üretim yöntemlerini, kendileri için ise, dağıtım yöntemlerini, lojistik iş süreçlerini ve iş modellerini sürekli yenilemesi gerekmektedir (Karadoğan, 2011).

Mevcut rekabet ortamı, faaliyetlerini sürdürmek ve büyümek için lojistik firmalarının daha hızlı, daha esnek ve daha çevik olmasını gerekli kılmaktadır. Lojistiğin günümüzde geleneksel taşıma rolünden öteye geçerek rekabet avantajı kazanmak için müşterilerin stratejik ihtiyaçlarını karşılayan bir role büründüğü (Chapman *vd.*, 2003) dikkate alındığında bu gereklilik daha da önem kazanmaktadır.

Günümüz rekabet ortamının önemli araçlarından biri de yeniliktir. Yeniliğin bu önemi lojistik hizmetlerde de kendisini hissettirmekte ve dünya çapında pek çok lojistik firması yeniliği, firma hedeflerinin temeline yerleştirmektedir. Bu noktada lojistik firma yöneticileri, yeniliğin firma çıktılarına değer katan önemli bir unsur olduğunu değerlendirmektedir (Sakchutchawan *vd.*, 2011).

Lojistik faaliyetlerdeki karmaşıklık ve ardışıklık, birçok lojistik problemin geleneksel düşünce ve iş yapma biçimleri ile çözülemeyeceğini ortaya koymaktadır. Bir başka ifadeyle lojistik problemlerin çözümünde yenilikçi yöntemlerin uygulanması, önemli bir gereklilik haline gelmektedir. Bu aşamada lojistik hizmet sağlayıcıların karşı karşıya kaldıkları zorlukları çözmeye kullanacağı en önemli araçlardan birinin yenilik olduğu söylenebilir. Dolayısıyla yenilik, lojistik hizmet üreten firmalar için oldukça önemli bir konu haline gelmiştir (Wallenburg, 2009). Yenilik sayesinde lojistik sektöründe gerçekleşecek performans iyileştirmelerinin ulusal ekonomiye de önemli bir katkı sağlayacağı ortadadır (Burmaoğlu, 2012).

Günümüzün iki önemli rekabet aracı olan lojistik ve yeniliği birleştiren lojistik yenilik temel olarak; müşteriler için yeni ve faydalı olabilecek lojistikle ilgili her türlü hizmetler olarak tanımlanmaktadır (Flint *vd.*, 2005). Ayrıca lojistik yenilikler, çok basitten çok karmaşığa kadar tedarikçilerle gerçekleştirilebilen içsel faaliyetler ve hizmetler olarak değerlendirilmektedir (Flint *vd.*, 2005). Bu kapsamda bakıldığında lojistik yenilik; lojistik sahadaki müşterek tabanlı, performans tabanlı ve yetenek tabanlı alanlara ilişkin; hizmet, ürün, üretim, bilgi, teknoloji, süreç, strateji, yönetim, yaklaşım, pazarlama, satın alma, lojistik iş uygulamaları, organizasyonel yapı ve diğer etkin tüm faktörlere ilişkin girişimciliğe ve yaratıcılığa dayalı, müşteriye merkeze alan

sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlama süreci (Karadoğan, 2011) olarak ifade edilebilir.

Lojistik faaliyetlerin etkinliğinde, kapasitesinde ve hızında iyileştirmeler yapılmasını sağlayan lojistik yenilik çalışmalarının kapsamı pek çok açıdan değerlendirilebilir. Buna göre lojistik yenilik; mevcut lojistik hizmetlerdeki değişikliklerle ilgili olabileceği gibi, süreçlerden çok işletmeye de odaklanabilir (Evangelista, 2012). Ayrıca lojistik konusunda gerçekleşen yenilikler, kademeli veya köklü yenilikler şeklinde ortaya çıkabilir. Birinci türde yer alan yenilikler mevcut lojistik hizmetlerin daha etkin ve daha rekabetçi olarak yapılmasına imkân tanırken ikinci türdeki yenilikler geleneksel hizmetlerin dışına çıkarak yeni teknolojilerin kullanılması suretiyle müşteri açısından yüksek katma değer yaratılmasına olanak sağlamaktadır (Evangelista, 2012). Bilgi, hizmet ve kaynak akışını kapsayan lojistik yenilik, lojistik döngünün başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar tüm aşamalarında söz konusu olabilir (Şafak, 2012). Bu noktada lojistik yeniliklerin kapsamı konusunda Kandampully (2002) tarafından önerilen ve hizmet yeniliği uygulamalarında dikkate alınması gerekli unsurları ortaya koyan çalışmadan bahsetmek yerinde olacaktır. Buna göre; hizmet yeniliklerinin geliştirilmesinde söz konusu olan üç gereklilik; (i) teknoloji, (ii) bilgi ve (iii) ilişki ağıdır. Bu açıdan bakıldığında, hizmet sektöründe yer alan lojistik firmalarının gerçekleştirecekleri yenilik çalışmalarının başarısı; kullandıkları teknolojik altyapının etkinliğine, sahip oldukları bilgiyi yeniliğe dönüştürme becerilerine ve müşteri ve tedarikçileri ile oluşturdukları güçlü ve yakın işbirliğine bağlıdır.

Teknolojik yenilik uygulamalarının özellikle lojistik hizmet üreten firmalar için en önemli avantajı, rakipler tarafından taklit edilmesi güç uygulamalara imkân tanınmasıdır (Grawe, 2009). Ayrıca teknolojik yenilikler; istenilen ürünlerin istenilen noktalara, zamanında ve hasarsız bir şekilde ulaştırılmasında ve esnekliğin sağlanmasında rol oynadığından (Akyıldız, Tuna, 2007) lojistik değeri de artırıcı bir unsurdur.

Lojistik hizmet sağlayıcı firmalar için yeniliğin taşıdığı önem dikkate alınarak gerçekleştirilen bu çalışmanın temel amacı; lojistik teknolojik yenilik kriterlerinin önem düzeyinin belirlenmesi ve Borsa İstanbul'da (BIST) işlem gören lojistik firmalarının, teknolojik yenilik düzeyine göre sıralanması olarak belirlenmiştir. Bu amaçla kriterlerin değerlendirilmesinde Bulunak Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) ve lojistik firmalarının sıralanmasında ise Bulanık BIKOR (BVIKOR) yöntemlerinden faydalanılmıştır.

Çalışmanın bundan sonraki kısmında ilk olarak konuyla ilgili çalışmaların değerlendirildiği literatür araştırması bölümüne yer verilmiştir. Ardından çalışmada kullanılan yöntemlere ilişkin teorik açıklamalar ortaya konmuştur. Uygulamanın ve elde

edilen bulguların sunulduğu bölümün ardından ise sonuç ve öneriler bölümü ile çalışma sonlandırılmıştır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen literatür araştırmasının kapsamını, çalışmanın temel konusu olan lojistik ve yeniliği birlikte dikkat alan çalışmalar oluşturmaktadır. Bu açıdan bakıldığında Grawe (2009), lojistik dergilerindeki çalışmalarda teknolojik yenilik konusundaki çalışmaların oldukça sınırlı sayıda olduğunu tespit etmiştir. Buna göre, konu hakkında özellikle uygulamalı çalışmaların eksikliği dikkati çekmektedir. Bununla birlikte teknolojik yeniliğin özellikle son dönemdeki çalışmalarda bir değişken olarak sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu noktada, yeniliğin özellikle lojistik hizmet sağlayıcı seçiminde (Wallenburg, 2009) ya da lojistik hizmet sağlayıcı firmanın performansının belirlenmesinde (Glen Richey *vd.*, 2005; Panayides, 2006; Wagner, Sutter, 2012) önemli bir kriter olarak dikkate alındığı göze çarpmaktadır.

Chapman *vd.* (2003), Lin (2007) ve Lin ve Ho (2008)'nin lojistik firmalarında teknolojik yenilik kullanım seviyesine yönelik uygulamalar gerçekleştirdiği görülmektedir. Wagner (2008), Lin (2008) ve Busse ve Marcus (2011) tarafından yapılan çalışmalarda ise lojistik firmalarında yenilik sürecinin nasıl yönetileceğine ilişkin değerlendirmelerde bulunulmuştur. De Martino *vd.* (2013) ise liman işletmelerinde lojistik yenilik uygulamalarını irdelemiştir.

Rouboutsos *vd.* (2014), bir lojistik teknolojik yenilik olarak nitelendirdiği elektrikli araç kullanımının kentsel lojistik faaliyetler üzerinde oluşturduğu etkiyi değerlendirmiştir. Benzer şekilde Taniguchi *vd.* (2014) de emisyon ve sağlık gibi alanlarda gerçekleştirilen yenilik faaliyetlerinin kentsel lojistik üzerine etkisini incelemiştir. Bu alanda yapılan bir başka çalışmada ise Patier ve Browne (2010), kentsel lojistik yenilik konusunu Fransa ve İngiltere'deki bakış açısıyla ele almıştır.

Söz konusu çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde lojistik firmalarında teknolojik yenilik konusu üzerine sınırlı sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir. Ayrıca bu alanda Türkiye'de Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yaklaşımı kullanılarak lojistik firmalarında teknolojik yenilik uygulamalarını değerlendiren bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Temel amacı, lojistik firmalarının teknolojik yenilik seviyelerinin ÇKKV yöntemleri (Bulanık AHP ve Bulanık VIKOR) kullanılarak tespit edilmesi olan bu çalışma ile literatüre önemli bir katkı sunulması hedeflenmektedir.

### 3.YÖNTEM

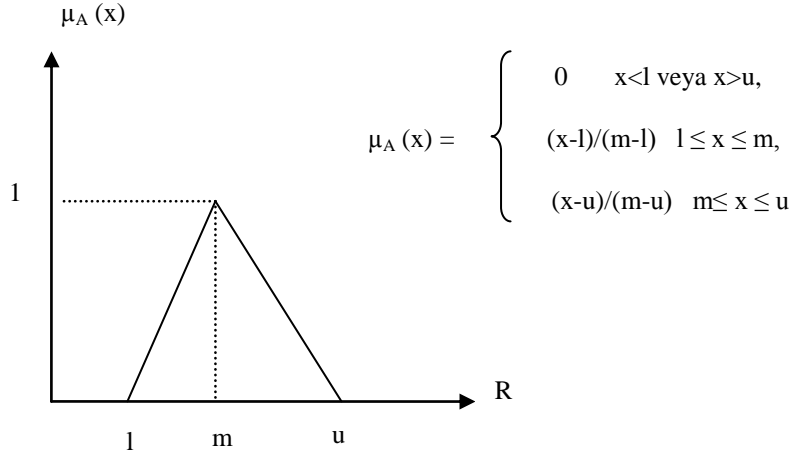
Bu bölümde sırasıyla Bulanık Küme Teorisi ile Bulanık AHP ve Bulanık VIKOR yöntemlerinin teorik temelleri ele alınmıştır.

#### 3.1. Bulanık Küme Teorisi

1940'lerden itibaren insanlar yaşam şartlarının iyileşmesine ve sanayideki üretimin gelişmesine katkı sağlayan klasik kontrol ve modern kontrol teorisini kullanmışlardır (Hou, 2014). 1960'larda Zadeh klasik kontrol teorisinin karmaşık sistemlerde etkili olmadığını, matematiğin farklı türlerinin kullanılmasına ihtiyaç olduğunu ifade ederek 1965'te bulanık küme teorisini ortaya atmıştır (Hou, 2014). Zadeh'in bulanık küme kavramını tanıtmalarının ardından birkaç çalışmada bilgisayar, mantık ve uygulamalı matematik ile ilgili bulanık küme kavramının genelleştirilmesine yönelik araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar kesin veya belirsiz olan durumların tanımlanmasında bulanık küme teorisinin, yararlı bir araç olduğunu göstermektedir (Zadeh, 1965).

Bulanık küme teorisinde; nicel olarak ifadesi güç olan durumlar için kolaylık sağlayan ve bulanık sayılara dönüştürülerek çözümlenmeler yapılmasına imkân tanıyan dilsel değişkenler kullanılmaktadır (Kaya, Kahraman, 2010). Bu dilsel değişkenler, nicel olarak ifade edilmesi güç olan durumlar için büyük kolaylık sağlamakta olup, bulanık sayılara dönüştürülerek çözümlenmeler yapılmasına imkân tanımaktadır (Ar vd., 2014). Bulanık sayıların üçgen, yamuk ve çan eğrisi çeşitleri bulunmaktadır (Özkök ve Kozanoğlu, 2009). Bu çalışmada üçgensel bulanık sayılar kullanılmıştır. Üçgensel bir bulanık sayının üyelik fonksiyonu  $\tilde{A}=(l, m, u)$  şeklinde ifade edilerek aşağıdaki gibi (Şekil 1) gösterilebilir (Javanbarg vd., 2012).

Şekil 1. Üçgensel Bir Bulanık Sayının Üyelik Fonksiyonu



Burada  $l$ ,  $m$  ve  $u$  değerleri sırasıyla  $\tilde{A}$  bulanık sayısının alt, orta ve üst değerlerini göstermektedir (Mahmoodzadeh *vd.*, 2007).  $\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$  ve  $\tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$  gibi iki pozitif üçgensel bulanık sayıya ilişkin temel aritmetik işlemler aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Kwong ve Bai, 2002):

$$\tilde{A}_1 + \tilde{A}_2 = l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2$$

$$\tilde{A}_1 * \tilde{A}_2 = l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2$$

$$\tilde{A}_1 - \tilde{A}_2 = l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2$$

$$\tilde{A}_1^{-1} = \frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1}$$

### 3.2. Bulanık AHP

ÇKKV teknikleri, aynı anda birden çok durumu dikkate alan karmaşık bir karar verme sürecini içerir (Kuo *vd.*, 2006). Geleneksel Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) net kararlar gerektirirken karar vericiler gerçek dünyada var olan belirsizlik ve karmaşıklık nedeniyle kendilerini daha güvende hissetmek için net karar vermek yerine belirsizliği seçmektedirler (Wang *vd.*, 2008). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP), Laarhoven ve Pedrytcz (1983) tarafından bulanık küme teorisi ile Saaty'nin geliştirmiş olduğu AHP'nin birleştirilmesi sonucu geliştirilmiş, insan düşüncesinin belirsizliğini ele alma yeteneğine sahip ve ÇKKV problemlerinin çözümünde etkili bir yöntemdir (Chen, Kumar, 2007). BAHP'de ilgili kriterlerdeki faktörlerin göreceli gücünü göstermek amaçlanmaktadır (Samvedi *vd.*, 2013).

Laarhoven ve Pedrytcz (1998) yaptıkları çalışmada üçgensel, Buckley (1985) ise yamuk üyelik fonksiyonları ile bulanık önceliklerin bulunmasını önermişlerdir. Bu çalışmada ise ikili karşılaştırmalarda sıkça yararlanılan Chang (1996)'in genişletilmiş analiz yöntemi kullanılmıştır.

### 3.3. Chang'in Genişletilmiş Bulanık AHP Yöntemi

Bu yöntem, Chang'in (1996) yılında yazdığı "Application of the Extend Analysis Method on Fuzzy AHP" isimli makalesine dayanmaktadır. Chang, bu çalışmada BAHP'yi yeni bir yaklaşımla tanıtmış ve BAHP'nin ikili karşılaştırma ölçeğini (Tablo 1) oluşturmak için üçgensel bulanık sayıları kullanmıştır. Chang'in yöntemi, BAHP algoritmasında elde edilen sentez değerlerinin karşılaştırılması ve bu karşılaştırma değerlerinden ağırlık değerlerinin elde edilmesi esasına dayanmaktadır (Şengül *vd.*, 2012). Chang'in genişletilmiş BAHP yönteminin adımları Ek 1'de özetlenmiştir.

**Tablo 1. Chang'in Yöntemine Göre BAHP'de Kullanılan Ölçek**

Sözel Önem	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit Önemli	(1,1,1)	(1/1, 1/1, 1/1)
Biraz daha fazla önemli	(1,3,5)	(1/5, 1/3, 1/1)
Kuvvetli derecede önemli	(3,5,7)	(1/7, 1/5, 1/3)
Çok kuvvetli derecede önemli	(5,7,9)	(1/9, 1/7, 1/5)
Tamamıyla önemli	(7,9,9)	(1/9, 1/9, 1/7)

**Kaynak:** Kaptanoğlu, Özok (2006).

### 3.4. Bulanık VIKOR

Opricovic (1998) tarafından geliştirilen bu yöntem, ÇKKV sürecinde temelde pozitif ve negatif ideal çözüme yaklaşma esasına dayanmaktadır (Chu *vd.*, 2006). Diğer ÇKKV tekniklerine kıyasla yeni olan bu yöntem, literatürde alternatiflerin sıralanmasında sıkça kullanılan TOPSIS yöntemi ile karşılaştırıldığında (Opricovic ve Tzeng, 2004), VIKOR yönteminin karar verme grubunun görüşlerini daha iyi yansıttığı ve ideal çözüme en yakın uzlaşmacı çözüme ulaştığı ifade edilmiştir. Bulanık mantık kavramına dayanarak önerilen Bulanık VIKOR (BVIKOR) yöntemi, ÇKKV problemlerinde en iyi ve uzlaşmacı çözüme rasyonel ve sistematik bir şekilde ulaşılmasını sağlayan bir süreç olarak geliştirilmiştir (Chen, Wang, 2009). BVIKOR tabanlı yöntem temel alınarak oluşturulan seçim modeli; belirsizliği dikkate alabilmesi, alternatiflerin üstünlük durumunu ifade edebilmesi ve uzlaşık çözüm oluşturabilmesi açısından avantajları ile ön plana çıkmaktadır (Görener, 2013). Bu nedenle çalışmada alternatiflerin sıralanmasında BVIKOR yöntemi tercih edilmiştir. BVIKOR uygulamasında kriter ve alternatif ağırlıklarının değerlendirilmesinde kullanılan değişken ve sayılar Tablo 2'de gösterilmiştir. BVIKOR'un adımları ise Ek 2'de özetlenmiştir.



**Tablo 2. Kriter ve Alternatifleri Değerlendirmek İçin Kullanılan Dilsel Değişkenler ve Bulanık Sayı Değerleri**

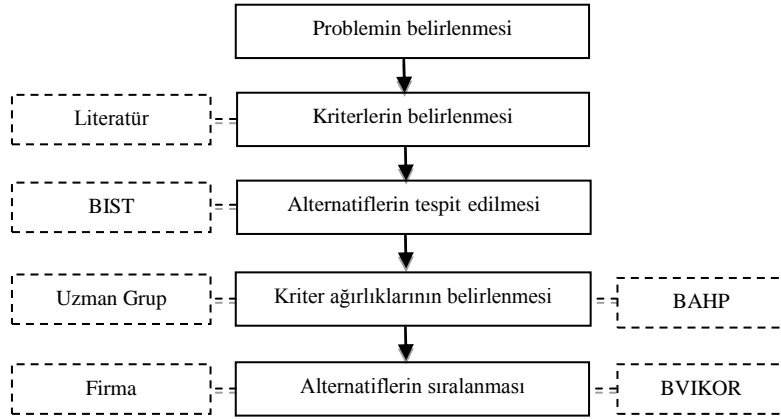
Kriter Ağırlıkları		Alternatif Değerlendirmeleri	
Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar	Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Düşük(ÇD)	(0,0,0.1)	Çok Kötü (ÇK)	(0, 0,1)
Düşük(D)	(0,0.1,0.3)	Kötü (K)	(0, 1,3)
Orta Düşük(OD)	(0.1,0.3,0.5)	Orta Kötü (OK)	(1, 3,5)
Orta(O)	(0.3,0.5,0.7)	Orta (O)	(3, 5,7)
Orta Yüksek(OY)	(0.5,0.7,0.9)	Orta İyi (Oİ)	(5, 7,9)
Yüksek(Y)	(0.7,0.9,1.0)	İyi (İ)	(7, 9,10)
Çok Yüksek(ÇY)	(0.9,1.0,1.0)	Çok İyi (Çİ)	(9, 10,10)

**Kaynak:** Chen (2000).

#### 4. UYGULAMA

Bu çalışmanın temel amacı; lojistik teknolojik yenilik kriterlerinin önem düzeyinin belirlenmesi ve Borsa İstanbul'da (BIST) işlem gören lojistik firmalarının, teknolojik yenilik düzeyine göre sıralanmasıdır. Bu amaçla kriterlerin değerlendirilmesinde BAHP, lojistik firmalarının sıralanmasında ise BVIKOR yöntemlerinden faydalanılmıştır. İzlenen yöntemin aşamaları Şekil 2'de gösterilmiştir.

**Şekil 2. Araştırma Yönteminin Aşamaları**



#### 4.1. Problemin Belirlenmesi

Modelin ilk aşaması çözülmesi amaçlanan karar probleminin belirlenmesidir. Bu çalışmada karar problemi olarak, “teknolojik yenilik düzeyi en yüksek olan lojistik firmasının seçilmesi” tespit edilmiştir.

#### 4.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Literatürde lojistik firmalarında kullanılan teknolojik yenilik kriterlerine yönelik sınırlı sayıda çalışma olması nedeniyle kriterlerin belirlenmesinde Germain (1996)'in çalışması esas alınmıştır. Buna göre teknolojik yenilik düzeyinin tespitinde Tablo 3'te gösterilen kriterler kullanılmıştır.

**Tablo 3. Lojistik Teknolojik Yenilik Düzeyinin Belirlenmesinde Kullanılan Kriterler**

Ana Kriter	Simge	Alt Kriter	Simge
Radikal (Köklü) Yenilik	K <sub>1</sub>	Robotlar	K <sub>11</sub>
		Otomatik depolama ve boşaltma sistemleri	K <sub>12</sub>
		Otomatik malzeme taşıma sistemleri	K <sub>13</sub>
Orta Seviye Yenilik	K <sub>2</sub>	Optik tarayıcılar	K <sub>21</sub>
		Elektronik veri değişimi	K <sub>22</sub>
		Dağıtım modelleme yazılımı	K <sub>23</sub>
		Dağıtım ihtiyaçları planlama yazılımı	K <sub>24</sub>
		Manuel veri girişi aygıtları	K <sub>25</sub>
		Malzeme ihtiyaç planlaması yazılımı	K <sub>26</sub>
		Barkodlar	K <sub>27</sub>
		Yerel ağlar	K <sub>28</sub>
		Doğrudan ürün kârlılığı yazılımı	K <sub>29</sub>
		Sipariş işleme yazılımı	K <sub>210</sub>
Kademeli Yenilik	K <sub>3</sub>	Süreç içi kontrol yazılımı	K <sub>31</sub>
		Satış tahmini yazılımı	K <sub>32</sub>
		Araç rotalama/programlama yazılımı	K <sub>33</sub>
		On-line mal kabul yazılımı	K <sub>34</sub>
		Depo kısa aralık planlama yazılımı	K <sub>35</sub>
		Depo iş yükü dengeleme yazılımı	K <sub>36</sub>
		Depo sipariş seçim yazılımı	K <sub>37</sub>
		Depodaki malların konumunu bulma yazılımı	K <sub>38</sub>
		Sipariş giriş yazılımı	K <sub>39</sub>
		Hammadde stok kontrol yazılımları	K <sub>310</sub>
		Tamamlanmış (bitmiş) ürünler için stok kontrol yazılımları	K <sub>311</sub>
		Destekleyici finansal yazılımlar	K <sub>312</sub>
		Yük konsolidasyonu yazılımı	K <sub>313</sub>
		Yük denetim/ödeme yazılımı	K <sub>314</sub>

### 4.3. Alternatiflerin Tespit Edilmesi

Modelin üçüncü aşaması ise karar probleminin çözümünde etkili olduğu düşünülen alternatiflerin belirlenmesidir. Alternatifler, çalışmanın yazarları tarafından BIST'te işlem gören lojistik firmaları olarak belirlenmiştir. Örneklem olarak BIST'te işlem gören lojistik firmalarının seçilmesinde, söz konusu şirketlerin lojistik uygulamalarında Tablo 3'teki kriterleri kullanıyor olması etkili olmuştur.

2015 yılı Mart ayı sonu itibarıyla BIST'te işlem gören ve şirket adı kısmında "lojistik" ile sektör kısmında "ulaştırma-haberleşme ve depolama" ifadesi yer alan toplam 9 adet firma bulunmaktadır. Bu firmalardan ikisi çalışmada tespit edilen gerekli kriterleri sağlamadığından analiz dışında tutulmuş ve uygulama 7 firma üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu firmalar bundan sonraki bölümde *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F* ve *G* firması olarak isimlendirilecektir. Bu firmaların kullanmış oldukları taşıma mod sayısı ve taşımacılık faaliyetinden farklı olarak gerçekleştirdikleri lojistik faaliyetlere ilişkin bilgiler aşağıda belirtilmiştir:

*A* ve *D* firmaları, taşımacılık modlarından sadece birini; *B* ve *E* firmaları, tek taşımacılık modu yanında depolama faaliyetini gerçekleştirmektedir. *C* firması, tek taşımacılık modu yanında haberleşme faaliyetini; *F* firması ise tüm taşımacılık modlarını ve depolama faaliyetini sürdürmektedirler. *G* firması ise tüm taşımacılık modlarını kullanmakla birlikte depolama ve dağıtım fonksiyonlarını yerine getirmektedirler.

### 4.4. Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bu aşamada, Tablo 3'teki kriterlerden oluşturulmuş ikili karşılaştırma anketi lojistik ve yenilik alanında çalışmalar yapan beş öğretim üyesine sunulmuştur. Hesaplamalar, önce ana kriterler sonra alt kriterler için Ek 1'de belirtilen süreç izlenerek yapılmıştır.

Ana kriterler için her bir değerlendiricinin her bir soruya vermiş olduğu cevaplar analiz edilmiş ve Eşitlik 1, 2, 3, 4 ve 5 kullanılarak "Bütünleştirilmiş bulanık ikili karşılaştırma matrisi" (Tablo 4) oluşturulmuştur.

**Tablo 4. Bütünleştirilmiş Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi**

Ana Kriterler	K <sub>1</sub>			K <sub>2</sub>			K <sub>3</sub>		
	l	m	U	l	m	u	l	m	u
K <sub>1</sub>	1,0000	1,0000	1,0000	4,3333	6,3333	8,3333	4,3333	6,3333	8,3333
K <sub>2</sub>	0,1216	0,1619	0,2444	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	2,000	3,3333
K <sub>3</sub>	0,1216	0,1619	0,2444	0,4833	0,6111	1,0000	1,0000	1,000	1,0000

Ana kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında sırasıyla Eşitlik 4, 5, 6, 7 ve 8 (Ek 2) kullanılarak aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

$$\begin{array}{lll} VS_1 \geq VS_2 = 1,000 & VS_2 \geq VS_1 = 1,000 & VS_3 \geq VS_1 = 1,000 \\ VS_1 \geq VS_3 = 1,000 & VS_2 \geq VS_3 = 0,810 & VS_3 \geq VS_2 = 0,09 \\ \min V(S_j \geq S_k) = 1,000 & \min V(S_j \geq S_k) = 0,810 & \min V(S_j \geq S_k) = 0,090 \end{array}$$

$$W^I = (1,000 ; 0,810; 0,090)$$

$$W = (0,5264; 0,4263; 0,047) \text{ (normalize edilmiş ağırlıklar)}$$

Benzer hesaplamalar alt kriterler için de yapılmış ardından ana kriter ağırlıkları ile alt kriter ağırlıkları çarpılmış ve durulaştırılmış ağırlıklar (Tablo 5) elde edilmiştir. Ayrıca tüm ikili karşılaştırma matrisleri için tutarlılık oranı hesaplanmıştır. Tüm matrislerde tutarlılık oranı (T.O) < 0.10 olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 5. Ana Kriter ve Alt Kriterlere Ait Durulaştırılmış Ağırlıklar**

Ana Kriter Durulaştırılmış Ağırlıklar	Alt Kriterler	Durulaştırılmış Ağırlıklar
K <sub>1</sub> = 0,5264	K <sub>11</sub>	0,0185
	K <sub>12</sub>	0,1468
	K <sub>13</sub>	0,3609
K <sub>2</sub> = 0,4263	K <sub>21</sub>	0,0193
	K <sub>22</sub>	0,0603
	K <sub>23</sub>	0,0520
	K <sub>24</sub>	0,0521
	K <sub>25</sub>	0,0078
	K <sub>26</sub>	0,0603
	K <sub>27</sub>	0,0494
	K <sub>28</sub>	0,0440
	K <sub>29</sub>	0,0223
	K <sub>210</sub>	0,0585
K <sub>3</sub> = 0,0473	K <sub>31</sub>	0,0030
	K <sub>32</sub>	0,0035
	K <sub>33</sub>	0,0050
	K <sub>34</sub>	0,0043
	K <sub>35</sub>	0,0014
	K <sub>36</sub>	0,0027
	K <sub>37</sub>	0,0027
	K <sub>38</sub>	0,0034
	K <sub>39</sub>	0,0042
	K <sub>310</sub>	0,0045
	K <sub>311</sub>	0,0044
	K <sub>312</sub>	0,0043
	K <sub>313</sub>	0,0014
	K <sub>314</sub>	0,0020

Tablo 5'e göre "radikal yenilik" ( $K_1$ ), lojistik teknolojik yenilik seviyesinin belirlenmesinde en önemli ana kriter olarak belirlenirken onu sırasıyla, "orta düzey yenilik" ve "artımsal yenilik" takip etmiştir. "Otomatik malzeme taşıma sistemleri" ( $K_{13}$ ) ise en önemli alt kriter olmuştur.

#### 4.5. Alternatiflerin Sıralanması

Alternatiflerin sıralanması aşamasında ilk olarak her bir kriterin lojistik firmasındaki uygulamasının puanlandırıldığı BVIKOR anketi, ilgili lojistik firmalarınca doldurulmuş ve bulanık değerlendirme ölçeğinin (Tablo 2) kullanılmasıyla bulanık en iyi ( $\tilde{f}_j^*$ ) ve bulanık en kötü ( $f_j^-$ ) değerleri (Tablo 6) belirlenmiştir.

**Tablo 6. Bulanık En İyi ve Bulanık En Kötü Değerler**

Alternatifler	$\tilde{f}_j^*$			$f_j^-$		
	l	m	u	l	m	u
<i>A</i>	0	0	0	9	10	10
<i>B</i>	0	0	0	9	10	10
<i>C</i>	0	0	0	9	10	10
<i>D</i>	0	0	0	9	10	10
<i>E</i>	0	0	0	9	10	10
<i>F</i>	0	0	0	9	10	10
<i>G</i>	1	3	5	9	10	10

Ardından Ek 2'deki eşitlikler sırasıyla kullanılarak  $v= 0,5$  için bütünleşik sonuçlar (Tablo 7) elde edilmiş ve sunulmuştur.

**Tablo 7. Bütünleşik Bulanık AHP-Bulanık VIKOR Sonuçları**

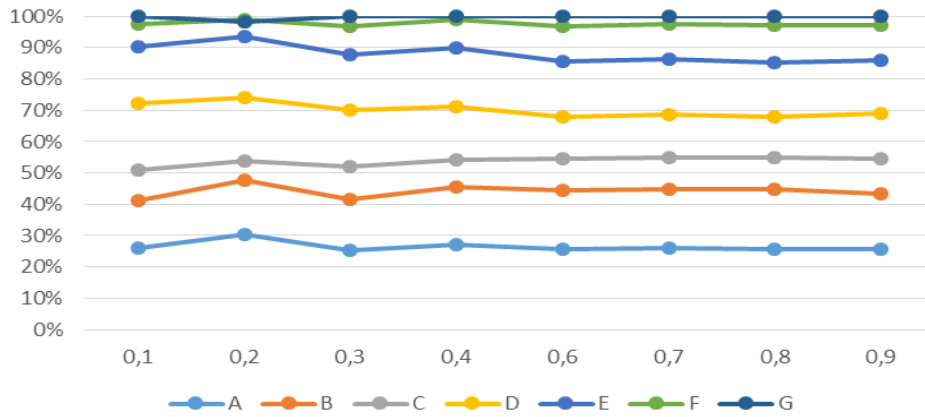
Alternatifler	$\tilde{Q}_i$			Durulaştırılmış $Q_i$	Sıralama
	l	m	u		
<i>A</i>	0,9796	1,0000	1,0000	0,9932	7
<i>B</i>	0,9059	0,5371	0,4510	0,6314	4
<i>C</i>	0,5218	0,2628	0,1291	0,3046	3
<i>D</i>	1,0000	0,6208	0,5318	0,7175	6
<i>E</i>	0,8290	0,5810	0,5219	0,6440	5
<i>F</i>	0,5386	0,2415	0,1129	0,2977	2
<i>G</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1

Buna göre; G alternatifi, lojistik teknolojik düzeyi en yüksek, A alternatifi ise en düşük lojistik firmalarıdır. Çözüm kümesinin belirlenmesi için 1. ve 2. koşul test edildiğinde her ikisinin de sağlandığı görülmektedir.

Ardından farklı  $v$  değerleri için ( $v=0,1; 0,9$ ) sıralamanın test edilmesi amacıyla yapılan değerlendirme sonuçları da Tablo 8'de ve Şekil 3'te sunulmuştur.

**Tablo 8. Farklı  $v$  Değerlerine Göre Alternatiflerin Sıralaması**

Alternatifler	v=0,1		v=0,2		v=0,3		v=0,4	
	Q <sub>i</sub>	Sıra	Q <sub>i</sub>	Sıra	Q <sub>i</sub>	Sıra	Q <sub>i</sub>	Sıra
A	5,8445	7	6,1065	7	52,0731	7	65,2934	7
B	3,4121	6	3,5075	6	33,7131	6	43,9404	3
C	2,1990	3	1,2296	3	21,4001	3	21,2656	6
D	4,7836	2	4,0854	2	36,7523	2	40,8321	4
E	4,0951	5	3,8596	5	36,9937	4	44,4782	2
F	1,5681	4	1,1300	4	18,2362	5	21,6661	5
G	0,5681	1	-0,1899	1	6,4604	1	2,6849	1
	v=0,6	v=0,7	v=0,8	v=0,9	v=0,6	v=0,7	v=0,8	v=0,9
Alternatifler	Q <sub>i</sub>	Sıra	Q <sub>i</sub>	Sıra	Q <sub>i</sub>	Sıra	Q <sub>i</sub>	Sıra
A	390,9743	7	715,2725	7	390,9743	7	715,2725	7
B	284,7476	3	512,3467	3	284,7476	3	512,3467	3
C	155,1256	6	283,3667	6	155,1256	6	283,3667	6
D	204,0930	4	377,0511	4	204,0930	4	377,0511	4
E	271,7043	5	486,7393	5	271,7043	5	486,7393	5
F	170,3590	2	305,5660	2	170,3590	2	305,5660	2
G	45,79288	1	67,07195	1	45,79288	1	67,07195	1

**Şekil 3. Farklı v Değerlerine Göre Alternatif Sıralarının Grafiksel Gösterimi**

Buna göre v değerleri farklılaşsa da lojistik teknolojik yenilik düzeyi en yüksek olan firmanın değişmediği gözlemlenmektedir. Diğer alternatifler için ise v değerlerine bağlı olarak sıralamadaki yerlerinin değişebildiği görülmektedir.

### SONUÇ

Bu çalışmanın temel amacı, lojistik teknolojik yenilik kriterlerinin önem düzeyinin belirlenerek BIST'te işlem gören lojistik firmaların lojistik teknolojik düzeylerine göre sıralanmasıdır. Bu amaçla gerçekleştirilen uygulama iki temel aşamadan oluşturulmuştur. İlk aşamada kriterlerin önem düzeyinin belirlenmesinde BAHF yönteminden faydalanılmıştır. Yapılan analizler neticesinde “radikal yenilik” en önemli ana kriter olarak bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucu Germain (1996) yaptığı çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

“Radikal yenilik” ana kriterine ait alt kriterler incelendiğinde, önem düzeylerinin sırasıyla; “otomatik malzeme taşıma sistemleri”, “otomatik depolama ve boşaltma sistemleri” ve “robotlar” olduğu görülmüştür. “Orta seviye yenilik” ana kriterine ait alt kriterlere bakıldığında ise en yüksek öneme sahip alt kriter “malzeme ihtiyaç planlaması yazılımı” iken “manuel veri girişi” en az öneme sahiptir. “Araç rotalama/programlama” ve “yük konsolidasyonu yazılımı” ise “kademeli yenilik” ana kriteri içerisinde sırasıyla en fazla ve en az öneme sahip alt kriterler olmuşlardır. Tüm alt kriterler birlikte değerlendirildiğinde, en önemli lojistik teknolojik yenilik kriterinin “otomatik malzeme taşıma sistemleri” olduğu söylenebilir.

Çalışmanın ikinci aşaması ise, belirlenen lojistik teknolojik yenilik kriterleri çerçevesinde BIST’te işlem gören lojistik firmaların teknolojik yenilik düzeylerine göre BVIKOR yöntemi ile sıralanmasıdır. Yapılan analizler sonucunda; *G* firması, lojistik teknolojik düzeyi en yüksek firma olurken bu firmayı *F* firması takip etmiştir. Firmalarla ilgili verilen bilgiler kısmında sadece bu iki firmanın diğer firmalardan farklı olarak tüm taşımacılık modlarını kullandığı ifade edilmiştir. Ayrıca *F* firması taşımacılık faaliyeti yanında depolama faaliyetini *G* firması ise taşımacılık faaliyetine ilave olarak depolama ve dağıtım faaliyetlerini yerine getirmektedir. Bu durum, “firmaların lojistik faaliyet alanı genişledikçe teknolojik yenilik düzeyinin yükseldiği” şeklinde yorumlanabilir.

Literatürde lojistik teknolojik yenilik kriterlerine ilişkin birlikteliğin olmaması nedeniyle sadece bir çalışmadaki kriterlerin alınıp firmalara uygulanması, çalışmanın temel kısıtı olarak ifade edilebilir. Bu eksikliği giderebilmek amacıyla ileriki çalışmalarda, lojistik teknolojik yenilik kriterleri; lojistik hizmet veren firmalar, lojistik hizmet alan firmalar ile yenilik ve lojistik alanında çalışan akademisyenlerin oluşturduğu bir çalışma grubu ile ilgili literatür de göz önünde bulundurularak belirlenebilir. Ayrıca bu çalışma ileriki zamanlarda farklı bulanık ÇKKV yöntemleri (Bulanık ANP, Bulanık TOPSIS vb.) kullanılarak geliştirilebilir ve sonuçları söz konusu çalışma ile kıyaslanabilir.

## KAYNAKÇA

- Ar, İ. M., Baki, B., Özdemir, F. (2014), “Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık AHS-VIKOR Yaklaşımının Kullanımı: Otel Sektöründe Bir Uygulama”, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 7(13), 93-114.
- Akyıldız, M., O. Tuna (2007), “Lojistik Değer ve Ek Değer: Bir Odak Grup Çalışması”, *Ege Akademik Bakış*, 7(2), 645-659.
- Buckley, J.J. (1985), “Ranking Alternatives Using Fuzzy Numbers”, *Fuzzy Sets and Systems*, 15, 233-247.
- Burmaoğlu, S. (2012), Ulusal İnovasyon Göstergeleri ile Ulusal Lojistik Performans Arasındaki İlişki: AB Ülkeleri Üzerine Bir Araştırma, *Ege Akademik Bakış*, 12(2), 193- 208.
- Busse, C., W.C. Marcus (2011), “Innovation Management of Logistics Service Providers: Foundations, Review, and Research Agenda”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(2), 187-218.
- Chang, D., (1996), “Applications of the Extend Analysis Method on Fuzzy AHP”, *European Journal of Operational Research*, 95, 649-655.
- Chapman, R.L., C. Soosay, J. Kandampully (2003), “Innovation in Logistic Services and the New Business Model: A Conceptual Framework”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33(7), 630-650



- Chen, C.T. (2000), "Extensions of the TOPSIS for Group Decision Making Under Fuzzy Environment", *Fuzzy Sets and Systems*, 114, 1-9.
- Chen, F.T.S., N. Kumar (2007), "Global Supplier Development Considering Risk Factors Using Fuzzy Extended AHP - Based Approach", *Omega International Journal of Management Science*, 35(4), 417-431.
- Chen, L.Y., T. Wang (2009), "Optimizing Partners' Choice in IS/IT Outsourcing Projects: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR", *International Journal of Production Economics*, 120, 233-242.
- Chu M., J. Shyu, G., Tzeng (2006), "Comparison Among Three Analytical Methods For Knowledge Communities Group-Decision Analysis", *Expert Systems With Applications*, 33(4), 1011-1024.
- De Martino, M., L. Errichiello, A. Marasco, A. Morvillo (2013), "Logistics Innovation in Seaports: An Inter-Organizational Perspective", *Research in Transportation Business&Management*, 8, 123-133.
- Evangelista, P. (2012), "Disruptive Innovation Trends in Transport and Logistics", INNO-GripsWorkshop on Disruptive Innovation, 24th January, Brussels.
- Flint, D.J., E. Larsson, B. Gammelgaard, J.T. Mentzer (2005), "Logistics Innovation: A Customer Value-Oriented Social Process", *Journal of Business Logistics*, 26(1), 113-147.
- Germain, R. (1996), "The Role of Context and Structure in Radical and Incremental Logistics Innovation Adoption", *Journal of Business Research*, 35, 117-127.
- Glenn Richey, R., S.E. Genchev, P.J. Daugherty (2005), "The Role of Resource Commitment and Innovation in Reverse Logistics Performance", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35(4), 233-257.
- Görener, A. (2013), "Tedarik Zinciri Stratejisi Seçimi: Bulanık Vikor Yöntemiyle İmalat Sektöründe Bir Uygulama", *International Journal of Alanya Faculty of Business*, 5(3), 47-62.
- Grawe, S.J. (2009), "Logistics Innovation: A Literature-Based Conceptual Framework", *The International Journal of Logistics Management*, 20(3), 360-377.
- Hou, Z. (2014), "A Comprehensive Evaluation of Athletes' Professional Skills Based on Fuzzy Theory", *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(7), 784-788.
- Javanbarg, M.B., C. Scawthorn, J. Kiyono, B. Shahbodaghkhan (2012), "Fuzzy AHP-Based Multicriteria Decision Making Systems Using Particle Swarm Optimization", *Expert Systems with Applications*, 39, 960-966.
- Kandampully, J. (2002), "Innovation as the Core Competency of a Service organisation: The Role of Technology, Knowledge and Networks", *European Journal of Innovation Management*, 5(1), 18-26
- Kaptanoğlu D., A.F. Özok (2006), "Akademik Performans Değerlendirmesi İçin Bulanık Model", *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 5(1), 193-204.
- Karadoğan, D. (2011), Lojistik İnovasyon (Yenileşim)-1, <http://www.lojistikci.com/?p=4070>, (20.02.2012).

- Kuo M.S., G.S. Liang, W.C. Huang (2006), "Extension of The Multicriteria Analysis With Pairwise Comparison Under A Fuzzy Environment", *International Journal of Approximate Reasoning*, 43(3), 268-285.
- Kwong, C.K., H. Bai (2002), "A Fuzzy AHP Approach to the Determination of Importance Weights of Customer Requirements in Quality Function Deployment", *Journal of Intelligent Manufacturing*, 13, 367-377.
- Laarhoven, P., W. Pedrycz (1983), "A Fuzzy Extension of Sati's Priority Theory", *Fuzzy Sets and Systems*, 11(1-3), 229-241.
- Lin, C.Y. (2007), "Factors Affecting Innovation in Logistics Technologies for Logistics Service Providers in China", *Journal of Technology Management in China*, 2(1), 22-37.
- Lin, C-Y. (2008), "Determinants of the Adoption of Technological Innovations by Logistics Service Providers in China", *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 7(1), 19-38.
- Lin, C.Y., Y.H. Ho (2008), "An Empirical Study on Logistics Service Providers' Intention to Adopt Green Innovations", *Journal of Technology Management & Innovation*, 3(1), 17-26.
- Mahmoodzadeh, S., J. Shahrabi, M. Pariazar, M.S. Zaeri (2007), "Project Selection by Using Fuzzy AHP and TOPSIS Technique", *International Journal of Social, Education, Economics and Management Engineering*, 1(6), 301-306.
- Opricovic, S. (1998) *Multi Criteria Optimization of Civil Engineering Systems*, Faculty of Civil Engineering, Belgrade.
- Opricovic, S., G.H. Tzeng (2004), "Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS", *European Journal of Operational Research*, 156, 445-455.
- Özkök, A.F., Kozanoğlu, O. (2009), "Takım Lideri Seçiminde Bulanık Kalite Fonksiyonu Açılımı Modeli Uygulaması", *Journal of Yasar University*, 4(15), 2403-2418.
- Panayides, P.M. (2006), "Enhancing Innovation Capability Through Relationship Management and Implications for Performance", *European Journal of Innovation Management*, 9(4), 466-483.
- Patier, D., ve Browne, M. (2010), "A Methodology for the Evaluation of Urban Logistics Innovations", *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 6229-6241.
- Rouboutsos, A., S. Kapros, T. Vanelander (2014), "Green City Logistics: Systems of Innovation to Assess the Potential of E-Vehicles", *Research in Transportation Business & Management*, 11, 43-52.
- Sakchutchawan, S., P.C. Hong, S.K. Callaway, A. Kunnathur (2011), "Innovation and Competitive Advantage: Model and Implementation for Global Logistics", *International Business Research*, 4(3), 10-21.
- Samvedi A., Jain V., Chan T.S., (2013), "Quantifying Risks in a Supply Chain Through Integration of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS", *International Journal of Production Research*, 51(8), 2483-2442.
- Şafak, İ.T., (2012), "Lojistik ve İnovasyon", *Fortune Dergisi*, Nisan.
- Şengül, Ü., M. Eren, S.E. Shiraz (2012), "Bulanık AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi", *Erciyes Üniversitesi, İİBF Dergisi*, 40, 143-165.

- Taniguchi, E., R.G. Thompson, T. Yamada (2014), "Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics", *Procedia-Social Behavioral Sciences*, 125, 4-14.
- Wagner, S.M. (2008), "Innovation Management in the German Transportation Industry", *Journal of Business Logistics*, 29(2), 215-231.
- Wagner, S.M., R. Sutter (2012), "A Qualitative Investigation of Innovation Between Third- Party Logistics Providers and Customers", *International Journal of Production Economics*, 140, 944-958.
- Wallenburg, C.M. (2009), "Innovation in Logistics Outsourcing Relationships: Proactive Improvement by Logistics Service Providers as a Driver of Customer Loyalty", *Journal of Supply Chain Management*, 45(2), 75-93.
- Wang, Y., Y. Lou, Z. Huo (2008), "On the Extend Analysis Method for Fuzzy AHP and its Applications", *European Journal of Operational Research*, 186, 735-747.
- Zadeh, L.A. (1965), "Fuzzy Sets", *Information and Control*, 8, 338-353.

**EKLER**

**Ek-1: Chang'in Genişletilmiş Bulanık AHP Yöntemi Adımları (Chang, 1996):**

1. **Adım:** i. nesne için bulanık büyüklük değeri Denklem 1'deki gibi tanımlanır.

$$S_j = \sum_{j=1}^m m_{g_i}^j \otimes [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m m_{g_i}^j]^{-1} \tag{1}$$

$\sum_{j=1}^m m_{g_i}^j$  değerini elde etmek için m adet genişletilmiş analiz değeri bulanık toplama işlemi yardımıyla bulanık bir matris elde edilir. Bu matrisin elemanları aşağıdaki gibidir.

$$\sum_{j=1}^m m_{g_i}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j) \tag{2}$$

$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m m_{g_i}^j]^{-1}$  değerini elde etmek için  $m_{g_i}^j$  (j=1,2,3,...,m) değerlerinin bulanık toplama işlemi aşağıdaki gibi uygulanır.

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m m_{g_i}^j]^{-1} = (\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i}) \tag{3}$$

2. **Adım:** Elde edilen sentez değerlerinin karşılaştırılarak ağırlık değerleri elde edilmektedir. Karşılaştırma işlemi şu şekilde yapılmaktadır:

$\widetilde{M}_1 = (l_1, m_1, v_1)$  ve  $\widetilde{M}_2 = (l_2, m_2, v_2)$  iki üçgen bulanık sayı iken  $\widetilde{M}_2 \geq \widetilde{M}_1$  eşitliğinin olabilirlik derecesi şu şekilde tanımlanabilir:

$$V(\widetilde{M}_2 \geq \widetilde{M}_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{\widetilde{M}_1}(x), \mu_{\widetilde{M}_2}(y))] \tag{4}$$

$\widetilde{M}_1 = (l_1, m_1, v_1)$  ve  $\widetilde{M}_2 = (l_2, m_2, v_2)$  bulanık sayılar iken ,  $V(\widetilde{M}_2 \geq \widetilde{M}_1) =$  yükseklik  $(\widetilde{M}_1 \cap \widetilde{M}_2) = \mu_{m_2}$  d.

$$= \begin{cases} 1 & \text{eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - v_2}{(m_2 - v_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \tag{5}$$

3. **Adım:** Konveks bir bulanık sayının k adet bulanık sayıdan  $M_i = (i=1,2,\dots,k)$  daha büyük olabilirlik derecesi şöyle tanımlanır:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1), (M \geq M_2), \dots, (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i), i=1,2,3, \dots, k \tag{6}$$

O halde  $S_j$  ler için aşağıdaki varsayımlar yapılmıştır:

$$K=1,2, \dots, n \quad k \neq j \quad d^i(A_j) = \min V(S_j \geq S_K)$$

Daha sonra ağırlık vektörü  $A_j$  (j=1,2,...,n)'in n elemanı olduğu denklem oluşturulur.

$$W^T = (d^i(A_j))^T, (i=1,2,\dots,n) \tag{7}$$

4. **Adım:** Normalize edilmiş ağırlık vektörleri aşağıdaki gibidir ve W bulanık bir sayı değildir.

$$W = (d(A_1), (A_2), \dots, \dots, d(A_n))^T \tag{8}$$

**Ek-2: BVIKOR Adımları (Chen ve Wang, 2009):**

**1. Adım:** Alternatiflerin, değerlendirme kriterleri ve karar vericiler belirlenir. (M alternatif, k değerlendirme kriteri ve n karar verici).

**2. Adım:** Dilsel değişkenler ve bunlara karşılık gelen üçgen bulanık sayılar tanımlanır.

**3. Adım:** Karar vericilerin kriterler için tercihleri ve görüşleri birleştirilir. N sayıdaki karar vericinin her kriter için değerlendirmesinin toplamının aritmetik ortalaması alınır.

$$\widetilde{W}_j = \frac{1}{n} [\sum_{e=1}^n \widetilde{m}_j^e], j=1,2,\dots,k \quad (9)$$

J sayıda kriter için her bir kriterin önem ağırlığı ve i sayıda alternatif için her bir seçeneğin oranı ile ilgili n sayıdaki karar vericinin tercihi aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\widetilde{X}_{ij} = \frac{1}{n} [\sum_{e=1}^n \widetilde{x}_{ij}^e], j=1,2,\dots,m \quad (10)$$

**4. Adım:** Bulanıklı ağırlıklı ortalama hesaplanarak, normalleştirilmiş bulanık karar matrisi oluşturulur.

$$\widetilde{D} = \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_k \\ A_1 & \begin{bmatrix} \widetilde{X}_{11} & \widetilde{X}_{12} & \dots & \widetilde{X}_{1n} \\ \widetilde{X}_{21} & \widetilde{X}_{22} & \dots & \widetilde{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \widetilde{X}_{m1} & \widetilde{X}_{m2} & \dots & \widetilde{X}_{mk} \end{bmatrix} & \dots & \dots \end{matrix} \quad i=1,2,\dots,m \ ; \ j=1,2,\dots,k \quad (11)$$

$\widetilde{X}_{ij}$ ,  $C_j$  kriterleri ile ilgili  $A_i$  alternatifinin değerlendirme oranını ifade eder.

$W_j$ , j. Kriterin önem ağırlığını ifade eder.

**5. Adım:** Her kriter için alternatifler arasından bulanık en iyi değer ile bulanık en kötü değer belirlenir.

$$\widetilde{f}_j^* = \max_i \widetilde{x}_{ij}, \quad \widetilde{f}_j^- = \min_i \widetilde{x}_{ij} \quad (12)$$

**6. Adım:**  $\widetilde{W}_j (f^* - X_{ij}) / (f_j^* - f_j^-)$ ,  $\widetilde{S}_i$ ,  $\widetilde{R}_i$  değerleri hesaplanır.

$$\widetilde{S} = \sum_{j=1}^k \widetilde{W}_j (f_j^* - \widetilde{X}_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \quad (13)$$

$$\widetilde{R}_i = \max_j [\widetilde{W}_j (f_j^* - \widetilde{X}_{ij}) / (f_j^* - f_j^-)] \quad (14)$$

$\widetilde{S}_i$ ,  $A_i$  ile ilgili bütün kriterlerin en iyi bulanık değerlere uzaklığının toplamıyla hesaplanır.  $\widetilde{R}_i$   $A_i$  ile ilgili j inci kriterin en iyi bulanık değere maksimum uzaklığı ile hesaplanır.

**7. Adım:**  $\widetilde{S}^*$ ,  $\widetilde{S}^-$ ,  $\widetilde{R}^*$ ,  $\widetilde{R}^-$ ,  $\widetilde{Q}_i$ , değerleri aşağıdaki eşitliklere göre hesaplanır.

$$\widetilde{S}^* = \min_i \widetilde{S}_i, \widetilde{S}^- = \max_i \widetilde{S}_i \quad (15)$$

$$\widetilde{R}^* = \min_i \widetilde{R}_i, \widetilde{R}^- = \max_i \widetilde{R}_i \quad (16)$$

Çalışmada yer alan alternatifin birinci bulanık değeri için  $\tilde{Q}_i$  aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\tilde{Q}_i = v(\tilde{S}_j - \tilde{S}^*) / (\tilde{S}^- - \tilde{S}^*) + (1-v)(\tilde{R}_i - \tilde{R}^*) / (\tilde{R}^- - \tilde{R}^*) \quad (17)$$

Burada  $\tilde{S}^*$ , maksimum çoğunluk kuralı veya maksimum grup faydası olan  $\tilde{S}_j$ 'nin minimum değeridir.  $\tilde{R}^*$  karşıtlarının minimum bireysel pişmanlığı olan  $\tilde{R}_i$ 'nin minimum değeridir. Eşitlik 19 kullanılarak,  $\tilde{Q}_i$  indeksi elde edilir.  $v > 0.5$  olduğu zaman karar maksimum çoğunluk kuralına meyleder.  $v = 0.5$  olduğu zaman karar karşıtlığın bireysel pişmanlığına doğru meyleder.

8. **Adım:** Bu adımda bulanık sayıların ortalamaları alınarak  $Q_i$ ,  $S_j$ ,  $R_i$  indeks değerleri bulunur. Yamuk bulanık sayısını durulaştırdıktan sonra elde edilen değerler küçükten büyüğe doğru sıralanır ve en küçük değer en iyi çözüm olarak kabul edilir.
9. **Adım:** Bulunan en iyi çözümün aynı zamanda en uzlaştırıcı çözüm olup olmadığını belirlemek için iki koşulun uygunluğunu sağlamak gerekmektedir:

*Koşul kabul edilebilir avantaj:* Bu koşul en iyi ve en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunun kanıtlanmasını içerir.

$$Q(A'') - Q(A') \geq DQ \quad (18)$$

DQ,  $m = 1/m - 1$ ; m alternatif sayısını ifade eder.  $A'$  değeri sıralamada birinci sırada yer alan alternatif ve  $A''$  sıralamada yer alan en iyi ikinci alternatifi gösterir.

*Kabul edilebilir İstikrar:* Eğer 1.koşul sağlanmazsa  $Q(A'') - Q(A') \geq DQ$  olursa,  $A'$  ve  $A''$  aynı uzlaştırıcı çözüm olur. Eğer 2. koşul kabul edilmezse, her ne kadar  $A''$  avantaja sahip olsa da karar verme de tutarsızlık vardır. Bundan dolayı  $A'$  ve  $A''$  uzlaştırıcı çözümleri aynıdır. Q değeri minimum olan en iyi alternatifin seçimi yapılır.