

# TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE BULANIK-AHP ve VIKOR YÖNTEMİNİN BAĞLANTI ELEMANLARI FİRMASINDA UYGULANMASI

## APPLICATION OF FUZZY-AHP AND VIKOR METHODS FOR SUPPLIER SELECTION IN AN INTERCONNECT COMPANY

İlkay SARAÇOĞLU, İstanbul Gelişim Üniversitesi, isaracoglu@gelisim.edu.tr  
Hakan Ayhan DAĞISTANLI, hakanayhand@gmail.com

*Öz: Tedarikçi seçim kararı, son yıllarda artan rekabet ve daralan kar marjları nedeniyle şirketlerin rekabet üstünlüğü sağlayabilmeleri için önemli kararlardan biri haline gelmiştir. Doğru tedarikçilerle çalışmak ürünlerin istenilen kalitede, daha düşük maliyetle ve yüksek hızda üretilmesini ve dağıtımını sağlayacak en önemli unsurlardan biridir. Tedarikçi seçimini etkileyen pek çok nicel ve nitel faktörler bulunması nedeniyle yöneticilerin tedarikçi kararını vermesi zorlaşmaktadır. Bu çalışmada, savunma sanayisinden, telekom sektörüne kadar pek çok sektöre bağlantı elemanları temin eden bir firmanın tedarikçi seçimi problemi Bulanık-AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve VIKOR (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaklık Çözüm) yöntemleri kullanılarak çözülmüştür. Yönetim, Servis, Ürün ve Dökümantasyon olarak belirlenen ana kriterlerin ve toplam 19 alt kriterin önem derecelerini bulmak için seçimi etkileyecek nitel kriterlerinde bulunması nedeniyle çok kriterli karar verme yöntemi olan Bulanık-AHP yöntemi kullanılmıştır. VIKOR yöntemi uygulanarak 12 tedarikçinin tercih sıralaması sağlanmıştır. Şirketlerde genellikle tedarikçi seçim kararları uzman görüşlerine dayalı sezgisel olarak alınmaktadır. Bu çalışma ile Bulanık-AHP ve VIKOR yöntemleri birlikte kullanılarak dünyanın en büyük bağlantı elemanları üreticilerinden biri olan bir firmaya tedarikçilerinin seçilmesi ve sıralanması konusunda yardımcı olunmuştur.*

*Anahtar Kelimeler: Tedarikçi Seçimi, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, VIKOR, Çok Kriterli Karar Verme*

*Abstract: Supplier selection decision is a very important task to provide competitive advantage for the organization and its supply chain. Doing business with right suppliers is one of the most significant factors enabling to produce in desired quality, in lower cost, in higher speed and to distribute. Because of the fact that there are a number of qualitative and quantitative factors influencing the choice of supplier, it is increasingly becoming harder for the managers to select the supplier. In this study, the right supplier selection problem of a company which provides many companies ranging from defense industry to telecommunication sector with interconnect items have been solved by employing fuzzy AHP and VIKOR methods. In order to find out the degree of important of the main criteria and total 19 sub-criteria determined as management, service, product and documentation, since there are qualitative criteria, which may affect the selection, fuzzy AHP being a multi criteria decision making method has been used. By applying VIKOR method, 12 suppliers have been ranked in preference. In general, in companies the decision of supplier selection has been made heuristically based on experts views with this study, by using both fuzzy AHP and VIKOR methods together, the firm, one of the biggest companies producing interconnect items, has been assisted in ranking and selecting the suppliers.*

*Keywords: Supplier Selection, Fuzzy Analytic Hierarchy Processing, VIKOR, Multi Criteria Decision Making*

## 1. Giriş

Günümüzde, daralan kar marjları ve artan rekabet koşulları altında, işletmelerin faaliyetlerini sürdürebilmeleri için tedarik sürelerinin kısalması, servis ve ürün kalitesinin istenen seviyede olmasına bağlıdır. Tedarik zinciri yönetiminde malzemenin tedarikçiden alınması, ürünün üretilmesi, ürünün sevkiyatı ve müşteriye ulaşmasına kadar olan sürecin başarıyla sürdürülmesi, satınalma bölümünün uygun tedarikçilerle çalışmasına bağlıdır. Dolayısıyla tedarikçi seçimi satınalma için önemli bir karar aşamasıdır. Öz ve Baykoç'a göre (2004) tedarikçilerin rekabette avantaj elde edebilmeleri için rakiplerine oranla gösterecekleri performansın durumu, ana firmanın müşterilerine göstereceği performans üzerinde doğrudan rol oynar. Kritik olmayan malzemeler veya ofis gereçleri için kullanılacak tedarikçi kararının kolay olması muhtemeldir. Ancak, önemli malzemeler için firmanın rekabet avantajını potansiyel olarak etkileyecek yetkili tedarikçiler grubunun seçim prosesi karmaşık ve pek çok kritere bağlı olabilir (Wisher ve arkadaşları, 2005).

Yıldız'e göre (2014) tedarikçi seçim sürecine birden fazla karar vericinin ve farklı ölçümlerle ifade edilen birden fazla ve birbirleriyle çelişkili nicel ve nitel kriterlerin söz konusu olduğu karmaşık bir süreç olduğundan bahsetmektedir ve Yıldız (2014) çalışmasında literatürde tedarikçi seçiminde bu gibi sorunlara çözüm olabilecek Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) (Saaty, 1980), Analitik Ağ Prosesi (ANP) (Saaty, 1996), Basit Toplamsal Ağırlık (SAW-Simple Additive Weighthing) (Fishburn, 1967), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) (Hwang ve Yoon, 1981) ve VIKOR (Opricovic, 1998) yöntemlerini sıralamıştır. William, Xiaowei ve Prasanta (2010) 2000 ila 2008 yılları arasındaki 78 makaleyi incelemiş ve tedarikçi seçimi problemleri için önerilmiş bireysel olarak veya bütünleştirilmiş olarak kullanılan yaklaşımlar bulmuştur.

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), icadından bugüne kadar karar vericiler ve araştırmacılar için en çok kullanılan çok kriterli karar verme aracı olmuştur (Omkarprasad ve Kumar, 2006). Literatürde tedarikçi seçimi problemleri için AHP metodu kullanan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Tedarikçi seçiminde değişik kriterler ele alınarak değerlendirme yapılmaktadır ve bu kriterler firmadan firmaya değişiklik gösterebilmektedir. Weber ve arkadaşları (1991) 1966 ila 1991 yılları arasında çok kriterli karar verme üzerine yapılmış 74 çalışmayı gözden geçirmişler ve tedarikçi seçimi için kullanılan kriterlerin listesini çıkarmışlardır. Kalite, maliyet ve zamanında teslimat kriterlerinin en önemli 3 kriter olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Dickson (1966) 273 satınalma müdürünün anketi ile tedarikçi seçimini etkileyen 23 kriter tanımlamıştır. Jain ve arkadaşları (2009) tüm kriterleri fiyat, kalite, çevrim süresi, servis, bağlantılar ve organizasyonel profil olmak üzere 6 kategoride toplamıştır. Agarwal ve arkadaşları (2011) 2000 ila 2011 arasında yayınlanan 68 araştırma çalışmasını incelemiş ve çalışmaların %10'unun AHP, %15'inin bulanık tabanlı yaklaşımlar olduğunu ortaya çıkarmıştır. Kubler ve arkadaşları (2016) 2004 ila 2016 yılları arasındaki 190 uygulamalı araştırma çalışmasını gözden geçirmişler ve çalışmaları uygulama alanlarına göre sınıflandırmışlardır. Vaidya ve Kumar (2006) literatür tarama çalışmasında AHP'nin Mühendislik, Personel ve Sosyal kategorilerde kullanıldığını göstermiştir. Aynı zamanda Vaidya ve Kumar (2006) AHP metodunun en çok gelişen ülkeler olan Hindistan ve Çin'de artan bir trend olduğundan bahsetmektedirler. Bu trend Behzadien ve arkadaşları (2012) ve Mardani ve arkadaşları (2015) literatür tarama çalışmalarında da tespit edilmiştir. Çok kriterli karar verme metodlarının ve TOPSIS tekniğinin en çok uygulandığı ülkeler arasında Tayvan, Türkiye, İran, Çin ve Hindistan sayılmıştır.

AHP metodu, karar vericilerin bilgilerini ele alsa da, karar vericiler ikili kıyaslamalarını, kesin ifadelerle yapmak yerine, bir aralık içerisinde ifade etmeyi tercih etmektedirler. Van Laarhoven ve Pedrytcz (1983) tarafından geliştirilen bulanık AHP yaklaşımı üçgen üyelik fonksiyonu kullanarak bulanık oranlar ile öncelikleri belirlemişlerdir. Kubler ve arkadaşlarının (2016) literatür taramasında Bulanık AHP metodunun daha çok Üretim, Endüstri ve Devlet kategorilerinde kullanıldığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada dünyanın en büyük bağlantı elemanları üreticilerinden olan bir firmanın tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Firmanın tedarikçi seçim problemi çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınarak Bulanık-AHP ve VIKOR yöntemleri kullanılarak çözülmüştür. Problemin çözümü için öncelikle Bulanık AHP ile kriterlerin ağırlıklarını belirlenmiş ve bu ağırlıklar kullanılarak VIKOR yöntemi ile alternatif tedarikçileri değerlendirecek tercih sıraları belirlenmiştir. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı; firmanın çalışma sisteminin diğer firmaların tedarikçi seçim sisteminden farklı olması ve uygulanan kriterlerin farklılık göstermesidir. Firma bir şirketin Türkiye ve Ortadoğu Bölgesinden sorumlu "Merkez Pazarlama, Satış ve Koordinasyon Ofisi" konumunda çalışmaktadır. Şirketin değişik ülkelerde pek çok fabrikası ve bu fabrikalar ile müşteriler arasında koordinasyonu sağlayan, siparişleri yönlendiren pazarlama ofisleri bulunmaktadır. Firmanın amacı, müşterilerden gelen istek ve ihtiyaçları karşılayacak, yine aynı şirkete bağlı 12 alt üreticisinden (bu çalışmada tedarikçi olarak isimlendirilmiştir) en uygun olanının seçilmesini sağlayarak rekabette öne geçmektir.

Bu çalışmanın birinci bölümünde AHP yönteminin öneminden ve literatürden örnekler verilmiştir. İkinci bölümde Bulanık AHP metodu ve adımları açıklanmaktadır. VIKOR metodu ve adımlarına üçüncü bölümde yer verilmektedir. Dördüncü bölümünde gerçek hayattan alınan tedarikçi seçim probleminin uygulaması anlatılmaktadır. Beşinci bölümde sonuçların yorumu ve gelecekte yapılması önerilen çalışmalardan bahsedilmektedir.

## 2. Bulanık AHP

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), 1980 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen geniş bir alanda kullanılan çok amaçlı karar verme metodlarından biridir. Dağdeviren ve arkadaşları (2004) çalışmalarında AHP yönteminin karar vericilerin farklı psikolojik ve sosyolojik durumlarında dikkate aldığından ve bu yöntemle karar vericilerin daha etkin karar vermelerinin sağlandığından bahsetmektedirler. Ecer (2008)'e göre AHP yöntemi çok sayıda alternatif arasından seçim yapmayı sağlayabilen ve birden fazla karar vericinin süreçte yer alabildiği çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir ve seçim sürecinde yer alan kriterler nicel ya da nitel olabilir. Kuruüzüm ve Atsan (2001) AHP yönteminin aşamalarını karar verme problemini tanımlama, kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlerin alt problemlere ayrıştırılması ile hiyerarşik yapının oluşturulması ve hiyerarşinin en altında karar alternatiflerinin seçilmesi olarak özetlemektedirler.

Kahraman'a göre (2003) AHP yöntemi, uzman görüşüne önem verse de, tam olarak insanların duygusal düşüncelerini tam anlamıyla yansıtmamaktadır. Bu nedenle net kıyaslama puanlarının kullanıldığı AHP'den farklı olarak dilsel değişkenliği de dikkate alan Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) karşılaştırma oranları bir ölçek aralığında verilmektedir. Böylece karar verme sürecinde meydana gelen belirsiz durumların üstesinden gelmek daha kolay bir hal almaktadır (Karakaşoğlu, 2008). Zadeh (1965) tarafından geliştirilen Bulanık küme teorisi verileri kesin hatlar ile değil aralıklarla sınıflandırır veya gruplandırır. Geleneksel kümenin üyeleri doğru-yanlış, evet-hayır, 0-1 gibi ikili esasa dayanırken bulanık küme teorisinde "büyük", "orta" ve "küçük" olarak veriler belirlenir (Kahraman ve

arkadaşları, 2004). Van Laarhoven ve Pedrcyz (1983), Saaty (1980)'nin önerdiği klasik AHP yönteminde karşılaştırma matrisinde üçgen üyelik fonksiyonunu kullanan Bulanık AHP yöntemi geliştirmişlerdir. Buckley (1985) ise yamuk üyelik fonksiyonları ile karşılaştırma oranlarının bulanık önceliklerini belirlemiştir. Chang (1996) üçgen bulanık sayılar ile karşılaştırmaları yapmış ve ikili karşılaştırmalar için genişletme analizi yöntemini önermiştir. Bulanık kümeler teorisinde dilsel değişkenler ve bulanık sayılar kullanılarak değerlendirme yapılmaktadır. Bu ifadeler daha sonra bulanık sayılara dönüştürülmektedir. Kriterlerin karşılaştırılmasında Saaty'nin önem derecesi ve Chang (1996)'da kullanılan bulanık dilsel değişken karşılıkları Tablo 1'de verilmiştir. Üçgensel bulanık sayılara göre örneğin Kriter 1. Kriter 2'den mutlak derecede önemli ise üçgensel bulanık derecesi (7, 9, 9) olacaktır. Bunun karşıt değeri yani Kriter 2'yi Kriter 1'le karşılaştırma değeri (1/9, 1/9, 1/7) olacaktır.

Tablo 1. Karşılaştırmalarda kullanılacak dilsel değerler ve bulanık sayı karşılığı

Saaty'nin Önem Derecesi	Tanım	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
1	Eşit Derecede Önemli	(1, 1, 1)	(1/1, 1/1, 1/1)
3	Orta Derecede Önemli	(1, 3, 5)	(1/5, 1/3, 1/1)
5	Kuvvetli Derecede Önemli	(3, 5, 7)	(1/7, 1/5, 1/3)
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	(5, 7, 9)	(1/9, 1/7, 1/5)
9	Mutlak Derecede Önemli	(7, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/7)
2	Ara Değerleri Temsil Etmektedir	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1/1)
4		(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
6		(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
8		(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)

Kaynak :D.Y. Chang, "Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, 95, 1996, 650.

**Adım 1.** Belirlenen kriterler için karşılaştırma yapılarak kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerini gösteren karşılaştırma matrisi oluşturulur. Bu matriste gösterilen  $\widetilde{d}_{ij}^k$  k. karar vericinin i.kriterin j.kriter üzerindeki karşılaştırma değerini bulanık üçgensel sayı olarak göstermektedir. Burada "yaklaşık" işareti üçgen sayıları göstermektedir ve bu durum için örnek olarak  $\widetilde{d}_{12}^1$  1.karar vericinin 1.kriterin 2.kritere göre gösterdiği önem derecesini vermektedir.

$$\widetilde{A}^k = \begin{bmatrix} \widetilde{d}_{11}^k & \cdots & \widetilde{d}_{1n}^k \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \widetilde{d}_{n1}^k & \cdots & \widetilde{d}_{nn}^k \end{bmatrix} \quad (1)$$

**Adım 2.** Eğer birden fazla karar verici mevcutsa, herbir karar vericinin  $\widetilde{d}_{ij}^k$  değerlerinin ortalaması aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\widetilde{d}_{ij} = \frac{\sum_k^K \widetilde{d}_{ij}^k}{K} \quad (2)$$

**Adım 3.** Karar vericilerin ortalama değerleri hesaplandıktan sonra karşılaştırma matrisi aşağıdaki şekilde gösterilir.

$$\widetilde{A} = \begin{bmatrix} \widetilde{d}_{11} & \cdots & \widetilde{d}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \widetilde{d}_{n1} & \cdots & \widetilde{d}_{nn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

**Adım 4.** Buckley (1985)'e göre bulanık karşılaştırmalı değerlerin geometrik ortalama değerleri aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$\tilde{r}_i = \left( \prod_{j=1}^n \tilde{d}_{ij} \right)^{1/n}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

**Adım 5.** Her bir kriter için bulanık ağırlıklar aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$\begin{aligned} \tilde{w}_i &= \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} \\ &= (lw_i, mw_i, uw_i) \end{aligned} \quad (5)$$

**Adım 6.** Her bir  $\tilde{r}_i$  için toplam vektörü bulunur ve (-1) kuvveti alınır.

**Adım 7.** i.kriterin bulanık ağırlığını ( $\tilde{w}_i$ ) bulmak için her bir  $\tilde{r}_i$  ters vektör ile çarpılır.

**Adım 8.**  $\tilde{w}_i$  hala bulanık üçgensel sayı olduğundan Chou ve Chang (2008) tarafından önerilen metod ile bulanık olmayan sayıya dönüştürülürler. Bunun için aşağıdaki eşitlik kullanılır:

$$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3} \quad (6)$$

**Adım 9.**  $M_i$  bulanık olmayan bir sayıdır. Fakat aşağıdaki eşitlik kullanılarak normalize edilmesi gerekmektedir.

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (7)$$

Bu 9 adım hem kriterler hem de alternatifler için normalize edilmiş ağırlıkların bulunması için yürütülür. Bu çalışmada yukarıda tanımlanan adımlar uygulanarak her bir kriterin ağırlıkları hesaplanmış ve VIKOR metodunda kullanılarak alternatiflerin öncelik sıraları belirlenmiştir.

### 3. VIKOR Yöntemi

Çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm yöntemi olan VIKOR yöntemi Opricovic (1998) tarafından geliştirilmiştir. Opricovic ve Tzeng (2007) çalışması ile literatürde çok kriterli karar verme yöntemi olarak geçmeye başlamıştır (Kara ve Ecer, 2016). VIKOR yöntemi, birbirleri ile çelişen kriterler olduğunda seçenekler arasında uzlaşık sıralama listesine, uzlaşık çözüme karar verir. Yıldız (2014) çalışmasında VIKOR yöntemini maksimum grup faydası ve minimum bireysel pişmanlığı sağlayacak optimal uzlaşık bir çözüm olarak tanımlamaktadır. Her alternatif her bir kriter göre karar vericiler tarafından değerlendirilerek satırları ( $i=1,2, \dots, m$ ) alternatifleri sütunları ( $j=1, 2, \dots, n$ ) ise kriterleri göstermek üzere karar matrisi oluşturulur. VIKOR' un uzlaşık sıralama algoritması aşağıdaki adımları izler:

**Adım 1.** En iyi ve en kötü kriter değerlerinin belirlenmesi

Karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir kriter için en iyi  $f_j^*$  ve en kötü  $f_j^-$  değerleri belirlenir.

Eğer kriter fayda özelliklerine sahip ise:

$$f_j^* = \max_{ij} \quad f_j^- = \min_{ij}$$

Eğer kriter bir maliyet ifade ediyorsa:

$$f_j^* = \min_{ij} \quad f_j^- = \max_{ij}$$

eşitliği ile hesaplanır.

**Adım 2.** Normalizasyon İşlemi ve Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisini oluşturan kriter değerlerini birimlerden arındırmak için normalizasyon işlemi yapılır. m alternatif ve n kriterlerden oluşan bir karar problemine ait karar matrisi, en iyi ve en kötü değere göre normalizasyon işlemi yapılarak  $m \times n$  boyutlarında R normalizasyon matrisine dönüştürülür. Normalizasyon işlemi aşağıdaki şekilde yapılır.

$$r_{ij} = (f_i^* - x_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (8)$$

**Adım 3.** Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması

$w_j$  kriter ağırlıklarını göstermek üzere, normalize karar matrisinde kriterlerin ilgili ağırlıklarla çarpılması ile  $V$  ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilir.

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \quad (9)$$

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & \cdots & v_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & \cdots & v_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

**Adım 4.**  $S_i$  ve  $R_i$  Değerlerinin Hesaplanması

i. Alternatifin en iyi değere olan uzaklığın toplamı,  $S_i$ ; i. Alternatifin en iyi değere olan uzaklığın toplamını,  $R_i$  göstermektedir .

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (11)$$

$$R_i = \max_j v_{ij} \quad (12)$$

**Adım 5.**  $Q_i$  Değerlerinin Hesaplanması

$Q_i$  değerlerinin hesaplanmasında kullanılan ‘q’ parametresi ise kriterlerin çoğunluğunun ağırlığını (maksimum grup faydasını) göstermektedir. ‘q’ değeri maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade ederken, (1- q) ise karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade eder.

$$Q_i = q.(S_i - S^*) / (S^- - S^*) + (1 - q). (R_i - R^*) / (R^- - R^*) \quad (13)$$

Bu eşitlikte kullanılan  $S^*$ ,  $S^-$ ,  $R^*$  ve  $R^-$  değerleri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$S^* = \min_i S_i \quad S^- = \max_i S_i \quad R^* = \min_i R_i \quad R^- = \max_i R_i$$

**Adım 6.** Alternatiflerin sıralanması ve koşulların denetlenmesi

$S_i$ ,  $R_i$  ve  $Q_i$  değerleri küçükten büyüğe sıralanarak alternatifler arasındaki sıralamanın belirlendiği üç sıralama listesi elde edilir. Sıralama işleminin ardından sıralamanın doğruluğunu sınamak üzere minimum  $Q_i$  değerine sahip alternatifin aşağıdaki iki koşulu sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir.

**Adım 7.** Uzlaştırıcı çözümün belirlenmesi. Eğer aşağıdaki iki koşul sağlanırsa,  $Q_i$  indeksi kullanılarak belirlenen çözüm, uzlaştırıcı çözümdür.

- *Kabul edilebilir avantaj*

$Q_i$  değerleri küçükten büyüğe sıralandığı durumda ilk sırada yer alan alternatif  $A^1$  ve ikinci sırada yer alan alternatif  $A^2$  olarak gösterildiğinde, kabul edilebilir avantaj,

$$Q(A^2) - Q(A^1) \geq DQ \text{ koşuluna bağlıdır.}$$

$DQ$  parametresi alternatif sayısına bağlı olup, m alternatif sayısını göstermek üzere,

$DQ=1/(m-1)$  eşitliği ile hesaplanır.

- *Kabul edilebilir istikrar koşulu*

$Q_i$  değerleri küçükten büyüğe sıralandığı durumda ilk sırada yer alan  $A^1$  alternatifi, S ve/veya R değerlerine göre küçükten büyüğe yapılan sıralamada da minimum değere sahip en iyi alternatiftir. Bu durumda uzlaşık çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır. Eğer kabul edilebilir istikrar koşulu sağlanmıyor ise  $A^1$  ve  $A^2$  alternatiflerinin her ikisi de uzlaşık ortak çözüm olarak kabul edilir. Burada üst sınır değeri olan maksimum M,  $Q(A^m) - Q(A^1) < DQ$  ilişkisine göre belirlenir. Q değerlerine göre sıralanan en iyi alternatif, minimum Q değerine sahip alternatiflerden biridir (Yıldız, 2014; Opricovic ve Tzeng, 2007).

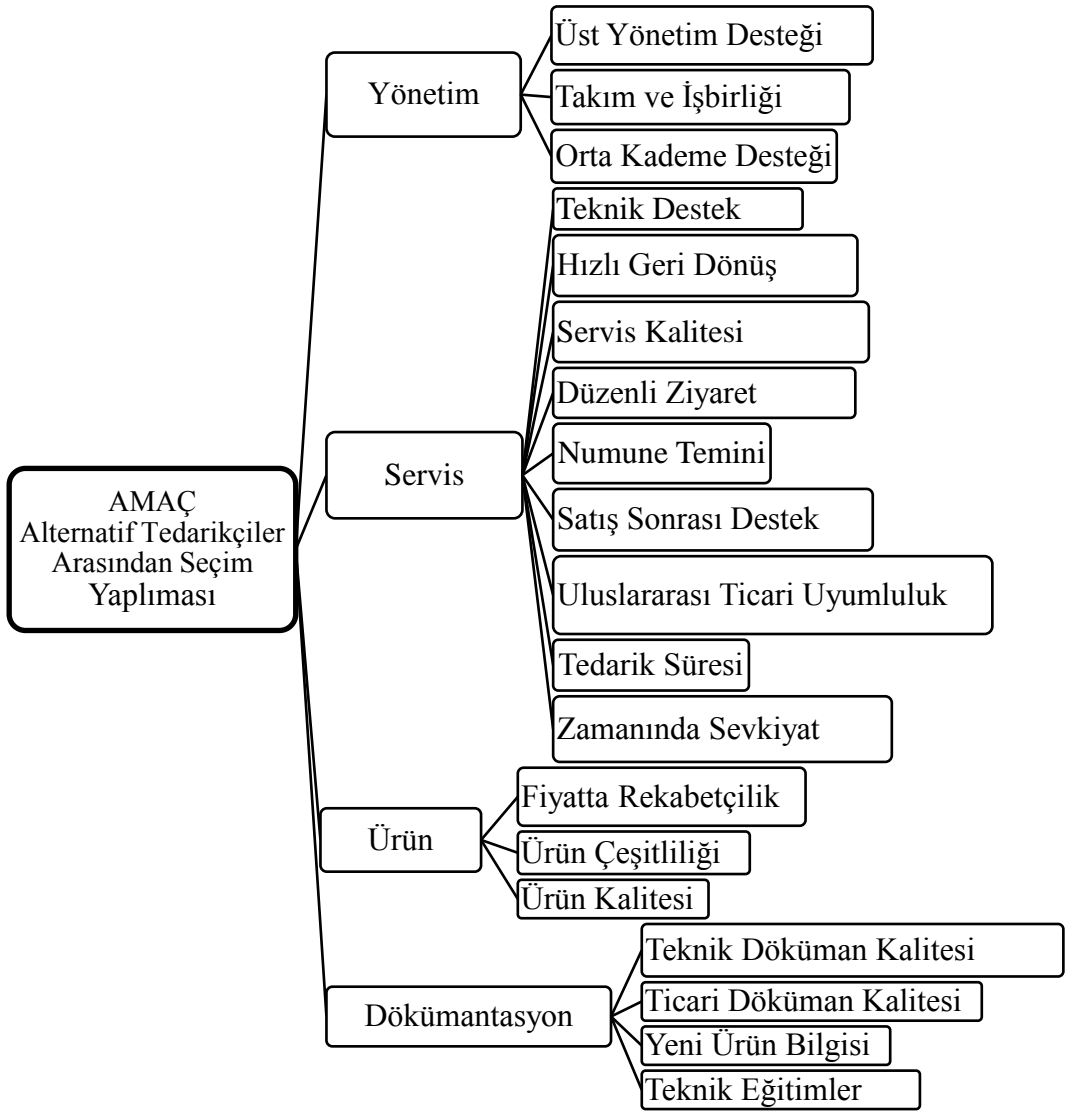
#### 4. Uygulama

Bu çalışmanın amacı, dünyanın en büyük bağlantı elemanı üreticileri arasında olan bir şirketin tedarikçi seçimi problemi için Bulanık-AHP ve VIKOR yöntemlerini uygulayarak şirket yöneticisine tedarikçi seçimi kararında yardımcı olmaktır. Bu problemin çözümü için ilk önce firma yetkilileri ile görüşerek tedarikçi seçiminde etkili olan kriterler, alt kriterler belirlenmiştir. İş Geliştirme Müdürü pozisyonunda çalışan dört mühendis ve bu projenin bizzat oluşturulmasında etkili olan firmanın Genel Müdürü (dünyada 300'den fazla firma denetlemiş, 13 yıldır bu alanda tecrübesi olmak üzere toplam 28 yıllık iş deneyimi bulunmaktadır) ile yapılan görüşmeler sonucunda Şekil 1'de gösterildiği gibi 4 ana kriter ve 19 alt kriter elde edilmiştir. Her karar verici tüm alternatifler üzerinde eşit değerlendirme hakkına sahiptir. Dünyanın çeşitli ülkelerinde 150'den fazla fabrikaya sahip olan şirketin Türkiye'de bulunan "Merkez Pazarlama, Satış ve Koordinasyon" ofisinin tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Firma telekom sektöründen askeri sektöre kadar pek çok sektöre ürün temin etmektedir. Bu ürünlerin temininde belirlenen kriterlere göre seçim yaparak üreticilerden müşterilerine ürün tedarikinde en iyi üreticiyi bulmaya çalışmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, diğer tedarikçi seçim problemlerinden farklı olarak kullanılan ana kriterler ve alt kriterler farklılık göstermektedir. Bu çalışmaya en yakın sektörde yapılmış Ar ve arkadaşları'nın (2015) kablo sektörü için tedarikçi seçiminde belirledikleri 5 ana kriter ve 17 alt kriterlere göre bu çalışmada ana farkın dökümantasyon ve yönetim desteği kriterleri ile olduğu görülmektedir.

Temel amacı, bağlantı elemanları tedarikçi seçimi sürecinin kolaylaştırılması olan bu çalışmanın uygulama noktasında sık başvurulan iki ana yöntemden faydalanılmıştır. Bu bağlamda asıl kriterlerin ve bunlara bağlı alt kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında Bulanık AHP, tedarikçiler arasından seçim yapma aşamasında ise VIKOR yöntemleri kullanılmıştır.

Bulanık AHP ve VIKOR yöntemini kullanmak üzere dünyanın en büyük bağlantı üreticilerinden birinin şirket yetkilileriyle görüşülerek tedarikçilerden sağlaması beklenen özellikler saptanmış ve bu özellikler ana kriter olarak belirlenmiştir. Ana kriterlerin içerdiği alt kriterler tanımlanmıştır.

Uygulama kısmında belirlenen alt ve ana kriterler üzerinde 12 alternatif tedarikçi üzerinden yapılan anket sonuçlarını kullanarak önce Bulanık AHP analizine ilişkin basamaklar ve basamakların sonuçları elde edilecek, ardından ise VIKOR yöntemine geçilerek Bulanık AHP analizinin çözümünde elde edilecek olan ağırlıklar kullanılarak VIKOR yöntemi basamaklarının uygulama işlemleri gösterilecektir. Yönetim, ürün, servis ve dökümantasyon olmak üzere 4 ana seçim kriteri ve bu kriterleri belirleyen toplam 19 alt kriter belirlenmiştir. Bu kriterler Şekil 1'de gösterilmiştir.



AMAÇ

ANA KRİTERLER

ALT KRİTERLER

Şekil 1. Tedarikçilerin Tercih Edilme Sebeplerini Oluşturan Özelliklerin Belirlenmesine Ait AHP Hiyerarşisi

#### 4.1. Bulanık AHP ile Seçim Kriterlerinin Ağırlıklarına Karar Verilmesi

Her bir kriterin ağırlıklarının hesaplanması için şirket yetkilileriyle görüşülerek kriterlerin birbirleriyle karşılaştırılması için sorular sorularak Saaty (1980) 'nin önem derecesi kullanılarak karşılaştırmanın yapılması sağlanmıştır. Bu değerler dilsel değişkenleri içermesi amacıyla bulanıklaştırma işlemi için Tablo 1'deki Chang (1996)'in dönüştürme tablosu kullanılmıştır. Her bir kriter için yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen karşılaştırmalı tablolar aşağıda verilmiştir. Yönetim kriteri için belirlenen 3 alt kriter olan Üst Yönetim Desteği, Takım ve İşbirliği ve Orta Kademe Desteği için bulanık üçgensel sayılar "l" alt, "m" orta ve "u" üst olmak üzere (l, m, u) olarak ifade edilmiş karşılaştırmalı değerler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Yönetim kriterinin karşılaştırma değerleri

Uzman Değerlendirmesi	Üst Yönetim Desteği	Takım ve İşbirliği	Orta Kademe Desteği
Üst Yönetim Desteği	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,3,5)
Takım ve İşbirliği	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,1)
Orta Kademe	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)

Üst Yönetim Desteği kriteri için bulanık karşılaştırmalı değerlerinin geometrik ortalama değerleri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\tilde{r}_i = [(1*1/5*1)^{1/3}; (1*1/3*3)^{1/3}; (1*1*5)^{1/3}] = [0.58, 1.00, 1.71]$$

Yönetim kriterinin tüm alt kriterleri için belirlenen geometrik ortalama değerleri Tablo 3'de gösterilmektedir. Tabloda ayrıca toplam değerler ve (-1). kuvveti ve artan sıralamadaki değerleri verilmektedir.

Tablo 3. Yönetim Kriteri Geometrik ortalama değerleri

Yönetim Kriterleri	l	m	u
Üst Yönetim Desteği	0.58	1.00	1.71
Takım ve İşbirliği	1.00	1.44	1.71
Orta Kademe Desteği	0.58	0.69	1.00
<b>Toplam</b>	2.17	3.13	4.42
<b>Ters değer (-1.kuvveti)</b>	0.461	0.319	0.226
<b>Artan sıralama</b>	0.226	0.319	0.461

Yönetim kriterinin üst yönetim desteği için bulanık ağırlık değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\tilde{w}_1 = [(0.58*0.226); (1*0.319); (1.71*0.461)] = [0.132; 0.318; 0.788]$$

Üst yönetim desteği için bulanık olmayan ağırlık değeri  $M_i = (0.132 + 0.318 + 0.788) / 3 = 0.413$  olarak bulunur. Normalize edilmiş ağırlık değeri ise  $0.413 / (0.413 + 0.492 + 0.271) = 0.351$  olarak hesaplanır. Diğer Yönetim alt kriterleri için hesaplanmış ağırlık değerleri Tablo 4'te verilmektedir.

Tablo 4. Yönetim kriterinin bulanık ağırlık değerleri ve normalize edilmiş ağırlık değerleri

Yönetim Kriteri	l	m	u	$M_i$	$N_i$
Üst Yönetim Desteği	0.132	0.318	0.788	0.413	0.351
Takım ve İşbirliği	0.226	0.461	0.788	0.492	0.418
Orta Kademe Desteği	0.132	0.221	0.461	0.271	0.231

Tablo 4'e göre yönetim kriterini etkileyen kriterler sırasıyla Takım ve İşbirliği, Üst Yönetim Desteği ve Orta Kademe Desteğidir. Diğer ana kriterler için karşılaştırmalı bulanık değerler ve hesaplanan ağırlık değerleri Tablo 5'ten Tablo 7'ye kadar verilmektedir.

Tablo 5. Ürün kriterinin bulanık karşılaştırmalı değerleri

Ürün Kriteri	Fiyatta Rekabetçilik	Ürün Çeşitliliği	Ürün Kalitesi	$M_i$	$N_i$
Fiyatta Rekabetçilik	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1/7,1/5,1/3)	0.152	0.118
Ürün Çeşitliliği	(1,3,5)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	0.365	0.285
Ürün Kalitesi	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,1,1)	0.765	0.597

Ürün kriteri için Tablo 5'e göre sırasıyla Ürün Kalitesi, Ürün Çeşitliliği ve Fiyatta Rekabetçilik alt kriterlerinin önemli olduğu görülmektedir.



Tablo 6. Servis kriterinin alt kriter karşılaştırmalı bulanık değerleri ve normalize edilmiş ağırlık değerleri

Servis Kriteri	Teknik Destek	Hızlı geri dönüş	Servis Kalitesi	Düzenli Ziyaret	Numune Temini	Satış Sonrası Destek	Uluslararası Ticari Uyumluluk	tedarik süresi	zamanında sevkiyat	Mi	Ni
Teknik Destek	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(7,9,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)	0.250	0.203
Hızlı geri dönüş	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(7,9,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)	0.206	0.168
Servis Kalitesi	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(7,9,9)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	0.147	0.120
Düzenli Ziyaret	(1/9,1/7,1/7)	(1/9,1/7,1/7)	(1/9,1/7,1/7)	(1,1,1)	(1/9,1/9,1/7)	(1/9,1/7,1/5)	(1/7,1/5,1/3)	(1/7,1/5,1/3)	(1/9,1/7,1/5)	0.018	0.015
Numune Temini	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(7,9,9)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	0.089	0.073
Satış Sonrası Destek	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	0.137	0.112
Uluslararası Ticari Uyumluluk	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	0.126	0.102
Tedarik Süresi	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(3,5,7)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	0.078	0.064
Zamanında Sevkiyat	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)	0.177	0.144

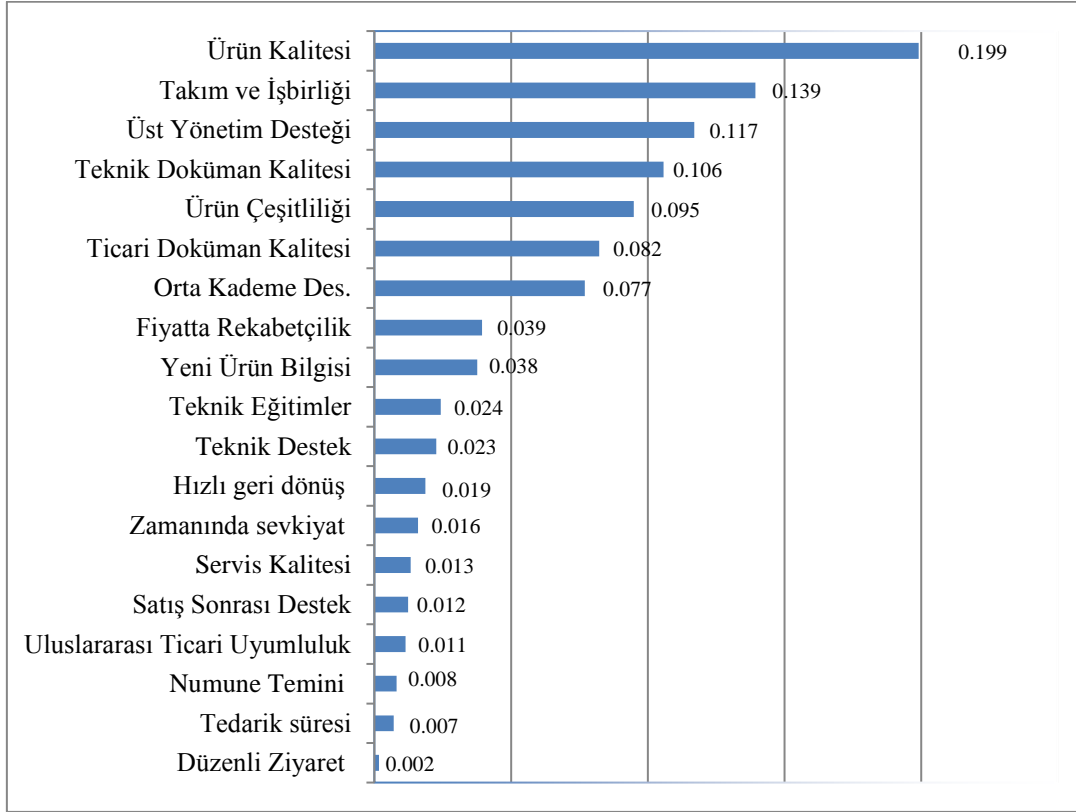
Servis kriteri için Tablo 6'ya göre en etkili alt kriterin Teknik Destek, en az etkiye sahip kriterin Düzenli Ziyaret olduğu görülmektedir.

Tablo 7. Dökümantasyon kriteri alt kriterlerinin karşılaştırmalı bulanık değerleri ve ağırlık değerleri

Dökümantasyon kriteri	Teknik Doküman	Ticari Doküman	Yeni Ürün Bilgisi	Teknik Eğitimler	Mi	Ni
Teknik Doküman Kalitesi	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	0.492	0.423
Ticari Doküman Kalitesi	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	0.383	0.329
Yeni Ürün Bilgisi	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	0.175	0.151
Teknik Eğitimler	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	0.113	0.097

Dökümantasyon kriteri için Tablo 7'ye göre en etkili alt kriterin Teknik Dökümantasyon Kalitesi, en az etkiye sahip kriterin Teknik Eğitimler olduğu görülmektedir.

Tüm kriterler birlikte değerlendirildiğinde hesaplanan “ağırlık değeri / ana kritere ait alt kriter sayısı” ile herbir kriterin ağırlık değerleri tespit edilmiştir. Örneğin “Ürün kalitesi” kriteri için ürün ana kriterinin 3 alt kriteri olduğundan hesaplanan ağırlık değeri 0.597/3 olmak üzere 0.199 hesaplanmıştır. Bu ağırlıklara göre en etkiliden en etkisize göre sıralanmış olan kriterlerin ağırlıkları Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Bulanık AHP sonucunda Alt Kriterlerin Global ağırlık değerleri

Böylece tüm alt kriterlerle birlikte tedarikçi seçimini etkileyen en etkili kriterin Ürün Kalitesi, Takım ve İşbirliği, Üst Yönetim Desteği olduğu, en etkisiz son üç kriterin ise Numune Temini, Tedarik Süresi ve Düzenli Ziyaret olduğunu göstermektedir. Birinci aşama sonunda elde edilen kriter ağırlık değerlerine bağlı olarak VIKOR yönteminin uygulanacağı ikinci aşama ile alternatiflerin tercih sıralamaları elde edilecektir.

Tablo 8. Tedarikçilerin herbir alt kriter için karşılaştırmalı önem dereceleri

	Üst Yönetim Desteği	Takım ve İşbirliği	Orta Kademe Des.	Teknik Destek	Hızlı geri dönüş	Servis Kalitesi	Düzenli Ziyaret	Numune Temini	Satış Sonrası Destek	Uluslararası Ticari Uyumluluk	tedarik süresi	zamanında sevkiyat	Fiyatta Rekabetçilik	Ürün Çeşitliliği	Ürün Kalitesi	Teknik Doküman Kalitesi	Ticari Doküman Kalitesi	Yeni Ürün Bilgisi	Teknik Eğitimler
Global Ni	0.117	0.139	0.077	0.023	0.019	0.013	0.002	0.008	0.012	0.011	0.007	0.016	0.039	0.095	0.199	0.106	0.082	0.038	0.024
AAO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	9	5	7	7	5	5
ALB	9	7	9	7	7	7	9	9	3	7	5	7	5	3	9	7	9	9	9
SCX	9	7	9	7	7	7	9	3	5	7	5	5	5	3	7	7	9	7	9
LTD	5	5	5	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3
ALB D	5	3	5	3	5	3	3	7	5	3	7	5	5	3	7	3	3	3	3
IND	5	7	5	5	7	7	5	5	5	7	5	5	7	5	5	3	3	3	3
ACC	5	7	5	7	5	5	7	3	5	7	5	5	5	5	7	5	7	5	5
AFS	3	5	3	7	7	5	3	3	5	7	7	5	7	3	7	7	5	5	5
RF	3	3	3	3	3	5	1	3	5	5	5	5	5	5	7	3	3	3	3
SVM	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	7	5	3	5	5
TMS	3	1	3	3	3	5	1	1	5	5	5	5	5	5	7	3	3	1	1
INV	5	5	5	5	5	5	3	1	5	5	3	5	3	5	5	1	1	3	5
<i>fi</i> *	9	7	9	7	7	7	9	9	5	7	7	7	7	9	9	7	9	9	9
<i>fi</i> -	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	5	1	1	1	1

#### 4.2. VIKOR ile tedarikçilerin tercih sıralamalarının bulunması

Çok kriterli karar verme tekniklerinden olan ve bu çalışmanın ikinci çözüm basamağını oluşturan VIKOR yönteminin uygulanmasında Bulanık AHP Analizi sonucunda elde edilen ağırlıklar  $w_i$  (Global  $N_i$ ) değerlerini oluşturmaktadır. Opricovic ve Tzeng (2007) VIKOR yöntemini üç farklı çok kriterli karar verme problemi olan TOPSIS, PROMETHEE ve ELECTRE ile karşılaştırmışlardır. VIKOR yönteminin diğer yöntemlere göre her zaman ideale yakın sonuçlar vermesi, hem grup faydasını maksimize edip hem de bireysel pişmanlığı minimize edecek dengeyi kurabilen bir yöntem olması nedeniyle bu çalışmada tedarikçilerin sıralanması ve seçimi için kullanılmıştır.

Şirket yetkilileriyle yapılan görüşmeler ile alternatiflerin herbir kriter açısından değerlendirilmesi sonucu elde edilen karşılaştırma değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Alternatif üreticilerin kriterlere göre değerlendirilmesinde kesin sayılarla ifade edilebilmesi nedeniyle VIKOR yönetiminde bulanık sayılar kullanılmamıştır. Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirme değerleri 1: Çok kötü; 3: Kötü; 5: Orta; 7: İyi; 9: Çok iyi olarak alınmıştır. VIKOR adımlarının uygulanması için en iyi ve en kötü kriter değerlerinin belirlenmesi işleminde kriterin maliyet veya fayda kriteri olması durumuna göre puanlandığı sütundaki en iyi ve en kötü değerlerde Tablo 8'de gösterilmiştir. Bu çalışmada kullanılan kriterler fayda kriteri olduğundan dolayı en iyi kriter değerleri maksimum puanları en kötü kriter değerleri ise minimum puanları ifade etmektedir.

Normalizasyon matrisinin değerleri (8) nolu eşitlikten faydalanılarak hesaplanmıştır. Normalize karar matrisinin ağırlıklandırılmasında AHP Analizi sonucu bulunan kriterlerin global ağırlık değerleri (global  $N_i$ ) ile ağırlıklandırma yapılmıştır. Her alternatif için  $S_i$  değerleri ağırlıklandırılmış normalize karar matrisindeki o alternatifin satır değerleri toplamını,  $R_i$  değeri ise yine o alternatifin maksimum satır değerini ifade eder ve son aşamada  $Q_i$  değerleri ise Tablo 9'daki şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 9. Alternatifler için hesaplanan  $S_i$ ,  $R_i$  ve  $Q_i$  değerleri

	$S_i$	$R_i$	$Q_i$				
			(q=0)	(q=0.25)	(q=0.5)	(q=0.75)	(q=1)
AAO	0.715	0.199	1.000	0.994	0.987	0.981	0.974
ALB	0.123	0.095	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SCX	0.237	0.100	0.044	0.080	0.116	0.152	0.188
LTD	0.730	0.199	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
ALB D	0.629	0.100	0.044	0.242	0.439	0.636	0.833
IND	0.558	0.199	1.000	0.929	0.858	0.787	0.716
ACC	0.391	0.100	0.044	0.144	0.243	0.342	0.441
AFSI	0.476	0.100	0.044	0.178	0.312	0.446	0.580
RF	0.651	0.100	0.044	0.250	0.457	0.663	0.869
SVM	0.491	0.100	0.044	0.185	0.325	0.465	0.606
TMS	0.715	0.139	0.427	0.564	0.701	0.837	0.974
INV	0.715	0.199	1.000	0.994	0.987	0.981	0.975
$S^*$	0.123	$S^-$	0.730	$R^*$	0.095	$R^-$	0.199

Tablo 10. Alternatiflerin  $Q_i$  değerlerine göre sıralanması ve koşulların değerlendirilmesi

	$S_i$	$R_i$	(q=0)	(q=0.25)	(q=0.5)	(q=0.75)	(q=1)
AAO	10	9	9	10	10	10	10
ALB	1	1	1	1	1	1	1
SCX	2	2	2	2	2	2	2
LTD	12	10	9	12	12	12	12
ALB D	7	3	2	6	6	6	7
IND	6	11	9	9	9	8	6
ACC	3	4	2	3	3	3	3
AFS	4	5	2	4	4	4	4
RF	8	6	2	7	7	7	8
SVM	5	7	2	5	5	5	5
TMS	9	8	8	8	8	9	9
INV	11	12	9	11	11	11	11
$Q(A^2)$			0.044	0.080	0.116	0.152	0.188

$Q(A^1)$			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$Q(A^2)-Q(A^1)$			0.044	0.080	0.116	0.152	0.188
DQ			0.091	0.091	0.091	0.091	0.091

VIKOR sonuçları için; maksimum faydayı bulmak için q değeri için duyarlılık analizi 0 - 0.25 - 0.50 - 0.75 - 1.00 ihtimallerine göre yapılmış ve alternatifler arasında minimum pişmanlığı sağlayacak değerler Tablo 10'da gösterilmiştir. Lixin, Ying ve Zhiguang (2008) q değeri olarak genelde 0.5'e bakıldığını belirtmektedirler. Kabul edilebilir avantaj (Koşul 1)  $q=0$  ve  $q=0.25$  de sağlanmamakta olup, Koşul 1,  $q=0.50$ , 0.75 ve 1.00 değerleri için sağlanmaktadır. İlk sırada yer alan ALB alternatifi hem  $S_i$  ve  $R_i$  değerlerinin sıralamasında da birinci sırada yer almaktadır ve Kabul edilebilir istikrar koşulu olan Koşul 2'yi sağlamaktadır. Tüm alternatifleri sıralamak için  $S_i$ ,  $R_i$  ve  $Q_i$  değerlerinin sıralamasına bakıldığında  $q=1.00$  değeri ile  $S_i$  değerlerinin sıralaması aynı olması nedeniyle  $q=1.00$  değerine göre tedarikçilerin alternatif sıralaması Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Alternatiflerin VIKOR sonucunda sıralaması

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ALB	SCX	ACC	AFS	SVM	IND	ALB D	RF	TMS	AAO	INV	LTD

Bulanık AHP ve VIKOR yöntemleri uygulanması sonucunda sırasıyla ALB, SCX, ACC tedarikçilerinin ilk üç sırada yer aldığı ve diğer alternatiflerinde puanlamalarıyla birlikte sıralamaları tespit edilmiştir. En son sırada ise LTD tedarikçisi yer almaktadır. Tedarikçi seçiminde en başta amaçlanan hedeflere ulaşılmış, çok kriterli karar verme problemlerinde en çok başvurulan Bulanık Mantık, AHP ve VIKOR yöntemlerinin tümünün etkin kullanımı ile şirket yöneticilerine ve karar vericilere, duygusal ve mantıksal kriterlerin sayısal olarak değerlendirilebilmesinde net olarak işaret edilen tedarikçilerin seçimi ile kolaylık sağlanmıştır.

## 5. Sonuç

Tedarik Zinciri Kavramı, rekabete dayalı kısa süreli ticaretin hakim olduğu anlayıştan öteye geçmiş ve uzun süreli ilişkilerin de ilerisine giderek stratejik ortaklık olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Dolayısıyla bu tür güvenilir ilişkilerin kurulacağı tedarikçileri seçmek yöneticiler için kritik bir karar sürecidir.

Bu çalışmada tedarikçinin değerlendirilebilmesi için Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesine ve VIKOR metoduna dayanan bir çözüm süreci sunulmuştur. Buna göre AHP aşamasında "Yönetim", "Servis", "Ürün", "Dökümantasyon" başlıkları altında 4 ana kriter ve bu ana kriterlere bağlı 19 alt kriter belirlenmiştir. Bu kriterler üzerinden gerekli işlemler yapılmış ve alternatif tedarikçilerden ön plana çıkanlar belirlenmiştir. Bulanık AHP analizi sonucu elde edilen global ağırlıklar VIKOR yönteminde de kullanılarak gerekli işlemler yapılmış ve kabul edilebilir avantaj ve istikrar koşullarını sağlayan verilere ulaşılmıştır. Birbirini destekleyen bu süreçler sonucunda 12 alternatif tedarikçiden ALB, SCX ve ACC firmalarının ilk üç sırada yer aldığı net şekilde bir şekilde ortaya çıkmıştır. Çalışmanın her basamağı İş Geliştirme Departmanı ile koordineli bir şekilde yürütülmüş ve çalışma sonucunda departman müdürleri ve genel müdüre sunum yapılmıştır. Şirket yetkililerinin değerlendirmeleri ve bu çalışmanın sonuçları karşılaştırılmış ve çalışma sonucunun aynen şirkette kullanılması öngörülmüştür.

Bu çalışmanın sonucunda firma ile yapılan görüşmede tüm üreticileri ile çalışmalar gerektiğini ve sonuçlara göre geleceğe yönelik hangi üreticilerle çalışabileceklerini, kendisini geliştirmesi ve eksiklerini gidermesi gereken üreticilerinin de ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Sonuçlar performansla yönelik kriterler dikkate alındığından performansı iyi olan üreticileri göstermekte olup çalışmaya finansal boyutun eklenmesi durumunda sıralamanın değişebileceğini belirtmişlerdir. Bunun nedeni ise performansları kötü olmasına rağmen ciroları çok daha yüksek olan üreticilerin son sıralarda çıkmasıdır. Bu üreticilerin müşteri tarafından yıllardır bilinmesi ve ürün çeşitliliğinin çok fazla olması olarak açıklanmıştır. Bu durumun yıllar geçtikçe değişeceği ve ilk sıralarda çıkan üreticilerin daha yüksek cirolara ulaşacakları ifade edilmiştir.

Bilindiği üzere günümüzde tedarikçi seçimi konusu bilgilerin belirsiz ve karmaşık olmasına dayalı olarak oldukça zor bir konu olarak anılmaktadır. Karar verme sürecinde AHP kullanılarak bu belirsizlik ve karmaşıklıklar en az seviyeye indirilmeye çalışılmıştır. Analitik Hiyerarşi Prosesi çözümü karmaşık olan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olup çözümü oldukça kolaylaştırmakta ve karar vericilerin doğru kararlar vermelerine olanak sağlamaktadır. Bulanık AHP uygulayarak da verilere dilsel değişkenler eklenmesi ile karşılaştırmalarda yapılacak hataların minimize edilmesi sağlanmıştır. Bu bulgularla çalışma, verilerin alındığı dünyanın en büyük bağlantı elemanları üreticisi olan firmaya, seçim konusunda kuvvetli verilerle yol gösterip, ilgili birim yöneticisinin karar verme sürecinde önemli bir kaynak olarak kullanmasını sağlamayı hedeflemektedir. VIKOR yöntemi ile de fikir ayrılıklarının çözüme ulaşması ve karar vericiye kolaylık sağlamak için ideal çözüme en yakın tedarikçiler belirlenmiştir. Bulanık AHP ve VIKOR çok kriterli karar verme

tekniklerinin bütünleşik olarak kullanımı ile firma yetkililerine belirledikleri kriterler altında alternatiflerin kantitatif değerlendirilebilmesinde kolaylık sağlayacaktır. Bu çalışma kapsamında firmanın 150 üreticisinden Türkiye ve Ortadoğu bölgesinde en fazla hareket gören 12 üreticisi ele alınmıştır. Üretici sayısı artırılarak ve şirketin diğer pazarlama ofislerinin de değerlendirmeleri alınarak çalışma genişletilebilir. Bu genişletme çalışması hesaplamaların karmaşıklığını arttırabilir. Ayrıca tedarikçilerin seçimi ve sıralamasında performans dayalı değerlendirme yapılmış ve ciro ile ilgili kriterlerinde eklenmesi gerektiğine karar verilmiştir.

Gelecek çalışmalarda bulanık sayıların bulanık olmayan sayılara dönüştürülmesi için simülasyon yöntemi uygulanarak karşılaştırma değerleri türetilir. ANP, TOPSIS, ELECTRE gibi çok kriterli karar verme yöntemleri gibi diğer metodlar ile de tedarikçi seçimi yapılarak bu çalışmada elde edilen değerler ile karşılaştırılması yapılabilir.

## KAYNAKÇA

- Ar, İ. M., Gökşen, H., Tuncer, M. A. (2015). Kablo Sektöründe Tedarikçi Seçimi için Bütünleşik DEMATEL-AAS- VIKOR Yönteminin Kullanılması. *Ege Akademik Bakış*, 15(2), 285-300.
- Behzadian, M., Khanmohammadi Otaghsara, S., Yazdani, M., ve Ignatius, J. (2012). A State-of The-Art Survey of Topsis Applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051-13069.
- Buckley, J. J. (1985). Fuzzy Hierarchical Analysis, *Fuzzy Sets and Systems*, 17, 233-247.
- Chang D.Y., (1996). Applications of The Extent Analysis Method of Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95, 649-655.
- Charles A. Weber, John R. Current, ve W. C. Benton (1991). Vendor Selection Criteria and Methods. *European Journal of Operational Research*, 50 (1), 2-18.
- Dağdeviren. M., D. Akay ve M. Kurt 2004. İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 19 (2): 131-138.
- Dickson, G. (1966). An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions. *Journal of Purchasing*, 2(1), 5-17.
- Ecer. F. (2008). Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Bir Uygulama. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 355-369.
- Fishburn, P. C. (1967). Methods of Additive Utilities. *Management Science* , 13, 435-453.
- Hwang, C.L., ve Yoon, K., (1981). Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications. Springer, Berlin Heidelberg.
- Kahraman, C., Cebeci U. ve Ulukan, Z. (2003). Multi-Criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP. *Logistics Information Management*, 16 (6), 382–394.
- Kahraman C., Cebeci, U., ve Ruan, D. (2004). Multi-attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey. *International Journal of Production Economics*, 87, 171–184.
- Kara ve Ecer (2016). AHP-VIKOR Entegre Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi: Tekstil Sektörü Uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18 (2), 255-272.
- Kubler, S., Robert, J., Derigent, W., Voisin, A., ve Traon, Y.L. (2016). A State-of The-Art Survey & Testbed of Fuzzy AHP (FAHP) Applications. *Expert Systems With Applications*, 65, 398-422.
- Kuruüzüm. A. ve N. Atsan (2001). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 1(1): 83-105.
- Laarhoven P. J. M. Van ve Pedrycz, W., (1983). A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11, 229-241.
- Lixin, D. Ying, L., ve Zhiguang, Z. (2008). Selection of Logistic Service Provider Based on Analytic Network Process and VIKOR Algorithm. *Network, Sensing and Control, ICNSC 2008. IEEE International Conference Proceedings*, 2008, 1207-1210.
- Mardani, A., Jusoh, A., ve Zavadskas, E. K., (2015). Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Techniques and Applications- Two Decades Review From 1994 To 2014. *Expert Systems With Applications*, 42(8), 4126-4148.
- Omkarprasad. S. V. ve S. Kumar. (2006). Analytic Hierarchy Process: An Overview of Applications. *European Journal of Operational Research* 169, 1-29.
- Opricovic, S. (1998). Multi-Criteria Optimization Of Civil Engineering Systems. Belgrade: Faculty of Civil Engineering.
- Opricovic, S., ve Tzeng, G-H. (2007). Extended VIKOR Method in Comparison with Outranking Methods. *European Journal of Operational Research*, 178, 514-529.
- Öz, E., Baykoç, Ö.F. (2004). Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(3), 275-286.
- Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1996). The ANP for Decision Making with Dependence and Feedback, USA: RWS Publications.
- Vaidya, O. S., Kumar, S. (2006). Analytic Hierarchy Process: An Overview of Applications. *European Journal of Operational Research*, 169, 1–29.
- Yıldırım, B. F., Yeşilyurt, C. (2014). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yaklaşımı ile Proje Değerlendirme Kriterlerinin Önceliklendirilmesi: Kalkınma Ajansı Örneği, *Atatürk İletişim Dergisi*, 6, 23-50.
- Yıldız, A. (2014). Bulanık VIKOR Yönetimini Kullanarak Proje Seçim Sürecinin İncelenmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14 (1), 115-128.
- Weber, C. A., Current, J. R., ve Benton, W. C. (1991). Vender Selection Criteria and Methods. *European Journal of Operational Research*, 50, 2-18.
- William, H., Xiaowei, X., ve Prasanta, K. D. (2010). Multi-Criteria Decision Making Approaches for Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review. *European Journal of Operational Research* 202.pp 16–24.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control* 8 , 338-383.