

BULANIK WASPAS İLE YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ

*Irmak DALDIR**
*Ömür TOSUN***

Alınma:31.07.2018; düzeltme: 21.12.2018; kabul:25.12.2018

Öz: Tedarikçi seçimi firmalar için kritik öneme sahiptir. En uygun tedarikçinin seçilmesi kalitatif ve kantitatif çok sayıda faktörün bir arada değerlendirilmesini gerektirdiğinden, zor bir süreçtir. Bu sebeple çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirme yapılması problemin yapısına uygun çözüm sunmaktadır. Bu çalışmada da uygun yeşil tedarikçi seçimi yapılmıştır. Problem için öncelikle yeşil tedarikçi değerlendirme kriterleri literatür taramasına göre belirlenmiş, ardından uzman görüşüne başvurularak bulanık AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) ile kriter ağırlıkları belirlenmiş ve bulanık WASPAS (Bütünleşik Ağırlıklı Toplam ve Çarpım) yöntemi ile uygun yeşil tedarikçi seçimi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık AHS, Bulanık WASPAS, Yeşil Tedarikçi seçimi, Yeşil tedarik zinciri

Green Supplier Selection Using Fuzzy WASPAS

Abstract: Supplier selection has critical importance for companies. Selecting the most suitable supplier is a difficult process, since it requires both qualitative and quantitative factors needed to be evaluated at the same time. For this reason, evaluations with multi-criteria decision-making methods offer a suitable solution to the problem's nature. In this study, green supplier selection problem is considered. To solve the selected problem; first, the characteristics of the green suppliers were determined according to the literature research, then the expert opinions were used to determine the criteria weights with the fuzzy AHP (Analytical Hierarchy Process) and the appropriate green supplier selection was done with the fuzzy WASPAS (Integrated Weighted Sum and Multiplication) method.

Keywords: F-AHP, F-WASPAS, Green Supplier Selection, Green Supply Chain

1. GİRİŞ

Türk Dil Kurumuna göre çevre kelimesinin ilk anlamı (TDK, 2006): “bir şeyi dört yönü bakımından kuşatan yakın yerler, bir şeyin dolayı” olarak açıklanmıştır. Çevreye duyarlılık anlayışı da çevrenin sadece etrafımızı sarmasından öte, yaşamımızı borçlu olduğumuz dünyamız konusunda daha dikkatli olmak olarak nitelendirilebilir. Bu durum insanlığın üzerinde aslında bir yükür, çünkü Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) iklim değişikliğinin insan etkisine bağlı olarak ortaya çıktığını %60 olasılık seviyesinden %90'a yani çok olası seviyesine yükseltmiştir (Shiva, 2014). Son yıllarda insanların çevre duyarlılığı giderek daha fazla artmaktadır. İşletme boyutunda düşünüldüğünde, süreçleri esnasında ortaya çıkmakta olan zararlı gazları, su kaynaklarına bıraktıkları kimyasal maddeleri ve katı atıkların olumsuz etkileri konusunda bilinçli olmaları ve azaltma konusunda önlem almaları, çevre

* Irmak Daldır Akdeniz Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü 07070 Konyaaltı/ANTALYA

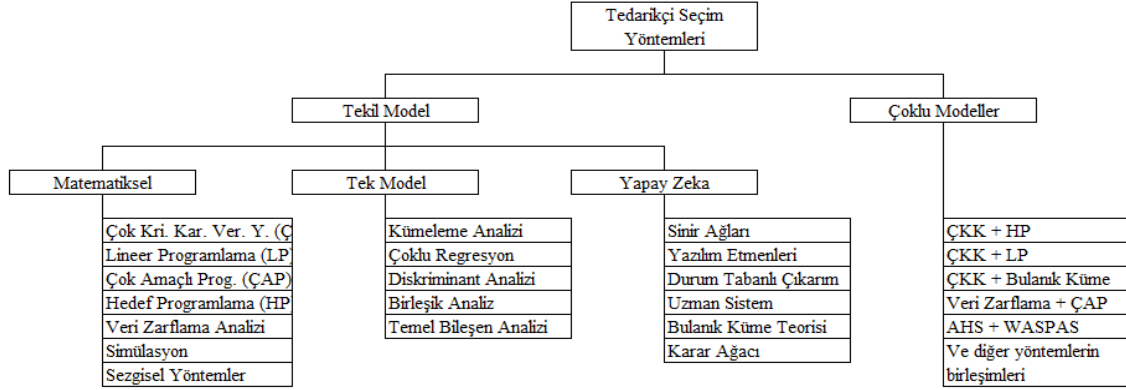
** Ömür Tosun Akdeniz Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü 07070 Konyaaltı/ANTALYA

İletişim Yazarı: Yazar Irmak Daldır (irmakdaldir@akdeniz.edu.tr)

duyarlılığı konusunda yapılabilecekler olarak özetlenebilir. Bu konuda 90'lı yılların son dönemine kadar çevre konusunda pek önem alınmamıştır (Büyüközkan ve Vardaloğlu, 2008). Olumsuz etkilerin sonuçlarındansa işletmeler rekabet avantajı sağlamak amacıyla üretim maliyetlerini azaltmak, stok düzeylerini optimal seviyede tutmak, iş süreçleri ve çevrim zamanlarını optimize etmek gibi amaçlara öncelik vermişlerdir; fakat bu klasik üretim anlayışının daha sürdürülebilir yöntemlerle değiştirilmesi gerekmektedir (Beamon, 1999), çünkü çevre ile uyumlu bir sistem içinde üretim yapılmadıkça yaşamı tehdit eden problemler daha sık karşılaşılabilecektir. Çevresel duyarlılık sadece çevreyi düşünme olarak da sınırlandırılmamalıdır. Aynı zamanda yapılan işe değer katma, müşterilerin bu yönde var olan beklentisini karşılama ve yasal yaptırımlara da uyma olarak geniş bir perspektifte değerlendirilmelidir (Srivastava, 2007). Yeşil tedarik zinciri yönetimi anlayışı da bu şartlar altında olgunlaşmıştır. Yeşil tedarik zincirinin öğeleri ise yeşil satın alma, yeşil üretim yönetimi, yeşil dağıtım ve pazarlama ile tersine lojistik faaliyetlerinden oluşmaktadır. Çalışmada öncelikle yeşil tedarikçi seçimine değinilmiş ve yeşil tedarikçi seçimi kriterleri için literatür taraması yapılmıştır, ardından önerilen yöntemler açıklamış son olarak uygulamaya yer verilmiş, yeşil tedarikçi seçimi yapılmış ve sonuçlar tartışılmıştır. Çalışmanın literatüre katkısı karşılaşılan probleme yeni bir hibrid yöntemle çözüm sunulmasıdır.

2. YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Rekabetin her geçen gün daha da arttığı günümüz koşullarında firmalar için satın alma fonksiyonu kârlılığın ve şirketin rekabetçi koşullara direnç gösterebilmesini sağlayacak işletme fonksiyonlardan birini oluşturmaktadır. Seçim yapılırken en iyi aranmakta; fakat sözü geçen en iyi her zaman nicel niteliklerce belirlenememekte bazen niteliksel olarak da en iyi aranmaktadır. Bu durum da seçim yapabilmeyi güçleştirmektedir. Bilim insanlarının tedarikçi seçimi konusunda kullanmış olduğu yöntemler Şekil 1'de özetlenmiştir (Chen, 2011). Çoklu modelleri farklı birleşimler ile çeşitlendirmek mümkün olmakla birlikte kullanılmakta olan yöntemler ile ilgili genel bir çerçeve vermek amaçlanmıştır.



Şekil 1:

Tedarikçi seçim yöntemleri (Chen, 2011)'den uyarlanmıştır

Yeşil tedarik zincirlerini değerlendirdiğimizde ise satın alma fonksiyonu en önemli faaliyet olarak görülmektedir (Zhu vd., 2007). Bu fonksiyonu doğru yönetebilmek için doğru tedarikçilere ulaşmak önem arz etmektedir. Örneğin; Bir fast food satıcısının tedarikçileri ile ilgili çıkan haberler şirketin imajını zedelemiştir (Gaia Dergi, 2017). Firmanın kendisinin çevreye zarar veren bir tutumu olmasa da tedarikçilerinin tutumu da kendi imajını etkilemektedir ve yeşil tutum sergilemek isteyen firmaların tedarikçi seçimi bu sebeple daha da önemli olmaktadır. Klasik tedarik zinciri ile yeşil tedarik zinciri arasındaki farklar, kriterlerin önem ağırlıklarına göre sıralı bir şekilde Tablo 1'de belirtilmiştir. Tablo 2'de ise yeşil tedarikçi

seçiminde kullanılan kriterlere ilişkin detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Kullanılan tablo öz niteliğinde olup kriterleri belli başlıklar altında toplamayı amaç edinmiştir. Ele alınan kriterlere ek olarak yazında bu kriterlerin alt kriterlerine de yer verilmektedir. Kullanılan alt kriterler ise tablonun altında genel bir çerçevede özetlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 1. Klasik ve yeşil tedarik zincirlerinin önem derecesine göre değerlendirme kriterlerinin karşılaştırılması (Lee ve diğ., 2009)

Klasik TZY Anlayışına Göre Tedarikçi Seçim Kriterleri	Yeşil TZY Anlayışına Göre Tedarikçi Seçim Kriterleri
Kalite	Kalite
Finans	Teknolojik Yetkinlik
Organizasyon	Ürün Çevrim Maliyeti
Teknolojik Yetkinlik	Yeşil İmajı
Hizmet	Kirlilik Kontrolü
Ürün Çevrim Maliyeti	Çevre Yönetimi
Yeşil İmajı	Yeşil Ürün
Kirlilik Kontrolü	Yeşil Yetkinlik
Çevre Yönetimi	

Tablo 2. Literatürde yer alan yeşil tedarikçi seçim kriterleri

Yazar	Kirlilik Kontrolü	Maliyet	Kalite	Çevresel Yönetim	Sevkiyat	Yeşil Yetkinlik	Hizmet	Tedarikçinin Yeşil İmajı	Yeşil Tasarım	Yeşil Ürün	Teknolojik Yeterlik	İş birliği	Finansal Güç	Çevreci Tasarım Kurumsal So. Sorumluluk	Tersine Lojistik	Risk Faktörü	Tekrar Kullanılabilirlik	Yönetimin İş Birliği
(Noci, 1997)	X	X				X		X				X						
(Humpherys vd., 2003)	X			X		X		X						X				X
(Chiou vd., 2008)		X	X	X	X	X								X		X		
(Lee vd., 2009)	X	X	X	X		X		X		X	X							
(Kuo ve Tien, 2010)		X	X	X	X		X							X				
(Kannan vd., 2013)	X	X	X	X	X		X				X							
(Bali vd., 2013)	X				X		X	X	X	X					X			
(Yazdani, 2014)	X	X	X	X		X			X	X				X	X			

Tablo 2. Literatürde yer alan yeşil tedarikçi seçim kriterleri devamı

(Dobos ve Vörösmarty,	X	X	X		X														X	
(Hashemi vd.,2015)	X	X	X								X									
(Hu vd., 2015)	X		X	X	X		X													
(Kuo vd., 2015)	X		X	X					X									X		X
(Freeman ve Chen, 2015)		X	X	X	X	X														
(Denizhan vd., 2017)	X	X	X		X	X	X							X						
(Gupta ve Barua, 2017)	X	X				X		X		X	X	X	X							
(Yu vd., 2018)	X																			
(Banaeian vd., 2018)		X	X	X			X				X									
(Deshmukh ve Vasudevan, 2018)		X	X		X														X	

Tedarikçi seçim kriterleri incelendiğinde kirlilik kontrolüne literatürde sıkça yer verildiği görülmektedir. Bu konuda kaynakların fikirleri bir araya toplanmışsa da araştırmacıların bir kısmı konuyu ayrıntılı ele alarak katı atıklar, su kirliliği ve hava emisyonları (Noci, 1997) (Lee vd., 2009) (Hu vd., 2015) (Gupta ve Barua, 2017) olarak detaylıca ele alırken; diğer araştırmacılar tek başlık altında kirlilik önleme (Kannan vd., 2013), kirlilik miktarı (Hashemi vd., 2015), atık yönetim sisteminin durumu (Denizhan vd., 2017) gibi genel bir başlıkta değerlendirmeyi tercih etmişlerdir. Diğer bir araştırmada ise dinamik bir çevrede karbon ayak izi bazında tedarikçi seçimi modellenmiştir (Yu vd., 2018). Satın alma işlemlerinde maliyetin de önemi yadsınamaz bu sebeple en sık yer verilen kriterlerden birini oluşturmaktadır. Maliyet unsuru toplam ürün çevrim maliyeti yani tedarik edilen ürünlerin maliyetinin yanı sıra ürünlerin imha maliyeti ve çevresel performansı artırmak için yapılan yatırımların aşınma payları olarak değerlendirildiği gibi (Noci, 1997) (Lee vd., 2009), fiyat performans oranı (Kuo ve Tien, 2010), lojistik maliyetler (Kuo ve Tien, 2010) (Kannan vd., 2013), miktara bağlı indirimler (Kannan vd., 2013) (Kannan vd., 2013) alt başlıklarıyla da değerlendirilmiştir. Kalite konusunda bazı çalışmalar da alt kriterlere yer verilmiş; kalite sertifikaları, kalite yönetim yetkinliği, anormal kalite ile baş etme yetkinliği (Lee vd., 2009), hata oranı (Kuo ve Tien, 2010) (Kannan vd., 2013), standartlara uygunluk (Denizhan vd., 2017) gibi alt kriterlerle değerlendirme yapılmıştır. Tek başlıkta kalite (Hashemi vd., 2015) (Hu vd., 2015) olarak da kriter seçimi yapan çalışmalar mevcuttur. Çevresel yönetim konusunda ise çalışmaları incelediğimizde, makale dahilinde belirlenen çevresel kalite yönetim sertifikalarının olup olmaması durumu kriter olarak kabul edilmiştir (Lee vd., 2009) (Kuo ve Tien, 2010) (Kannan vd., 2013). Ayrıca firmanın çevresel taahhüdü, firma içi çevre yönetimi, yeşil operasyonel uygulamalar, planlama ve organizasyonel uygulamalar olarak (Gupta ve Barua, 2017) geniş alt kriterlerle değerlendirme de yapılmıştır.

Diğer sık kullanılan kriterler sırası ile sevkiyat, yeşil yetkinlik, hizmet, tedarikçinin yeşil imajı, yeşil tasarım, yeşil ürün, teknolojik yeterlik, iş birliği, finansal güç, çevreci tasarım, kurumsal sosyal sorumluluk, tersine lojistik, risk faktörü, tekrar kullanılabilirlik ve yönetimin iş birliği olduğu görülmüştür. Literatür taramasını göz önünde bulundurarak önerilen yöntemler ile kriter seçimi, önem derecelerinin belirlenmesi ve son olarak uygun yeşil tedarikçi seçimi için hangi kriterlerin kullanımı sorularına cevap verilmiştir.

3. ÖNERİLEN YÖNTEMLER

3.1 Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci

Kriterlerin önem ağırlıkları belirlenirken bulanık analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemi kullanılmıştır. AHS yöntemi çok kriterli karar problemlerinde etkili sonuç vermektedir; fakat bulanık mantık “insan düşünme stilini” daha iyi yansıtabilmektedir (Erdoğan ve Tosun, 2013). Bulanık küme teorisi kesin olarak tanımlanamayan sınırlar dâhilinde olan nitel verilerin; örneğin az, ılık veya uzak gibi dilsel ifadeleri nicel hale getirerek değerlendirilmesine imkân tanımaktadır (Şengül vd., 2012). Bulanık AHS söz konusu olduğunda literatürde birden fazla yöntem mevcuttur. Bu çalışma kapsamında Chang’ın (Chang, 1996) bulanık AHS yöntemi tercih edilmiştir. Bunun sebebi yöntemin en avantajlı yanı olarak da gösterilen, hesap gereksiniminin daha az olmasıdır. Yöntemde kullanılan bulanık sayılar dilsel değişkenlere karşılık gelen değerlerden elde edilmektedir. Dilsel değişkenlerin bulanık değer karşılıkları Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3. Dilsel değerlerin bulanık önem ağırlıkları

Çok Kötü (ÇK)	(0 0 0,2)
Kötü (K)	(0,1 0,2 0,3)
Biraz Kötü (BK)	(0,2 0,35 0,5)
Orta (ORT)	(0,4 0,5 0,6)
İyi (İYİ)	(0,5 0,65 0,8)
Biraz İyi (Bİ)	(0,7 0,8 0,9)
Çok İyi (Çİ)	(0,8 1,0 1,0)

Chang metodunda $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, bir ölçüt seti, $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ bir amaç seti olarak alınır ve her bir ölçüt ve amaç için mertbe analizi uygulanır. Her bir ölçüt için m tane mertbe analizi elde edilir ve aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

Tüm $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, \dots, m$) değerleri üçgensel, bulanık sayıları temsil etmektedir. Mertbe analizi ise gösterilen adımlarla tanımlanır.

Adım 1:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (2)$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ değeri m mertbe analiz değerine (3)’de görüldüğü gibi bulanık toplama işlemi ile ulaşılır.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j \cdot \sum_{j=1}^m m_j \cdot \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (3)$$

Tüm $\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ ($i = 1, 2, \dots, n$) değerleri için bulanık toplama işlemi yapılır (4).

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i \cdot \sum_{i=1}^n m_i \cdot \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (4)$$

Son olarak bulanık setin tersini alma işlemi (5)'de gösterildiği şekilde elde edilir.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i} \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i} \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (5)$$

Adım 2:

$M_1(l_1, m_1, u_1) \geq M_2(l_2, m_2, u_2)$ bulanık sayılarının olabilirlik derecesi şu şekilde hesaplanır(6):

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{if } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer} \end{cases} \quad (6)$$

Adım 3:

Konveks bulanık bir sayının k tane konveks bulanık sayıdan M_i ($i = 1, 2, \dots, k$) büyük olmasının olabilirlik derecesi şu şekilde hesaplanır:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \dots (M \geq M_k)] \\ = \min V(M \geq M_i), \quad \text{her } i = 1, 2, \dots, k \quad (7)$$

$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ olduğu varsayımı ile, her $k = 1, 2, \dots, n; k \neq i$ için ağırlık vektörü (8) nolu denklemde görüldüğü gibidir.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (8)$$

Adım 4:

Normalize edilmiş ağırlık vektörleri ise gösterildiği (9) gibidir. Burada elde edilen W , bulanık olmayan bir sayı, kriterin önem ağırlığıdır.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (9)$$

3.2 Bulanık Bütünleşik Ağırlıklı Toplam ve Çarpım (F-WASPAS)

WASPAS yöntemi iki ayrı metodun bir araya getirilmesinden oluşturulmuş bir yöntemdir. Bahsi geçen yöntemler ağırlıklı toplam ve ağırlıklı çarpım modelleridir. Zavadskas ve arkadaşları tarafından önerilmiştir (Zavadskas, vd., 2012). Bulanık WASPAS yöntemi ise aşağıdaki altı adımla özetlenmiştir.

Adım 1:

Bulanık karar/değerlendirme matrisinin oluşturulmasıdır. Karar matrisinin girdileri \tilde{x}_{ij} i . alternatifin j . kritere göre olan bulanık performans değeri ve \tilde{w}_{ij} de ağırlığıdır. Bulanık değerlerin yanı sıra kriter ve alternatiflerin değerleri ve başlangıç ağırlıkları uzmanlar tarafından belirlenir. Aday alternatiflerin sayısı m , n ise kriterler sayısını göstermektedir.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \cdots & \tilde{x}_{1j} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{i1} & \cdots & \tilde{x}_{ij} & \cdots & \tilde{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \cdots & \tilde{x}_{mj} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}; i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}, \quad (10)$$

Adım 2:

İlk kullanılan tüm \tilde{x}_{ij} değerleri için normalizasyon işlemi yapılır ve normalize karar matrisi oluşturulur. Bu işlem için gereken denklem (11) ise:

$$\tilde{x}_{ij} = \begin{cases} \frac{\tilde{x}_{ij}}{\max_i(\tilde{x}_{ij})} & \text{eğer fayda kriteri ise} \\ \frac{\min_i(\tilde{x}_{ij})}{\tilde{x}_{ij}} & \text{eğer maliyet kriteri ise} \end{cases} \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n} \quad (11)$$

Adım 3a:

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin (\tilde{X}_q) Ağırlıklı Toplam Modeli (WSM) için hesaplanması:

$$\tilde{X}_q = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \cdots & \tilde{x}_{1j} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{i1} & \cdots & \tilde{x}_{ij} & \cdots & \tilde{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \cdots & \tilde{x}_{mj} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}; \tilde{x}_{ij} = \tilde{x}_{ij} \tilde{w}_j; i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}. \quad (12)$$

Adım 3b:

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin (\tilde{X}_p) Ağırlıklı Çarpım Modeli (WPM) için hesaplanması:

$$\tilde{X}_p = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \cdots & \tilde{x}_{1j} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{i1} & \cdots & \tilde{x}_{ij} & \cdots & \tilde{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \cdots & \tilde{x}_{mj} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}; \tilde{x}_{ij} = \tilde{x}_{ij}^{\tilde{w}_j}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}. \quad (13)$$

Adım 4:

Modelin optimal değerlerinin ölçülmesi (14) ve (15) numaraları formüller ile gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

Ağırlıklı Toplam Modelinin her alternatifine göre:

$$\tilde{Q}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{x}_{ij}, i = \overline{1, m}. \quad (14)$$

Ağırlıklı Çarpım Modelinin her alternatifine göre:

$$\tilde{P}_i = \prod_{j=1}^n \tilde{x}_{ij}, i = \overline{1, m}. \quad (15)$$

Her bir alternatif için bulanık performans ölçüm değeri olan \tilde{Q}_i ve \tilde{P}_i denklem 16 ve denklem 17 yardımıyla hesaplanır.

$$Q_i = \frac{1}{3}(Q_{i\alpha} + Q_{i\beta} + Q_{i\gamma}). \quad (16)$$

$$P_i = \frac{1}{3}(P_{i\alpha} + P_{i\beta} + P_{i\gamma}). \quad (17)$$

Adım 5:

Bulanık WASPAS yönteminin bütünleşik fayda fonksiyonu değeri aşağıdaki gibi belirlenebilir

$$K_i = \lambda \sum_{j=1}^m Q_i + (1 - \lambda) \sum_{j=1}^m P_i, \lambda = 0, \dots, 1, \quad 0 \leq K_i \leq 1. \quad (18)$$

λ değeri tüm alternatiflerin Ağırlıklı Toplam Modelinin, Ağırlıklı Çarpım Modeli puanlarına eşit olması gerektiği varsayımına dayanarak belirlenir:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^m P_i}{\sum_{i=1}^m Q_i + \sum_{i=1}^m P_i} \quad (19)$$

Adım 6:

Alternatifler en yüksek K_i değerine sahip olanı en iyi olacak şekilde büyükten küçüğe sıralanır.

4. UYGULAMA VE BULGULAR

Yapılan literatür araştırması sonucunda Tablo 2 ve devamında belirtilen alt kriterler göz önüne alınarak belirlenen kriterler Delfi metodu ile seçilmiştir. Delfi metodu uygulamasında kriterlere ilişkin görüşler ilk tur için uygulamanın yapılacağı firmadan uzman kişilerce kapalı metot ile değerlendirilmesi istenmiştir. Adından genel bir geri bildirim yapılmıştır. İkinci turda ise belirlenmiş olan ağırlıklar ile birlikte toplantı yapılmış ve aşağıda listelenmiş olan kriterler belirlenmiştir:

- Kaynak Kullanımı ve Yeşil Yeterlik
 - Yeşil depolama (C1)
 - Yeşil geri dönüşüm (C2)
 - Yeşil üretim kapasitesi (C3)
 - Yeşil ambalaj (C4)
 - Kaynak tüketimi (C5)
 - Kirlilik kontrolü (C6)

- Ekonomik Kriter
 - Lojistik maliyetler (C7)
 - Ürün maliyeti (C8)
 - Teslim süresi (C9)
- Kalite
 - Hata oranı (C10)
 - Garanti ve hak politikaları (C11)
 - Çevresel yetkinlikler ve belgeleri (EUP, ODC, RoHS, ISO 14001, WEEE, vb.) (C12)

Seçilen kriterler iki uzman görüşüne başvurularak Bulanık AHS için ikili karşılaştırma yapılmaları istenmiştir. Yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 4'te iki uzmanın (KV-1 ve KV-2) görüşleri birlikte olacak şekilde gösterilmiştir. Bu tablo oluşturulurken Tablo 3'de gösterilmiş olan dilsel değişken karşılıkların kısaltmaları kullanılmıştır. Hesaplamalarda ise dilsel değerlerin bulanık karşılıklarına başvurulmuştur.

Tablo 4. Karar vericilerin belirlenen kriterleri ikili karşılaştırmaları

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12											
KV-1	KV-2	KV-1	KV-2	KV-1	KV-2	KV-1	KV-2	KV-1	KV-2	KV-1	KV-2	KV-1	KV-2										
C1	-	-	İYİ BK	İYİ BK	ORT	BK	ORT	İYİ	Çİ	ORT	İYİ	İYİ	Bİ	ORT	ORT	ORT	Çİ	ORT	Çİ	ORT	Çİ	KÖ	
C2		-	-	BK KÖ	ORT	İYİ	İYİ	İYİ	Bİ	Çİ	Bİ	Bİ	Bİ	Bİ	Bİ	ORT	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	Çİ	Çİ	
C3			-	-	ORT	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ	İYİ	Çİ	İYİ	Çİ	İYİ	ORT	Bİ	ORT	İYİ	İYİ	İYİ	Çİ	İYİ	
C4				-	-	ORT	ORT	Çİ	Çİ	ORT	Çİ	ORT	Çİ	ORT	ORT	Bİ	ORT	ORT	Bİ	ORT	İYİ	Çİ	Çİ
C5					-	-	Çİ	ORT	ORT	Çİ	Çİ	İYİ	Bİ	İYİ	Çİ	İYİ	Çİ	İYİ	Çİ	İYİ	Çİ	İYİ	KÖ
C6						-	-	BK	İYİ	Çİ	Bİ	Bİ	İYİ	Bİ	İYİ	Çİ	İYİ	Çİ	İYİ	Çİ	İYİ	Çİ	Çİ
C7							-	-	Çİ	Çİ	Çİ	İYİ	Çİ	İYİ	Çİ	İYİ	Çİ	İYİ	Çİ	İYİ	OR	KÖ	
C8								-	-	Çİ	Bİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	KÖ
C9									-	-	Çİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	KÖ
C10										-	-	İYİ	ORT	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	KÖ
C11											-	-	İYİ	ORT	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	KÖ
C12												-	-	İYİ	ORT	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	İYİ	KÖ

Bulanık AHS yönteminde belirtilen 1. adım ile elde edilen sonuçların her iki karar verici için hesaplanmış değerlerine Tablo 5'te yer verilmiştir.

Tablo 5. Sentetik değerler (1. Adım)

Uzm1	l	m	u	Uzm2	l	m	u
S1	0,044	0,062	0,077	S1	0,0210	0,0361	0,053
S2	0,043	0,061	0,079	S2	0,0346	0,0601	0,094
S3	0,056	0,081	0,115	S3	0,0496	0,0916	0,162
S4	0,057	0,081	0,109	S4	0,0382	0,0644	0,101
S5	0,062	0,087	0,112	S5	0,0377	0,0603	0,086
S6	0,052	0,069	0,092	S6	0,0510	0,0861	0,151
S7	0,073	0,106	0,152	S7	0,0418	0,0662	0,096
S8	0,066	0,089	0,122	S8	0,0422	0,0667	0,098
S9	0,073	0,100	0,140	S9	0,0536	0,0874	0,130
S10	0,068	0,089	0,124	S10	0,0513	0,0826	0,120
S11	0,067	0,084	0,114	S11	0,0510	0,0799	0,116
S12	0,072	0,092	0,129	S12	0,1108	0,2187	0,509

Tablo 6’da ise bulanık sayıların olabirlik değeri öncelikle adım 2’ye göre hesaplanmış ardından da adım 3’e göre değerlendirilmiştir. Olabirlik değerlerinin aldığı en küçük değer “Min” ile isimlendirilen satırda yer almaktadır. Norm satırında ise adım 4’te gösterilen normalizasyon ile bulanık AHS çıktısı elde edilmiştir.

Tablo 6. Bulanık sayıların olabirlik değeri

Uzm1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Min	0,07	0,12	0,62	0,58	0,67	0,34	1,00	0,74	0,92	0,75	0,65	0,80
Norm	0,010	0,016	0,086	0,080	0,092	0,046	0,138	0,102	0,127	0,103	0,090	0,111
Uzm2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Min	0,000	0,000	0,286	0,000	0,000	0,234	0,000	0,000	0,125	0,064	0,037	1,000
Norm	0,000	0,000	0,168	0,000	0,000	0,138	0,000	0,000	0,074	0,038	0,021	0,561

Tablo 7’de karar vericilerin ilgili kriterlere ilişkin görüşleri Bulanık AHS sonucuna göre verilmiştir. Tabloda yer alan kriterlerin bulanık ağırlıkları Turskis vd. (2015) tarafından önerildiği şekilde belirlenmiştir. Bu yöntemle iki karar vericiden elde edilen en küçük değer ile l değeri elde edilir. C_j kriteri için l değeri 0,000’dır. M değeri ise karar vericilerin sonuçlarının geometrik ortalaması olarak hesaplanır. C_j kriteri için m değeri 0,000 olarak hesaplanmıştır. U değeri, karar vericilerin değerlemelerinin en yüksek değeri ile elde edilir. C_1 kriteri için bu değer 0,010’dur.

Tablo 7. Karar vericilerden elde edilen değerler ve bulanık ağırlıkları

		Karar Vericiler			W	
		KV-1	KV-2	l	m	u
C1	Yeşil depolama	0,010	0,000	0,000	0,000	0,010
C2	Yeşil geri dönüşüm	0,016	0,000	0,000	0,000	0,016
C3	Yeşil üretim kapasitesi	0,086	0,168	0,086	0,120	0,168
C4	Yeşil ambalaj	0,080	0,000	0,000	0,000	0,080
C5	Kaynak tüketimi	0,092	0,000	0,000	0,000	0,092
C6	Kirlilik kontrolü	0,046	0,138	0,046	0,080	0,138
C7	Lojistik maliyetler	0,138	0,000	0,000	0,000	0,138
C8	Ürün maliyeti	0,102	0,000	0,000	0,000	0,102
C9	Teslim süresi	0,127	0,074	0,074	0,097	0,127
C10	Hata oranı	0,103	0,038	0,038	0,062	0,103
C11	Garanti ve hak pol.	0,090	0,021	0,022	0,044	0,090
C12	Çevresel yet. ve belg.	0,111	0,561	0,111	0,249	0,561

Ardından uygulamanın yapıldığı üretim firmasından aynı malzemeleri tedarik ettiği beş ana tedarikçisini (alt1, alt2, alt3, alt4 ve alt5) belirlenen kriterlere göre dilsel değişkenlere göre değerlendirmesi istenmiştir ve sonuçlar Tablo 8 üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 8. Tedarikçilerin Değerlendirme Sonuçları

Kriter	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Alt1	Biraz iyi	Orta	İyi	Orta	Biraz iyi	Biraz kötü	Orta	Biraz iyi	Biraz kötü	Biraz iyi	Biraz iyi	İyi
Alt2	Biraz iyi	Biraz iyi	Orta	Orta	Biraz iyi	İyi	İyi	İyi	Biraz iyi	İyi	Biraz iyi	Biraz iyi
Alt3	İyi	Biraz iyi	Orta	Orta	Biraz iyi	Biraz iyi	Çok iyi	İyi	Biraz iyi	İyi	Orta	Biraz iyi
Alt4	Orta	Orta	Biraz iyi	Biraz kötü	İyi	Orta	Orta	Biraz kötü	Biraz iyi	Orta	İyi	İyi
Alt5	Biraz iyi	Biraz kötü	Biraz kötü	Biraz iyi	Orta	Biraz kötü	Orta	Orta	Biraz iyi	Orta	Biraz iyi	Biraz iyi

Sonrasında başlangıç karar matrisi Denklem (10)'da gösterildiği gibi hazırlanmış ve ilgili değerler Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Başlangıç Karar Matrisi

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Alt1	l	5	4	7	4	5	2	4	5	2	5	5	7
	m	6,5	5	8	5	6,5	3,5	5	6,5	3,5	6,5	6,5	8
	u	8	6	9	6	8	5	6	8	5	8	8	9
Alt2	l	5	5	4	4	5	7	7	7	5	7	5	5
	m	6,5	6,5	5	5	6,5	8	8	8	6,5	8	6,5	6,5
	u	8	8	6	6	8	9	9	9	8	9	8	8
Alt3	l	7	5	4	4	5	5	8	7	5	7	4	5
	m	8	6,5	5	5	6,5	6,5	10	8	6,5	8	5	6,5
	u	9	8	6	6	8	8	10	9	8	9	6	8
Alt4	l	4	4	5	2	7	4	4	2	5	4	7	7
	m	5	5	6,5	3,5	8	5	5	3,5	6,5	5	8	8
	u	6	6	8	5	9	6	6	5	8	6	9	9
Alt5	l	5	2	2	5	4	2	4	4	5	4	5	5
	m	6,5	3,5	3,5	6,5	5	3,5	5	5	6,5	5	6,5	6,5
	u	8	5	5	8	6	5	6	6	8	6	8	8

Seçilen kriterin fayda veya maliyet kriteri olması durumuna göre Başlangıç Karar Matrisi normalize edilerek Tablo 10'da verilmiştir.

Son olarak Tablo 3 ile belirlenen ağırlık değerlerine göre Ağırlıklı Toplam Matrisi Tablo 11'de ve Ağırlıklı Çarpım Matrisi Tablo 12'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 10. Normalize Karar Tablosu

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Alt1	l	0,556	0,500	0,778	0,500	0,800	0,222	1,000	0,400	1,000	0,800	0,556	0,778
	m	0,722	0,625	0,889	0,625	0,615	0,389	0,800	0,308	0,571	0,615	0,722	0,889
	u	0,889	0,750	1,000	0,750	0,500	0,556	0,667	0,250	0,400	0,500	0,889	1,000
Alt2	l	0,556	0,625	0,444	0,500	0,800	0,778	0,571	0,286	0,400	0,571	0,556	0,556
	m	0,722	0,813	0,556	0,625	0,615	0,889	0,500	0,250	0,308	0,500	0,722	0,722
	u	0,889	1,000	0,667	0,750	0,500	1,000	0,444	0,222	0,250	0,444	0,889	0,889
Alt3	l	0,778	0,625	0,444	0,500	0,800	0,556	0,500	0,286	0,400	0,571	0,444	0,556
	m	0,889	0,813	0,556	0,625	0,615	0,722	0,400	0,250	0,308	0,500	0,556	0,722
	u	1,000	1,000	0,667	0,750	0,500	0,889	0,400	0,222	0,250	0,444	0,667	0,889
Alt4	l	0,444	0,500	0,556	0,250	0,571	0,444	1,000	1,000	0,400	1,000	0,778	0,778
	m	0,556	0,625	0,722	0,438	0,500	0,556	0,800	0,571	0,308	0,800	0,889	0,889
	u	0,667	0,750	0,889	0,625	0,444	0,667	0,667	0,400	0,250	0,667	1,000	1,000
Alt5	l	0,556	0,250	0,222	0,625	1,000	0,222	1,000	0,500	0,400	1,000	0,556	0,556
	m	0,722	0,438	0,389	0,813	0,800	0,389	0,800	0,400	0,308	0,800	0,722	0,722
	u	0,889	0,625	0,556	1,000	0,667	0,556	0,667	0,333	0,250	0,667	0,889	0,889

Tablo 11. Ağırlıklı Toplam Matrisi

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	Toplam	Q(i)
Alt1	l	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07	0,03	0,01	0,09	0,28	,67
	m	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,06	0,04	0,03	0,22	0,48	
	u	0,01	0,01	0,17	0,06	0,05	0,08	0,09	0,03	0,05	0,05	0,08	0,56	1,23	
Alt2	l	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,02	0,01	0,06	0,20	,58
	m	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,18	0,41	
	u	0,01	0,02	0,11	0,06	0,05	0,14	0,06	0,02	0,03	0,05	0,08	0,50	1,12	
Alt3	l	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,02	0,01	0,06	0,19	,55
	m	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,03	0,03	0,02	0,18	0,39	
	u	0,01	0,02	0,11	0,06	0,05	0,12	0,06	0,02	0,03	0,05	0,06	0,50	1,08	
Alt4	l	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,04	0,02	0,09	0,24	,65
	m	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,05	0,04	0,22	0,47	
	u	0,01	0,01	0,15	0,05	0,04	0,09	0,09	0,04	0,03	0,07	0,09	0,56	1,23	
Alt5	l	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,04	0,01	0,06	0,17	,56
	m	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,05	0,03	0,18	0,37	
	u	0,01	0,01	0,09	0,08	0,06	0,08	0,09	0,03	0,03	0,07	0,08	0,50	1,13	

Toplam 3,00

Tablo 12. Ağırlıklı Çarpım Matrisi

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	Çarpım	Q(P)
A lt 1	I	0,99	0,99	0,96	0,95	0,98	0,81	1,00	0,91	1,00	0,98	0,95	0,87	0,52	,74
	m	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	0,95	0,97	0,99	0,97	0,80	
	u	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	0,93	0,97	1,00	1,00	0,88	
A lt 2	I	0,99	0,99	0,87	0,95	0,98	0,97	0,93	0,88	0,89	0,94	0,95	0,72	0,36	,64
	m	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,89	0,96	0,99	0,92	0,72	
	u	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,97	1,00	0,99	0,83	
A lt 3	I	1,00	0,99	0,87	0,95	0,98	0,92	0,91	0,88	0,89	0,94	0,93	0,72	0,33	,62
	m	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	0,89	0,96	0,97	0,92	0,70	
	u	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,90	0,97	0,99	0,99	0,82	
A lt 4	I	0,99	0,99	0,91	0,89	0,95	0,89	1,00	1,00	0,89	1,00	0,98	0,87	0,51	,72
	m	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	0,89	0,99	0,99	0,97	0,78	
	u	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,90	0,98	1,00	1,00	0,86	
A lt 5	I	0,99	0,98	0,78	0,96	1,00	0,81	1,00	0,93	0,89	1,00	0,95	0,72	0,33	,60
	m	1,00	1,00	0,89	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	0,89	0,99	0,99	0,92	0,66	
	u	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	0,90	0,98	1,00	0,99	0,81	

Toplam 3,31

Denklem (19)'a göre hesaplanan λ değeri 0,5245 olarak bulunmuştur. Buna göre deklm (18) kullanılarak yapılan sıralama da Alternatif 1 en yüksek değeri alarak 0,70 ile en yüksek sıralama puanını almıştır. Ardından Alternatif 4 (0,68), Alternatif 2 (0,61), Alternatif 3 (0,58) ve Alternatif 5 (0,58) olarak sıralama değerleri belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Rekabetçi ortamda firmaların farklılık yaratarak ön plana çıkma ihtiyacı, son yıllarda ülkelerin çevre konusunda artan yasal düzenlemelere uymalarını sağlama ve yapılan işe değer katma gibi çeşitli etkenler sebebi ile yeşil uygulamalar giderek yaygınlık kazanmaktadır. Bu uygulamalardan biri olan yeşil tedarikçi ile çalışma kimi çalışmalara göre en önemli adım olarak görülmektedir. Seçim aşamasında birçok farklı kriterin bir arada değerlendirilmesi gerektiğinden çok kriterli karar verme yöntemleri yapısı gereği bu ihtiyaca kolaylıkla karşılık verebilmektedir. Bulanık mantık ise daha doğru karar verebilme ve daha insan gibi düşünebilme özellikleri ile daha titiz seçimler yapabilmeye olanak sağlamaktadır, aynı zamanda karar vericilerin önyargılı ve taraflı yaklaşımlarını kaldırmayı da hedeflemektedir. Bu sebeple uygulama da iki aşamalı olarak öncelikle Bulanık AHS ardından Bulanık WASPAS yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Bulanık AHS sonucunda göre birinci karar vericiye göre en daha önemli bulunan kriterler lojistik maliyetler, teslim süresi ve hata oranı olarak belirlenmişken, ikinci karar vericiye göre çevresel yetkinlik belgeleri, yeşil üretim kapasitesi ve kirlilik kontrolü olarak belirlenmiştir. Yöntemlerin esnekliği ile iki karar vericinin görüşü de bulanık WASPAS yöntemine girdi olarak kullanılabilmiştir. Üretim firmasının benzer ürünleri tedarik etmekte olduğu üç firma AHS ile belirlenen kriterlere göre değerlendirilmiş, aralarında bir sıralama yapılmıştır ve sonuç olarak birinci alternatif olan tedarikçinin seçilmesi uygun bulunmuştur. Gelecek çalışmalarda ise konu farklı yöntemler ile çalışılabilir böylece yöntem sonuçları arasında farklılık olup olmadığı gözlemlenebilir.

KAYNAKLAR

1. Bali, O., Kose, E., ve Gumus, S. (2013). "Green Supplier Selection Based on IFS And GRA. Grey Systems", *Theory and Application*, 3(2), 158-176. doi:10.1108/GS-04-2013-0007
2. Banacian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I. E., & Omid, M. (2018). "Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry". *Computers & Operations Research*, 89, 337-347. doi:10.1016/j.cor.2016.02.015
3. Beamon, B. M. (1999). "Designing The Green Supply Chain". *Logistics Information Management*, 12(4), 332-342. doi:10.1108/09576059910284159
4. Büyüközkan, G., ve Vardaloğlu, Z. (2008). "Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi". *Lojistik Dergisi* (8), 66-73.
5. Chang, D. Y. (1996). "Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655. doi:10.1016/0377-2217(95)00300-2
6. Chen, Y. J. (2011). "Structured Methodology For Supplier Selection And Evaluation in a Supply Chain". *Information Sciences*, 181(9), 1651-1670. doi:10.1016/j.ins.2010.07.026
7. Chiou, C. Y., Hsu, C. W., ve Hwang, W. Y. (2008). "Comparative Investigation On Green Supplier Selection Of The American, Japanese And Taiwanese Electronics Industry in China", *Industrial Engineering and Engineering Management*, 1909-1914. doi:10.1109/IEEM.2008.4738204
8. Denizhan, B., Yalçın, A. Y., ve Berber, Ş. (2017). "Analitik Hiyerarşi Proses ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemleri Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Seçimi Uygulaması", *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 63-78. doi:10.17100/nevbittek.288003
9. Deshmukh, A. J., & Vasudevan, H. (2019). "Supplier Selection in Plastic Products Manufacturing MSMEs Using a Combined Traditional and Green Criteria Based on AHP and Fuzzy AHP". In *Proceedings of International Conference on Intelligent Manufacturing and Automation*, 593-600. doi:10.1007/978-981-13-2490-1_55
10. Dobos, I., ve Vörösmarty, G. (2014). "Green Supplier Selection And Evaluation Using DEA-Type Composite Indicators", *Int. J. Production Economics*, 157, 273-278. doi:10.1016/j.ijpe.2014.09.026
11. Erdoğan, H. A., ve Tosun, Ö. (2013). "An Integrated Fuzzy AHP – Fuzzy TOPSIS Approach For AS/RS". *International Journal of Productivity and Quality Management*, 11(2), 228-245. doi:10.1504/IJPM.2013.052026
12. Freeman, J., ve Chen, T. (2015). "Green Supplier Selection Using An AHP-Entropy-TOPSIS Framework". *Supply Chain Management: An International Journal*, 20(3), 327-340. doi:10.1108/SCM-04-2014-0142
13. <https://gaiadergi.com/burger-king-et-uretimi-icin-amazon-ormanlarini-yakiyor/> , Erişim Tarihi 11.02.2018, (2017, Mart 08). Konu: *Burger King, Et Üretimi İçin Amazon Ormanlarını Yakıyor*.
14. <https://www.tdk.gov.tr> , Erişim Tarihi: 2006, Eylül 26. Konu: *Güncel Türkçe Sözlük*
15. Gupta, H., ve 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. doi:10.1016/j.jclepro.2017.03.125
16. Hashemi, S. H., Karimi, A., ve Tavana, M. (2015). "An integrated green supplier selection approach with analytic network process and improved Grey relational analysis", *Int. J. Production Economics*, 159, 178-191. doi:10.1016/j.ijpe.2014.09.027
17. Hu, Z., Rao, C., Zheng, Y., ve Huang, D. (2015). "Optimization Decision of Supplier Selection in Green Procurement under the Mode of Low Carbon Economy", *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 8(3), 407-421. doi:10.1080/18756891.2015.1017375
18. Humpherys, P. K., Wong, Y. K., ve Chan, F. T. (2003). "Integrating environmental criteria into the supplier selection process", *Journal of Materials Processing Technology*, 349-356. doi:10.1016/S0924-0136(03)00097-9

19. Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., ve Diabat, A. (2013). "Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi-objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain", *Journal of Cleaner Production*, 47, 355-367. doi:10.1016/j.jclepro.2013.02.010
20. Kuo, C., Hsu, C.-W., ve Li, J.-Y. (2015). "Developing a Green Supplier Selection Model by Using the DANP with VIKOR". *Sustainability*, 7(2), 1661-1689. doi:10.3390/su7021661
21. Kuo, R. J., ve Tien, F. C. (2010). "Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection". *Journal of cleaner production*, 18(12), pp. 1161-1170. doi:10.1016/j.jclepro.2010.03.020
22. Lee, A. H., Kang, H.-Y., Hsu, C.-F., ve Hung, H.-C. (2009). "A green supplier selection model for high-tech industry". *Expert Systems with Applications*, 36, 7919-7927. doi:10.1016/j.eswa.2008.11.052
23. Noci, G. (1997). "Designing 'green' vendor rating systems for the assessment of a supplier's environmental performance", *European Journal of Purchasing ve Supply Management*, 3(2), 103-114. doi:10.1016/S0969-7012(96)00021-4
24. Shiva, V. (2014). *Petrol Değil Toprak*. İstanbul: Sinek Sekiz.
25. Srivastava, S. K. (2007). "Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review", *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53-80. doi:10.1111/j.1468-2370.2007.00202.x
26. Şengül, Ü., Miraç, E., ve Shiraz, S. E. (2012). "Bulanık Ahp İle Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 40, 143-165.
27. Turskis, Z., Zavadskas, E. K., Antucheviene, J., ve Kosareva, N. (2015). "A hybrid model based on fuzzy AHP and fuzzy WASPAS for construction site selection", *International Journal of Computers communications ve control*, 10(6), 113-128.
28. Yazdani, M. (2014). "An integrated MCDM approach to green supplier selection". *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 5, 443-458. doi:10.5267/j.ijiec.2014.3.003
29. Yu, F., Yang, Y., ve Chang, D. (2018). "Carbon Footprint Based Green Supplier Selection Under Dynamic Environment", *Journal of Cleaner Production*, 170, 880-889. doi:10.1016/j.jclepro.2017.09.165
30. Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviene, J., ve Zakarevicius, A. (2012). "Optimization of weighted aggregated sum product assessment", *Electronics and Electrical Engineering*, 122(6), 3-6. doi:10.5755/j01.eee.122.6.1810
31. Zhu, Q., Sarkis, J., ve Lai, K.-h. (2007). "Initiatives and outcomes of green supply chain management implementation by Chinese manufacturers", *Journal of environmental management*, 85(1), 179-189. doi:10.1016/j.jenvman.2006.09.003

