

Gönderilme Tarihi (Received): 28/07/2020, Kabul Tarihi (Accepted): 19/09/2020,
Araştırma Makalesi (Research Article)

ALTERNATİF TEDARİKÇİLERİN BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI: HAZIR BETON SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Erdoğan KOÇ¹

Özet

Tedarikçi seçim problemi çok kriterli karar verme problemleri arasında kabul edilmektedir. Birden fazla tercih alternatifinin bulunduğu problemler birbirleriyle çelişen karar kriterlerine sahiptir. Tedarikçi seçimi üreticilerin alternatifler arasında en uygun tedarikçiyi seçmelerini gerektiren önemli bir süreçtir; çünkü uygun tedarikçi ürünün maliyeti, müşterinin teslimat süresi, kalitesi gibi unsurlara doğrudan etki etmektedir. Bu çalışmada hazır beton sektöründe faaliyet gösteren dört üretici ile görüşülerek kriterler ve alternatifler değerlendirilmiştir. Karar alıcıların dilsel belirsizliklerini en aza indirgeyecek bulanık sayılar çok kriterli karar verme yöntemlerinden topsis ile birleştirilerek bulanık topsis yöntemi ile probleme çözüm aranmıştır. Tedarikçi seçim problemi sonucunda dört alternatif sıralanarak en uygun alternatif belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tedarikçi Seçimi, Bulanık Sayılar, TOPSIS, Bulanık TOPSIS

COMPARISON OF ALTERNATIVE SUPPLIERS WITH FUZZY TOPSIS METHOD: AN APPLICATION IN READY-MIXED CONCRETE INDUSTRY

Abstract

Supplier selection problem is accepted among multi criteria decision making problems. Problems with multiple choice alternatives have conflicting decision criteria. Supplier selection is an important process that requires manufacturers to choose the most suitable supplier among the alternatives; because the appropriate supplier directly affects the cost of the product, the delivery time and quality of the customer. In this study, the criteria and alternatives were evaluated by discussing with the four producers operating in the ready mixed concrete sector. Fuzzy numbers that will minimize the linguistic uncertainties of decision-makers are combined with topsis, which is one of the multi-criteria decision-making methods, and a solution is sought with the fuzzy topsis method.

¹Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi İşletme Bölümü, ekoc@bingol.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8209-5714.

As a result of the supplier selection problem, four alternatives are listed and the most suitable alternative is specified.

Keywords: Supplier Selection, Fuzzy Numbers, TOPSIS, Fuzzy TOPSIS

Giriş

Küreselleşme ile birlikte işletmeler arasında yaşanan rekabet, tedarik zincirleri boyutunda değerlendirmeye başlanmıştır. Yaşanan bu dönüşüm, işletmelerin kendi bünyesinde gerçekleştirdikleri operasyonlara ilaveten tedarikçilerinin ve dağıtımçıların da operasyonlarına önem vermeleri gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. İşletmelerin günümüz yoğun rekabet ortamında hayatta kalabilmeleri maddi varlıkları ile birlikte maddi olmayan varlıklarını etkili kullanabilme becerilerine bağlıdır (Barney, 1991). Stratejik, uzun vadeli ilişkiler için yetenekli tedarikçilerin seçilmesi işletmelere rekabet avantajı sağlamaktadır (Chen ve Wu, 2013). Mevcut ürünün maliyetinin azaltılması, pazara sürüm süresinin kısaltılması ve yeni ürün geliştirme gibi projelerde de işletmeler tedarikçileriyle birlikte çalışmakta ve bu durumun olumlu etkilerini görmektedirler. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin artan imkanları ile birlikte işletmelerin tedarikçileriyle ilişkileri gün geçtikçe gelişmektedir. Ancak ifade edilen avantaj işletme açısından en uygun tedarikçi ile çalışılması durumunda gerçekleşmektedir. İşletme yöneticileri en uygun tedarikçinin seçiminde zaman zaman nitel çoğunlukla ise nicel yöntemler kullanmaktadır. Tedarikçilerin objektif seçim kriterlerinin kullanıldığı nicel yöntemler ile seçilmesi son dönemde oldukça popülerdir.

Tedarikçi seçim problemi, işletmelerin buldukları sektöre ait karar kriterleri kullanılarak en uygun tedarikçinin seçimini ifade etmektedir. Tedarikçi seçiminde ifade edildiği üzere farklı sektörlerde farklı karar kriterleri kullanılmakta ve bu da ilgili sektörün önceliklerinin

belirlenmesini sağlamaktadır. Tedarikçi seçim problemine bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden Topsis'in (The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) dilsel belirsizliği en aza indirmek için kullanılan daha yeni bir formu olan Bulanık Topsis ile çözüm aranmaktadır. Daha önce Bulanık Topsis ile tedarikçi seçim problemine çözüm arayan farklı çalışmaların yapıldığı literatürde görülmekte olup bu çalışma ile ilk defa hazır beton sektöründe tedarikçi seçim problemine Bulanık Topsis yöntemi uygulanmaktadır. Yöntem dilsel belirsizliğin ortadan kaldırılmasına olanak sağlamanın yanı sıra birbiriyle çelişen karar kriterlerini de dikkate alması nedeniyle çok kriterli karar verme yöntemleri arasında ön plana çıkmaktadır.

Çalışma giriş ve sonuç kısmının da değerlendirilmesiyle altı bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümü tedarikçi seçim problemi üzerine olan literatürden oluşmaktadır. Üçüncü bölümde tedarikçi seçim problemi anlatılmaktadır. Dördüncü bölümde çalışmanın yöntemi olan Bulanık Topsis yöntemi açıklanmaktadır. Çalışmanın beşinci bölümünde hazır beton sektöründe yapılan uygulama paylaşılmaktadır. Çalışmanın genel olarak değerlendirildiği ve gelecek çalışmalara öneriler sunulduğu sonuç bölümüyle bu çalışma tamamlanmaktadır.

1. Literatür

Tedarikçi seçim problemi üzerine yapılan çalışmalar, tek ya da bütünleşik (birleşik) yöntemler kullanılmaktadır. Tablo1.'de kullanılan yöntemler dikkate alınarak literatürde yapılan çalışmalardan bazıları görülmektedir. Bu çalışma kapsamında her iki yöntemden de çalışmalar incelenmektedir. İncelenen çalışmalar kapsamında yöntemin yanı sıra kullanılan tedarikçi seçim kriterleri de dikkatle değerlendirilmektedir.

Ecer ve Küçük (2008) tedarikçi seçim problemine analitik hiyerarşi yöntemi ile çözüm aramıştır. Tedarik seçim probleminde ana kriterler

olarak maliyet, kalite, teslimat ve profil kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre kriterlerin önem sırası kalite, teslimat, maliyet ve profil şeklinde gerçekleşmiştir. Golmohammadi vd. (2009) otomotiv endüstrisindeki bir araba üreticisi üzerine yaptığı çalışmada tedarikçi seçim problemine genetik algoritma yaklaşımıyla cevap aramıştır. Çalışmada tedarikçi seçim kriterleri olarak teslimat, kalite, fiyat, taşımacılık ücretleri, teknoloji ve üretim sistemleri kullanılmıştır. Modelin tedarikçiler hakkında geçmiş performans verilerini kullandığını ve yöneticilerin sıralamaları ile yakın sonuçlar elde edildiği ifade edilmiştir. Su ve Chen (2018) ise çalışmalarında tedarikçi seçiminde önemli bir sorun olarak yeterli bilgi eksikliğini ifade etmekte ve işletmelerin bu durumun üstesinden gelebilmek için farklı istatistiksel yöntemler kullandığını belirtmektedir. Bu doğrultuda Hong Kong merkezli iki ayakkabı firmasını değerlendirmek için Twitter etkin tedarikçi durum değerlendirmesi adlı metin madenciliği uygulamasını önermektedir. Bu sayede sosyal medya gibi muazzam bir bilgi havuzundan yararlanabilmenin önü açılmış olacaktır. Liu, Ding, ve Lall (2000) ise tarım ve inşaat malzemeleri üreten bir işletmenin 8000'den fazla çeşit parça aldığı 400 tedarikçisinin sayısını azaltmak istediği problemin çözümüne veri zarflama analizi ile çözüm aramıştır. Çalışmada tedarikçi seçiminde tedarikçilerin ürettiği ürün sayısı, kalite, uzaklık, taşıma ve fiyat olmak üzere beş kriter kullanmışlardır. Gencer ve Gürpınar (2007) ise önerdikleri tedarikçi seçim modelini bir elektronik şirketi üzerinde uygulamışlardır. Bu şirket elektronik ürünlerin tasarım, imalat, satın alma ve satış sonrası hizmetlerini gerçekleştirmektedir. Çalışmada satın alma, üretim, kalite ve mühendislik departmanlarından çalışanların olduğu 16 kişilik takımın tedarikçi seçiminde 3 ana kriter altında toplam 45 alt kriter ile tedarikçi seçim problemine analitik ağ süreci yöntemiyle çözüm aramıştır.

Tablo 1. Tedarikçi seçim problemi üzerine yapılan çalışmalar ve yöntemleri

Yaklaşım	Yöntem	Yazar
Tek Yöntem	Analitik Hiyerarşi Süreci	Ecer ve Küçük, 2008
	Genetik Algoritma	Golmohammadi, Creese, Valian, ve Kolassa, 2009
	Metin Madenciliği	Su ve Chen, 2018
	Veri Zarflama Analizi	Liu, Ding, ve Lall, 2000; Jauhar ve Pant, 2017
	Analitik Ağ Süreci	Gencer ve Gürpınar, 2007
Bütünleşik Yöntem	Bulanık Dematel	Koc, 2019; Chang, Chang, ve Wu, 2011
	Bulanık Analitik Ağ Süreci	Dargi, Anjomshoe, Galankashi, Memari, ve Tap, 2014
	Bulanık Topsis	Memari, Dargi, Akbari Jokar, Ahmad, ve Abdul Rahim, 2019; Gupta ve Barua, 2017
	Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci	Kahraman, Cebeci, ve Ulukan, 2003; Galankashi, Helmi, ve Hashemzahi, 2016

Koç (2019) uluslararası faaliyet gösteren tekstil işletmesinin tedarikçi seçim problemine bulanık dematel yöntemiyle çözüm aramıştır. Çalışmada tedarikçilerin değerlendirilmesinde teknik yetenek, maliyet, kalite, teslimat performansı, ün ve tedarikçi ilişkisi olmak üzere altı kriter kullanılmıştır. Dargi, Anjomshoe, Galankashi, Memari, ve Tap (2014) İran otomotiv endüstrisi üzerine yaptıkları çalışmada 66 tedarikçi değerlendirme kriterini nominal grup tekniğini kullanarak kalite, fiyat, üretim kapasitesi, teknik yetenek, teslimat, ün ve coğrafi lokasyon olmak üzere yedi kritere düşürmüşlerdir. Yapılan çalışmada tedarikçi seçim problemine analitik ağ süreciyle çözüm aranmıştır. Gupta ve Barua (2017) küçük ve orta ölçekli işletmeler arasında yeşil inovasyon yetenekleri temelinde tedarikçi seçim probleminde yedi kriter kullanmıştır. En kötü yöntem ve bulanık topsis yaklaşımının karşılaştırıldığı çalışmada kaynak mevcudiyeti ve yeşil yetkinlikler, mevzuat yükümlülükleri ve baskılar anahtar kriterler olarak çalışmada öne çıkmıştır. Kahraman, Cebeci, ve Ulukan (2003) çalışmalarında Türkiye’de faaliyet gösteren Avrupa’nın önde gelen beyaz eşya

üreticilerinden birinin yeni üreteceği aspiratör modeli için tedarikçi seçim problemi üzerine odaklanmıştır. Finansal güç, yönetim yaklaşımı ve kabiliyeti, teknik yetenek, destek kaynakları ve kalite sistemleri olmak üzere beş kriterin kullanıldığı çalışmada tedarikçi seçim problemine bulanık analitik hiyerarşi süreci yaklaşımıyla çözüm aranmıştır.

2. Tedarikçi Seçimi

Tedarikçi seçim problemi ilk olarak 1950'den önce ABD Ulusal Standartlar Bürosu tarafından sunulmuştur. Ana amacı ABD Savunma Bakanlığı'ndan sözleşme satın almak için en düşük maliyetlerin elde edilmesiydi. Ancak çoğu araştırmacı, tedarikçi seçim probleminin başlangıç noktasının 1960'ların ortasında olduğuna inanmaktadır (Jazemi, Ghodsypour, ve Gheidar-Kheljani, 2011).

Tedarikçi seçimi ürünlerin kalitesi, işletmelerin ve tedarik zincirlerinin performansı üzerinde büyük bir etkiye sahip olması nedeniyle satın almanın en önemli faaliyetlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Lima Junior, Osiro, ve Carpinetti, 2014). Çünkü çoğu işletme için satılan ürünlerin maliyetinin %60'ını satın alınan ürün ve hizmetlerin maliyeti oluşturmaktadır. Ayrıca tüm kalite kusurlarının %50'sinden fazlası geriye doğru izlenerek tedarik aşamasında çözümlenebilir (Gencer ve Gürpınar, 2007). Satın alma kararlarının artan önemi ile birlikte satın alma kararları daha önemli hale gelmektedir. İşletmeler tedarikçilere daha bağımlı hale geldikçe, zayıf karar vermenin doğrudan ya da dolaylı sonuçları daha da ağırlaşmaktadır (Rajesh ve Malliga, 2013). Tedarikçi seçim probleminin çözümüyle işletmeler ürünlerin kalite özelliklerini geliştirirken piyasaya sürme maliyetini ve süresini de azaltabilmektedir (Aksoy ve Öztürk, 2011). Yanlış tedarikçilerin seçilmesi ise kusurlu ürün sayısını, istikrarsız teslimatları veya yeniden üretim maliyetini artırabilir. Bunların gerçekleştiği bir senaryo ise işletmenin toplam maliyetini

artırabilir ve itibarını zedeleyebilir (Chen ve Wu, 2013). Uygulamanın yapıldığı sektörde olduğu gibi çoğu endüstride hammadde tedarikçileri önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle işletmelerin uygun tedarikçileri seçmeleri ve onlarla iyi bir işbirliği geliştirmeleri gerekmektedir.

2. 1. Tedarikçi Seçim Kriterleri

Tedarikçi seçiminde çeşitli kriterler kullanılmakta olup bu kriterlerin bir kısmı kalite ve maliyet gibi birbirleriyle çatışmaktadır. Bu nedenle tedarikçi seçim problemi çok kriterli karar verme problemi olarak değerlendirilmektedir (Wan, Xu, ve Dong, 2017). Satın alma yöneticisi ya da bazı durumlarda işletme yöneticisi tedarikçi seçiminde tedarikçilerin önceki veya mevcut sözleşmelerde nasıl performans gösterdiğini belirlemek için kalite, fiyat, hız vb. kriterler kullanmaktadır. Farklı bir ifadeyle tanımlanmış kriterlere dayanan performans geçmişi karar verme sürecini kolaylaştıran önemli bir girdidir (Golmohammadi et al., 2009). Çalışmada daha önceki çalışmalarda sıklıkla kullanılan teknik yetenek, maliyet, kalite, teslimat performansı, ün ve tedarikçi ilişkisi olmak üzere altı tedarikçi seçim kriterinin kullanılmasına karar verilmiştir.

2. 1. 1. Teknik yetenek

Sürdürülebilir bir şekilde yüksek kalitede ürün ya da hizmet sunmak, başarılı yeni ürün geliştirme projeleri gerçekleştirmek ve gelecekteki iyileştirmeleri sağlayabilmek için tedarikçinin teknik yeteneği işletmeye fayda sağlamaktadır (Kahraman et al., 2003). Tedarikçi işletmenin üretim tekniklerinde küresel trendleri takip ederek ve yeni üretim tekniklerini kullanarak yenilikçi uygulamalar geliştirme kabiliyeti üreticinin yoğun rekabet ortamında öne geçmesine katkı sağlamaktadır.

2. 1. 2. Kalite

Tedarikçi seçim problemleri üzerine (Ho, Xu, ve Dey, 2010)'in yaptığı derleme çalışmasında en popüler tedarikçi seçim kriterinin kalite olduğu görülmektedir. Çalışmada tedarikçinin kalite performansı Golmohammadi et al., (2009)'nin önerdiği üzere iki bileşen üzerinden değerlendirilmiştir. İlk bileşen olarak tedarikçinin kalite geçmişi araştırılmaktadır. Bu aşamada arızalı parça sayısının her sözleşme için toplam teslim edilen parça sayısına oranı elde edilmektedir. Ulaşılan oran değerlendirilmekte ve tedarikçinin kalite geçmişi kıyaslanmaktadır. İkinci bileşen olarak ise tedarikçinin sahip olduğu kalite belgelendirme sistemleri ve yapılan iyileştirme operasyon sayıları değerlendirilmeye alınmaktadır.

2. 1. 3. Fiyat/Maliyet

Teslim alınan ürünün fiyatı ya da işletmeye maliyeti olarak farklı şekillerde ifade edilen kriter çalışma içerisinde işletme bakış açısıyla değerlendirilerek maliyet olarak kullanılmaktadır. Maliyet kriteri içerisinde malzeme fiyatının piyasa fiyatına göre uygunluğu, maliyet azaltma yeteneği, fiyat dalgalanmasına sahip olup olmadığı, lojistik maliyeti ve sipariş maliyeti gibi maliyetler değerlendirilmektedir (Ho et al., 2010). Rekabet avantajı yaratması adına da maliyet unsuru nihai ürünün fiyatının belirlenmesinde önemli etkiye sahiptir.

2. 1. 4. Teslimat Performansı

Teslimat, tedarik edilen ürünlerin teslimatında teslim süresinde ve güvenliğinde güvenilirlik olarak kabul edilmektedir (Girubha, Vinodh, ve Kek, 2016). Teslimattaki miktar ve gecikme toplam üretim maliyeti üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu için tedarikçi performansının değerlendirilmesinde önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir.

Teslimatta tedarikçinin göstereceği olası düşük performans stok ve depo maliyetlerini artırabilir ve alıcıların planlamasında düzensizliğe neden olabilir (Golmohammadi et al., 2009). Ayrıca tedarikçinin teslimat performansının ürün cevap verebilirliği üzerinde de etkisi bulunmaktadır. Yaşanan olası gecikmeler nihai müşteriye ürünün teslim süresini uzatmaktadır.

2. 1. 5. Ün

Tedarikçi seçim kriterleri arasında en popüler kriterlerden biri de ün kriteridir (Ho et al., 2010). Ün, ilişkiel bakış açısıyla, ‘bir şirketin geçmiş eylemlerinin ve gelecekteki beklentilerinin, şirketin diğer önde gelen rakipleriyle karşılaştırıldığında tüm kilit paydaşlarına genel çekiciliğini tanımlayan bir algısı’ olarak tanımlanmaktadır (Fombrun, 2018). Diğer bir ifadeyle ün, müşterilerin öncelikle tedarikçileri nasıl gördüklerine iç bakış açısı, imaj ve marka açısından, ikinci olarak diğer paydaşların bakış açısına göre şekillenmektedir (Spears, Brown, ve Dacin, 2006).

2. 1. 6. Tedarikçi İlişkisi

Tedarikçilerle kurulan uzun dönemli ve sağlıklı ilişkiler üreticinin tedarikçilerden farklı tedarikçilere göre daha uygun maliyetle ve ödeme imkanlarıyla hammadde ve yarı mamul almasına, üretim önceliği elde ederek teslimat süresinin kısaltılmasına, informel bir şekilde bilgi almasına imkan tanımaktadır. Ayrıca tedarikçi değerlendirme prosedürünün sürekli bir şekilde yeniden kullanılmasının da önüne geçmektedir. Tedarikçilerle kurulan ilişkinin bir adım ötesinde kurulacak tedarikçi entegrasyonunun yeni ürün geliştirme (Koç, Ulaş, ve Çalipinar, 2018) ve firma performansına katkısı (Zhang, Lettice, Chan, ve Nguyen, 2018) görülmektedir.

3. Yöntem

İlk olarak Zadeh (1965) tarafından önerilen bulanık küme teorisi birçok farklı yöntemle birlikte kullanılmıştır. Tedarikçi seçim süreciyle ilgili olarak bu tür yöntemleri bir arada kullanmanın avantajı karar vericileri kesin olmayan ve öznel verilerden kaynaklı belirsizlikten uzak tutmaktır (Chai, Liu, ve Ngai, 2013). Dilsel belirsizliğin ortadan kaldırılmasına olanak tanıyan bulanık sayılar çalışmada Topsis yöntemi ile bütünleşik olarak kullanılmaktadır. Topsis yöntemi, tedarikçilerin performansını diğer aday tedarikçilerle karşılaştırmakta ve tedarikçilerden en iyisini seçmeyi amaçlamaktadır. (Sureeyatanapas, Sriwattananusart, Niyamosoth, Sessomboon, ve Arunyanart, 2018).

M tane karar vericinin oluşturduğu kümede, \tilde{x}_{ij} 'nin karar vericinin değerlendirdiği alternatif kriter değerini, \tilde{w}_j 'nin ise kriter ağırlığını ifade ettiği kümede kriter değerleri ve kriter ağırlıkları şu şekilde hesaplanmaktadır (Chen, 2001).

$$\tilde{x}_{ij} = (\tilde{a}_j + \tilde{b}_j + \tilde{c}_j), \quad \tilde{a}_{ij} = \min_k \{a_{ijk}\}, b_{ij} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M b_{ijk}, c_{ij} = \max_k \{c_{ijk}\} \quad (3.1.)$$

$$\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}), \quad w_{j1} = \min_k \{w_{jk1}\}, w_{j2} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M w_{jk2}, w_{j3} = \max_k \{w_{jk3}\} \quad (3.2)$$

$A_i (i = 1, \dots, h)$ 'in alternatifleri ve $K_i (i = 1, \dots, l)$ kriterleri ifade ettiği bulanık karar matrisi aşağıda gösterilmektedir.

$$A_i \begin{bmatrix} K_1 & \dots & K_l \\ \tilde{x}_1 & \dots & \tilde{x}_l \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{h1} & \dots & \tilde{x}_{hl} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_l] \quad (3.3)$$

$\tilde{x}_{ij}(\nabla i, j)$ ve $\tilde{\omega}_j$ $j = (1, 2, \dots, n)$ kullanılan dilsel ifadeleri belirtmektedir. Kullanılan dilsel ifadeler $\tilde{x}_{ij} = (a_j, b_j, c_j)$ ve $\tilde{\omega}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ şeklindeki üçgen sayılarla ifade edilmektedir. Bulanık karar matrisi \tilde{D} ve ağırlıklı bulanık karar matrisi \tilde{W} ile belirtilmektedir. Bir sonraki adımda ise normalize edilmiş karar matrisi elde edilmesi gerekmektedir.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (3.4)$$

b ve c, fayda ve maliyet kriterlerini ifade etmekte ve şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j}{c_j^*}, \frac{b_j}{c_j^*}, \frac{c_j}{c_j^*} \right), \quad c_j^* = \max_i c_j, j \in B \quad (3.5)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_j}, \frac{a_j^-}{b_j}, \frac{a_j^-}{a_j} \right), \quad a_j^- = \min_i a_j, j \in B \quad (3.6)$$

$\tilde{r}_{ij}(\nabla i, j)$ nin normalize edilmiş üçgen bulanık sayıları belirtmektedir. Bir sonraki adımda ise her kriterin ağırlığını dikkate alan ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi oluşturulurken 4.8 eşitliğindeki elemanlar kullanılarak 4.7 eşitliği elde edilmeye çalışılmaktadır.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad (3.7)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot) \tilde{\omega}_j \quad (3.8)$$

Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi elde edildikten sonra bulanık pozitif ideal çözüm $(FPIS, A^*)$ ve bulanık negatif ideal çözüm $(FNIS, A^-)$ hesaplanmaktadır.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad (3.9)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad (3.10)$$

İki bulanık sayı arasındaki uzaklık $d_v(\dots)$ ile ifade edilmektedir. Eşitlik 4.11 ile bulanık pozitif ideal çözüm ve Eşitlik 4.12 ile bulanık negatif ideal çözüm belirlendikten sonra, alternatiflerin sıralamasını

tespit edebilmek için 4.13 eşitliği kullanılarak her alternatif için yakınlık katsayıları hesaplanmaktadır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_j, \tilde{v}_j^*) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.11)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_j, \tilde{v}_j^-) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.12)$$

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \quad (3.13)$$

Yakınlık katsayısı bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklığı eşanlı olarak değerlendirmektedir. Her bir alternatif için yakınlık katsayısı 4.13 eşitliği kullanılarak bulunmaktadır. Elde edilen yakınlık katsayıları sonrası en yüksek yakınlık katsayısına sahip alternatif en iyi alternatif olarak kabul edilmektedir.

4. Uygulama

Çalışmada Doğu Anadolu Bölgesi Bingöl ilinde faaliyet gösteren hazır beton sektöründeki dört firma temsilcisi ile yüz yüze görüşülmüştür. Hazır betonun imal edilmesinde kullanılan en önemli yarı mamul çimentodur. Hazır beton firmalarının ağırlıklı satın alımlarını gerçekleştirdiği dört çimento firması alternatifleri oluşturmaktadır. Karar vericilerin alternatifleri çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük olarak değerlendirmeleri Tablo2.'de görülmektedir. Yapılan uygulama ile karar vericilerden alınan değerlendirmeler baz alınarak en uygun tedarikçi belirlenmeye çalışılmaktadır. Karar vericiler KV1,...,KV4; Alternatifler A1,...,A4; Kriterler ise K1,...,K6 olarak aşağıda görülmektedir. Karar vericilerin kriter kriter alternatifleri nitel değerlendirmeleri yöntemin uygulanmasının ilk adımdır.

Tablo 2. Karar Vericilerin Alternatifleri Değerlendirmeleri

Kriterler	Alternatifler	KV1	KV2	KV3	KV4
K1	A1	O	Y	O	O
	A2	Y	Y	Y	Y
	A3	ÇY	ÇY	Y	Y
	A4	D	D	ÇD	ÇD
K2	A1	ÇY	ÇY	Y	Y
	A2	ÇY	Y	O	O
	A3	O	O	O	O
	A4	O	O	D	D
K3	A1	Y	Y	Y	Y
	A2	O	O	O	O
	A3	D	ÇD	D	D
	A4	ÇD	ÇD	ÇD	ÇD
K4	A1	D	Y	ÇY	ÇY
	A2	Y	Y	ÇY	Y
	A3	D	Y	ÇY	Y
	A4	ÇY	ÇY	Y	ÇY
K5	A1	Y	Y	ÇY	ÇY
	A2	D	D	ÇY	D
	A3	D	ÇY	ÇY	Y
	A4	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY
K6	A1	D	ÇY	ÇY	ÇY
	A2	Y	ÇY	ÇY	Y
	A3	ÇD	ÇY	ÇY	Y
	A4	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY

Karar vericilerin sözel olarak çok yüksek – çok düşük aralığındaki ifadeleri Tablo3.’de üçgen bulanık sayılar şekline çevrilmiştir. Bulanık sayılara çevrilmesi ile bir sonraki adım olan kriter ağırlıkları elde edilebilmektedir.

Tablo 3. Karar Kriterlerinin Karar Vericiler Tarafından Üçgen Bulanık Sayılarla Değerlendirilmesi

	KV1	KV2	KV3	KV4
Kriter1	(0.5,0.7,0.9)	(0.7,0.9,0.9)	(0.5,0.7,0.9)	(0.5,0.7,0.9)
Kriter2	(0.7,0.9,0.9)	(0.7,0.9,0.9)	(0.7,0.9,0.9)	0.7,0.9,0.9)
Kriter3	(0.1,0.3,0.5)	(0.5,0.7,0.9)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.7,0.9)
Kriter4	(0.5,0.7,0.9)	(0.7,0.9,0.9)	(0.7,0.9,0.9)	(0.5,0.7,0.9)
Kriter5	(0.3,0.5,0.7)	(0.1,0.3,0.5)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.7,0.9)
Kriter6	(0.5,0.7,0.9)	(0.3,0.5,0.7)	(0.7,0.9,0.9)	(0.7,0.9,0.9)

Karar kriterlerinin karar vericiler tarafından bulanık sayılarla değerlendirilmesi sonrası ilgili kriter ağırlığı elde edilmek için toplam

karar kriter ağırlığı karar verici sayısına bölünerek Tablo4.'deki karar kriterlerinin önem ağırlıkları elde edilmektedir.

Tablo 4. Karar Kriterlerinin Önem Ağırlıkları

	Ağırlıklar
Kriter1	(0.55, 0.75,0.9)
Kriter2	(0.7,0.9,0.9)
Kriter3	(0.35,0.55,0.75)
Kriter4	(0.6,0.8,0.9)
Kriter5	(0.3,0.5,0.7)
Kriter6	(0.55,0.75,0.85)

4.1 eşitliği kullanılarak bulanık sayılar alternatifler ve kriterler baz alınarak tek bir değere indirgenmiş ve Tablo5'te gösterildiği üzere bulanık karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 5. Bulanık Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	(3,5,5,9)	(5,8,9)	(5,7,9)	(1,7,9)	(5,8,9)	(1,7,5,9)
A2	(5,7,9)	(3,6,5,9)	(3,5,7)	(5,7,5,9)	(1,4,5,9)	(5,8,9)
A3	(5,8,9)	(3,5,7)	(1,2,5,5)	(1,6,5,9)	(1,7,9)	(1,6,5,9)
A4	(1,2,5)	(1,4,7)	(1,1,3)	(5,8,5,9)	(7,9,9)	(7,9,9)

Bulanık karar matrisi 4.5 eşitliği kullanılarak Tablo6.'da gösterilen normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 6. Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	(0.33,0.61,1)	(0.55,0.88,1)	(0.11,0.14,0.2)	(0.11,0.77,1)	(0.55,0.88,1)	(0.11,0.83,1)
A2	(0.55,0.77,1)	(0.33,0.72,1)	(0.14,0.2,0.33)	(0.55,0.83,1)	(0.11,0.5,1)	(0.55,0.88,1)
A3	(0.55,0.88,1)	(0.33,0.55,0.77)	(0.2,0.4,1)	(0.11,0.72,1)	(0.11,0.77,1)	(0.11,0.72,1)
A4	(0.11,0.22,0.55)	(0.11,0.44,0.77)	(0.33,1,1)	(0.55,0.94,1)	(0.77,1,1)	(0.77,1,1)

Normalize edilmiş bulanık karar matrisi ile elde edilen değerler Tablo4.'teki ağırlıklar ile çarpılarak Tablo7.'deki ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi elde edilmektedir.

Tablo7. Ağırlıklandırılmış Bulanık Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	(0.18,0.45,0.9)	(0.38,0.8,0.9)	(0.03,0.07,0.15)	(0.06,0.62,0.9)	(0.16,0.44,0.7)	(0.06,0.62,0.85)
A2	(0.3,0.58,0.9)	(0.23,0.65,0.9)	(0.05,0.11,0.25)	(0.33,0.66,0.9)	(0.03,0.25,0.7)	(0.3,0.66,0.85)
A3	(0.3,0.66,0.9)	(0.23,0.5,0.7)	(0.07,0.22,0.75)	(0.06,0.57,0.9)	(0.33,0.38,0.7)	(0.06,0.54,0.85)
A4	(0.06,0.16,0.5)	(0.07,0.4,0.7)	(0.11,0.55,0.75)	(0.33,0.75,0.9)	(0.23,0.5,0.7)	(0.42,0.75,0.85)

Alternatiflerin FPIS ve FNIS'ten uzaklıkları 4.9 ve 4.10 eşitlikleri kullanılarak elde edilmiş ve Tablo8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. Alternatiflerin di* ve di- değerleri

Alternatifler	di*	di-
A1	1,077	0,836
A2	0,921	0,950
A3	0,911	1,049
A4	0,769	1,055

Nihai olarak alternatiflerin yakınlık katsayıları bulunarak Tablo9'da gösterilmektedir. Tablo9'a göre tedarikçi seçiminde alternatiflerin sıralanması uygulama özelinde A3>A2>A1>A4 şeklinde gerçekleşmektedir.

Tablo 9. Alternatiflerin Yakınlık Tablosu ve Sıralanması

Alternatifler	CC _i	Rank
A1	0,437226	3
A2	0,50776	2
A3	0,535338	1
A4	0,578476	4

Sonuç

Rekabetin işletmelerden öte tedarik zincirleri düzeyinde gerçekleştirildiği artık günümüzde su götürmez bir gerçek olarak karşımızda durmaktadır. Tedarik zincirleri boyutunda değerlendirilen rekabette öne geçmek için üreticiler tedarikçinin tedarikçisinden müşterinin müşterisine kadar tüm oyuncuları karar kriterleri kapsamında değerlendirmekte ve iş birliği gerçekleştirmektedir. Tedarikçi seçimi, dağıtım ağı kararları ve optimizasyonu gibi konular üretici açısından değerlendirildiğinde ürünün

maliyeti, kalitesi, müşteriye ulaşma zamanı gibi hayati öneme sahip konulara etki etmektedir. Tedarikçi seçimi üretici açısından bu nedenlerle üzerinde önemle durulması gereken konuların başında gelmektedir. Karar vericiler tedarikçi seçiminde optimum sonuca ulaşmak adına nitel yöntemler ve çalışma içerisinde ifade edilen nicel yöntemleri kullanmaktadır.

Tedarikçi seçim problemi çok kriterli karar verme problemleri içerisinde gösterilmektedir. Ayrıca karar vericilerin karar almada yaşamış oldukları dilsel belirsizlik uygun tedarikçinin seçiminde önemli bir kısıttır. Yaşanan dilsel belirsizliğin önüne geçebilmek adına çalışmada bulanık sayılar kullanılmış ve yöntemle entegre edilerek tedarikçi seçimi gerçekleştirilmiştir. Tedarikçi seçim problemlerinde literatür kısmında ifade edildiği gibi birden fazla ve birbiriyle çelişen kriterlerin kullanıldığı görülmektedir. Tedarikçi seçim kriterleri olarak bu çalışmada teknik yetenek, kalite, maliyet, ün, teslimat performansı ve tedarikçi ilişkisi kullanılmasına karşın farklı çalışmalarda coğrafi lokasyon, finansal pozisyon, stratejik uyum, güven, üretim tesisleri ve kapasitesi gibi kriterler de kullanılmaktadır. Tedarikçi seçim problemi her ne kadar farklı sektörlerde çalışılmış olsa da bu çalışma Türkiye’de hazır beton sektöründe ilk defa uygulanması nedeniyle literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Sektördeki karar alıcıların satın alımlarını gerçekleştirirken bu çalışmadan faydalanabilecekleri düşünülmektedir. Çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden Topsis’in bulanık mantıkla bütünleşik bir şekilde kullanılması karar alıcıların faydalandıkları nitel yöntemlere alternatif oluşturmaktadır. Sonraki çalışmalarda farklı karar kriterleri kullanılarak benzer ya da farklı sektörlerde yapılacak çalışmalar literatürün zenginleşmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- Aksoy, A., & Öztürk, N. (2011). Supplier selection and performance evaluation in just-in-time production environments. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 6351–6359. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.11.104>
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
- Chai, J., Liu, J. N. K., & Ngai, E. W. T. (2013). Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. *Expert Systems with Applications*, 40(10), 3872–3885.
- Chang, B., Chang, C. W., & Wu, C. H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1850–1858. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.07.114>
- Chen, C. T. (2001). A fuzzy approach to select the location of the distribution center. *Fuzzy Sets and Systems*, 118(1), 65–73. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(98\)00459-X](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00459-X)
- Chen, P. S., & Wu, M. T. (2013). A modified failure mode and effects analysis method for supplier selection problems in the supply chain risk environment: A case study. *Computers and Industrial Engineering*, 66(4), 634–642. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2013.09.018>
- Dargi, A., Anjomshoe, A., Galankashi, M. R., Memari, A., & Tap, M. B. M. (2014). Supplier selection: A fuzzy-ANP approach. *Procedia Computer Science*, 31(Ictqm), 691–700. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.317>
- Ecer, F., & Küçük, O. (2008). Tedarikçi seçiminde analitik hiyerarşi yöntemi ve bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 355–369.
- Fombrun, C. (2018). *Reputation Realizing Value from the Corporate Image*. Harvard Business School Press.
- Galankashi, M. R., Helmi, S. A., & Hashemzahi, P. (2016). Supplier selection in automobile industry: A mixed balanced scorecard-fuzzy AHP approach. *Alexandria Engineering Journal*, 55(1), 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.01.005>
- Gencer, C., & Gürpınar, D. (2007). Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm. *Applied Mathematical Modelling*, 31(11), 2475–2486. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2006.10.002>
- Girubha, J., Vinodh, S., & Kek, V. (2016). Application of interpretative structural modelling integrated multi criteria decision making methods for sustainable supplier selection. *Journal of Modelling in Management*, 11(2), 358–388. <https://doi.org/10.1108/JM2-02-2014-0012>
- Golmohammadi, D., Creese, R. C., Valian, H., & Kolassa, J. (2009). Supplier Selection Based on a Neural Network Model Using Genetic Algorithm. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 20(2), 1504–1519.

- Gupta, H., & Barua, M. K. (2017). Supplier selection among SMEs on the basis of their green innovation ability using BWM and fuzzy TOPSIS. *Journal of Cleaner Production*, 152, 242–258. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.125>
- Ho, W., Xu, X., & Dey, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.05.009>
- Jauhar, S. K., & Pant, M. (2017). Integrating DEA with DE and MODE for sustainable supplier selection. *Journal of Computational Science*, 21, 299–306. <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2017.02.011>
- Jazemi, R., Ghodsypour, S. H., & Gheidar-Kheljani, J. (2011). Considering supply chain benefit in supplier selection problem by using information sharing benefits. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 7(3), 517–526. <https://doi.org/10.1109/TII.2011.2158835>
- Kahraman, C., Cebeci, U., & Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics Information Management*, 16(6), 382–394. <https://doi.org/10.1108/09576050310503367>
- Koc, E. (2019). Uluslararası Tedarikçi Seçim Probleminde Bulanik Dematel Yönteminin Kullanımı. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 339–355. <https://doi.org/10.29029/busbed.533628>
- Koç, E., Ulaş, D., & Çalipinar, H. (2018). The impact of supply chain integration on new product development performance: Evidence from Turkish manufacturing industry. *International Journal of Supply Chain Management*, 7(6), 365–374.
- Lima Junior, F. R., Osiro, L., & Carpinetti, L. C. R. (2014). A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied Soft Computing Journal*, 21, 194–209. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.03.014>
- Liu, J., Ding, F. Y., & Lall, V. (2000). Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement. *Supply Chain Management*, 5(3), 143–150. <https://doi.org/10.1108/13598540010338893>
- Memari, A., Dargi, A., Akbari Jokar, M. R., Ahmad, R., & Abdul Rahim, A. R. (2019). Sustainable supplier selection: A multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS method. *Journal of Manufacturing Systems*, 50(April 2018), 9–24. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.11.002>
- Rajesh, G., & Malliga, P. (2013). Supplier selection based on AHP QFD methodology. *Procedia Engineering*, 64, 1283–1292. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.09.209>
- Spears, N., Brown, T. J., & Dacin, P. A. (2006). Assessing the corporate brand: The Unique Corporate Association Valence (UCAV) approach. *Journal of Brand Management*, 14(1–2), 5–19. <https://doi.org/10.1057/palgrave.bm.2550051>
- Su, C. J., & Chen, Y. A. (2018). Risk assessment for global supplier selection using text mining. *Computers and Electrical Engineering*, 68(September 2017), 140–155. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2018.03.042>

- Sureeyatanapas, P., Sriwattananusart, K., Niyamosoth, T., Sessomboon, W., & Arunyanart, S. (2018). Supplier selection towards uncertain and unavailable information: An extension of TOPSIS method. *Operations Research Perspectives*, 5, 69–79. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2018.01.005>
- Wan, S., Xu, G., & Dong, J. (2017). Supplier selection using ANP and ELECTRE II in interval 2-tuple linguistic environment. *Information Sciences*, 385–386, 19–38. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.12.032>
- Zadeh, A. T. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338–353.
- Zhang, M., Lettice, F., Chan, H. K., & Nguyen, H. T. (2018). Supplier integration and firm performance: the moderating effects of internal integration and trust. *Production Planning and Control*, 29(10), 802–813. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1474394>