

Araştırma Makalesi / Research Article

## SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME KRİTERLERİNİN DEMATEL YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ VE AHŞAP SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

**Doktora Öğrencisi Birol COŞKUN** 

Düzce Üniversitesi, SBE, Düzce, (birolcoskun@hotmail.com)

**Prof. Dr. Mehmet Selami YILDIZ** 

Düzce Üniversitesi, SBE, Düzce, (selamiyildiz@duzce.edu.tr)

**Doktora Öğrencisi Merve BAYRAKTAR** 

Düzce Üniversitesi, SBE, Düzce, (mrvaksit@gmail.com)

### ÖZET

Tedarikçi seçimi birbiri ile çelişkili hedeflerin maksimizasyonunu amaçladığından çok kriterli karar verme problemleri arasında kabul edilmektedir. İşletmeler müşterilerin taleplerini yerine getirebilmek için ekonomik faktörlerin yanı sıra, çevresel ve sosyal faktörleri de önemle dikkate almaktadır. Çalışmanın ana amacı sürdürülebilir bir tedarik zinciri içerisinde tedarikçi seçimi kriterlerinin değerlendirilmesi, hangi kriterlerin daha fazla ağırlığa sahip olduğunun belirlenmesidir. Çalışmada, sürdürülebilir tedarik zinciri performansını değerlendirmek için ekonomik, çevresel ve sosyal faktörleri kapsayan bir kavramsal çerçeve geliştirilmiştir. Bu 3 ana kritere ek olarak 9 tane alt kriter de çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada doğal ahşap kaplama sektöründe faaliyet göstermekte olan bir firmanın tedarikçi seçimi konusunda sürdürülebilirlik performanslarını ölçebilmek için DEMATEL yöntemi uygulanmıştır. Uygulamanın sonunda her kritere ait ağırlık derecesi hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında değerlendirilen firma için sürdürülebilir tedarikçi seçim kriterlerinde öncelikle ekonomik, daha sonra sosyal ve çevresel boyutun önemli olarak görüldüğü, tedarik maliyetinin en önemli performans kriteri olduğu ortaya çıkmıştır. Kriterlerin etkileyen ve etkilenen şeklinde birbirlerine göre önem seviyesi belirlenmiştir. İşletmenin tedarikçi seçiminde odaklanması gereken performans kriterleri ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi, Tedarikçi Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, DEMATEL, Üçlü Bilanço Yaklaşımı.

## REVIEW OF SUPPLIER EVALUATION CRITERIA IN SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT BY DEMATEL METHOD AND AN APPLICATION IN THE WOOD SECTOR

### ABSTRACT

Supplier selection is considered among the multi criteria decision-making problems as it aims to maximize conflicting targets. In order to meet the demands of customers, enterprises take environmental and social factors into account as well as economic factors. The main objective of the study is to evaluate supplier selection criteria within a sustainable supply chain and to determine which criteria have more weight. In the study, a conceptual framework has been developed by taking into account economic, environmental and

*social factors in order to evaluate the performance of a sustainable supply chain performance. In addition to these 3 main criteria, 9 sub-criteria are also included in the study. In this study, the DEMATEL method is applied to measure the sustainability performance of suppliers in the sustainable supply chain of a company operating in the natural wood coating sector. At the end of the practice, the weight rating of each criterion is calculated. It has been revealed that the economic, then social and environmental dimension is considered important in the sustainable supplier selection criteria for the company evaluated within the scope of the study and that the cost of supply is the most important performance criterion. The criteria are divided into affecting and affected by evaluating the level of importance relative to each other. It has been shown that the enterprise should focus on which performance criteria in the supplier selection.*

**Keywords:** Sustainable Supply Chain Management, Supplier Selection, Multi-Criteria Decision Making, DEMATEL, Triple Bottom Line.

## 1. Giriş

İşletmeler tedarik faaliyetlerini yaşam döngüleri boyunca sürdürmeye mecburdur. Tedarik fonksiyonunun iyi işlenmesi, kaliteli bir yapı ortaya koymak ve zinciri iyi yönetebilmek için gereklidir. Ulusal ve uluslararası pazarda oluşan dinamik ve karmaşık kurumsal sistemlerde karar verme süreci, organizasyonların kontrol ve yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır (Kolbin, 2003:345). İşletmeler globalleşme ve artan rekabete karşı, kârlılığını ve verimliliğini en uygun şekilde yönetebilmek için en doğru seçimleri yapmak zorundadır. Günümüzde tedarikçilerle uzun vadeli iş birliğini sürdürmek ve daha az sayıda ancak güvenilir tedarikçi ile çalışmak amaçlanmaktadır (Li vd., 2006). İşletmeler açısından önemli bir diğer husus ise tedarikçiler ve diğer stratejik ortaklarla yakın ve uzun dönemli ilişki kurabilme yeteneğidir. Bu ilişki sayesinde ortak bir fayda ile maliyet, kalite, hız ve cevap verebilirlik gibi rekabet açısından öncelikli konularda avantaj sağlanmaktadır. İşletmelerin kaliteyi kabul edilebilir sınırdan tutarak düşük maliyetle üretim yapmaları rekabet avantajı sağlamaları için gereklidir. Doğru ürünün, doğru yerde, doğru zamanda, doğru fiyata, düşük maliyetle son tüketiciye ulaşmasını sağlayan malzeme, bilgi ve para akışının yönetimi olan tedarik zinciri yönetimi, rekabet avantajını kullanmayı amaçlayan işletmeler için oldukça önemlidir (Ross, 1998:33).

Tedarik zincirleri rekabet, kaynak kıtlığı, katı düzenlemeler ve paydaş gereksinimlerine giderek daha fazla maruz kalmaktadır. Şirketlerin tedarik zinciri yönetimlerinde sürdürülebilirlik ilkeleri benimsemeleri konusunda artan bir farkındalık mevcuttur. Çünkü günümüzde artık işletmeler değil tedarik zincirleri rekabet etmektedir. İşletmeler bu nedenle tedarik zinciri tasarımında doğru tedarikçilerle çalışmak mecburiyetindedir. Ortaya çıkan gelişmeler işletmelerin maliyetleri açısından avantaj sağlamanın yanı sıra birtakım zorluklara da neden olabilmektedir. Tehditlerin fırsata dönüştürülmesi ve maliyetlerin en uygun düzeyde tutulması noktasında tedarik zinciri yönetimi kilit rol oynamaktadır (Çiçek vd., 2020).

İşletmelerin tedarik zinciri performanslarını artırmaları ve dolayısıyla rakiplerine üstünlük sağlamalarında kritik faktörlerden biri de uygun tedarikçilerle çalışmaktır. Dolayısıyla en uygun tedarikçinin seçimi özellikle tedarik zinciri süreçlerinde sürdürülebilirlik anlayışını benimseyen işletmeler açısından daha fazla önem kazanmaktadır. İşletmelerin başarısında kritik bir faktör haline gelmesi sebebiyle tedarikçi seçimi ve tedarik yönetiminde değerlendirme oldukça önemlidir (Hsu vd., 2013). Değerlendirme kriterleri tespit edildikten sonra alternatifler arasından en uygun tedarikçinin seçimi yapılmalıdır. İyi seçilmiş bir tedarikçi maliyeti düşürüp,

kalite ve güvenilirliği artırabilir. Ayrıca tedarik zincirinde oluşabilecek riski en aza indirerek işletmenin kâr marjını artırabilir (Liu vd., 2018). Çoğu sektörde son ürün fiyatının (% 70) oldukça büyük bir kısmını hammadde ve parça maliyetleri oluşturmaktadır (Ghodsypour & O'Brien, 1998). Bu sebeple tedarikçi seçiminin satın alma departmanının en önemli faaliyeti olduğu kabul edilmektedir (Saen, 2007). Tedarikçi seçiminde işletme için karar veren kişiler somut ve maddi olmayan kriterler arasından en uygun olanını seçmeyi amaçlamaktadır. En iyi tedarikçiyi bulmada karşılaşılan zorluklar nedeniyle, işletmeler çeşitli yöntemler kullanmaktadır. Birçok kriteri içermesi sebebi ile uygun tedarikçinin seçimi literatürde oldukça fazla çalışılan konular arasındadır. Hem niteliksel hem de niceliksel özelliklere dikkat edilmesini gerektirdiği için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi olarak kabul edilir (Cihangir, 2019). Sürdürülebilir tedarikçi seçiminde yararlanılan kriterleri tespit etmek için bu çalışma yapılmıştır. Çalışmanın ana amacı sürdürülebilir tedarikçi seçiminde hangi kriterlerin daha fazla öneme sahip olduğunun DEMATEL yöntemiyle araştırılmasıdır. Çalışma dört bölümden oluşmakta olup birinci bölümdeki girişten sonra ikinci bölümde kavramsal çerçeveye yer verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmanın yöntemi açıklanmış, analizde kullanılacak kriterlerin nasıl seçildiği ortaya konularak uygulama adımları anlatılmıştır. Dördüncü ve son bölümde ise sonuç ve öneriler kısmına yer verilerek çalışma tamamlanmıştır.

## **2. Kavramsal Çerçeve**

### **2.1. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi**

Tedarikçiler, buldukları tedarik zincirinin en kritik bağlantısıdır (Dong vd., 2018). Tedarikçi ile alıcı ilişkisinin sürdürülebilirliği bakımından işletmeler stratejik karar alabilme yeteneğine sahip olmalıdır. Karar vermeyi geliştirmek için tedarikçilerle etkin ilişkiler kurulmasının yanı sıra ürün tasarım faaliyetlerinde ve sürekli iyileştirme çalışmalarında tedarikçi katılımının sağlanması hem tedarikçinin hem de üreticinin performansını yükseltmesine, ürün geliştirme sürecine dahil edilmesi ise kaynakların en çok fayda sağlayacak şekilde ayarlanmasına katkı sağlayabilir (Vonderembse & Tracey, 1999).

Sürdürülebilirlik kavramı, çevre koruma ve sosyal yükümlülük bilincinin artması nedeniyle çok sayıda sektör için temel bir felsefe haline gelmiştir. Dünya Ekonomik Kalkınma Komisyonu sürdürülebilir bir işletmeyi “gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılayan” bir işletme olarak tanımlamaktadır (WCED, 1987). Artan dış kaynak kullanımı tercihi, çevresel politikalar (Ghayebloo vd., 2015), kaynak rezervlerinin hızlı bir biçimde tükenmesi ve sosyal sorumluluk bilincinin oluşması ile işletmelerin strateji ve politikalarında sürdürülebilirlik zorunlu hale gelmiştir (Luthra & Mangla, 2018).

Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, sadece kurumların kendi faaliyetlerinin sorumluluklarını değil içinde buldukları tedarik zincirini de içermekte, müşteri ve paydaş gereksinimlerinden elde edilen sürdürülebilir kalkınmanın “Üçlü Bilanço Yaklaşımı” olarak kabul edilen ekonomik, sosyal ve çevresel hedeflerini dikkate almaktadır (Seuring & Müller, 2008: 361; Carter & Rogers, 2008). İşletmeler rakiplerinden farklılaşmak ve ayrışabilmek için maliyetlerini azaltmalı, ürün/hizmet kalitesini artırmalı ve bunları yaparken ekonomik, sosyal ve çevresel faktörleri de göz ardı etmemelidir. Artık günümüzde tedarik zinciri yapısının amacı sadece bitmiş ürünleri müşterisine ulaştırmak değil ayrıca ürünlere değer katacak faaliyetleri

tespit ederek uygulamaktır. İşletmeler sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimlerinde etkinliklerini bu sayede artırabilir (Peidro vd., 2009). Verimli bir tedarik zinciri yönetimi rekabet avantajının iyileştirilmesi, üretim riskinin azaltılması, iyileştirilmiş müşteri hizmetleri, optimize edilmiş envanter seviyesi, müşteri memnuniyeti, artan gelir ve kârlılığı ile mümkündür (Chang vd., 2011). Sürdürülebilir bir tedarikçi seçimi bu yoldaki ilk adımdır (Memari, 2019).

Tablo 1, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi değerlendirmesi yapabilmek için geliştirilmiş faktörleri göstermektedir. Detaylı literatür taraması sonucunda elde edilmiş faktörler ekonomik, çevresel ve sosyal olarak sıralanmış ve seçim kriterlerine ilişkin daha önce yapılmış çalışmalardan bazıları tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 1: Faktörlere Göre Seçim Kriterleri**

<b>Faktörler</b>	<b>Yapılmış Çalışmalar</b>
<b>Ekonomik Faktörler</b>	
Çevresel Maliyetler	Ahi & Searcy (2015)
Firma Altyapısı	Yayla vd. (2015)
Fiyat	Awasthi vd. (2018); Luthra vd. (2017); Amindoust vd. (2012)
Hizmet Becerisi	Chang vd. (2011); Dou & Sarkis (2010)
Hizmet Performansı	Memari vd. (2019); Luthra vd. (2017)
İletişim ve Bilgi Teknolojisi	Govindan vd. (2019); Liu & Wang (2009)
Kalite	Memari vd. (2019); Amindoust vd. (2012); Bai & Sarkis (2010)
Kârlılık	Govindan vd. (2019)
Müşteri Memnuniyeti	Ahi & Searcy (2015)
Operasyonel Maliyetler	Govindan vd. (2019); Arabsheybani vd. (2018)
Pazar Payı	Govindan vd. (2019); Ahi & Searcy (2015)
Risk Paylaşımı	Tavana vd. (2016)
Stratejik Uyum	Dou & Sarkis (2010)
Tedarik Maliyeti	Govindan vd. (2019); Memari vd. (2019); Ghadimi & Heavey (2014)
Teknoloji Uzmanlığı / Kapasitesi	Bai & Sarkis (2010); Aktas vd. (2011)
Tersine Lojistik Yatırımları	Aguezoul (2014)
Teslim Süresi	Fallahpour vd. (2017); Govindan vd. (2013); Chen vd. (2010)
Ürün / Hizmet Kalitesi	Govindan vd. (2019)

**Tablo 1 devam**

<b>Çevresel Faktörler</b>	
Atık Yönetimi	Govindan vd. (2013); Azadnia vd. (2012); Amindoust vd. (2012)
Çevre Koruma Politikaları	Awasthi vd. (2010)
Çevresel Yönetim Sistemi	Çiçek vd. (2020); Bai & Sarkis (2010); Dou & Sarkis (2010)
Emisyonlar	Amindoust vd. (2012)
Enerji Tüketimi	Gold & Awasthi (2015)
Geri Dönüşüm Faaliyetleri	Memari vd. (2019); Su vd. (2016)
Kaynak Tüketimi	Çiçek vd. (2020); Govindan vd. (2013); Bai & Sarkis, (2010)
Kirlilik Engelleyici Önlemler	Govindan vd. (2019); Bai & Sarkis (2010)
Kirlilik Kontrolü	Govindan vd. (2019); Dou & Sarkis (2010)
Sertifkasyon	Fallahpour vd. (2017); Su vd. (2016)
Yeşil Aktivitelere Katılım	Amindoust vd. (2012)
Yeşil Taşıma ve Dağıtım Stratejileri	Colicchia vd. (2013)
Yeşil Tedarik Zinciri	Azadnia vd. (2013); Amindoust vd. (2012)
<b>Sosyal Faktörler</b>	
Çalışan Eğitimi	Awasthi vd. (2010)
Çalışanlar Arasındaki İletişim	Tavana vd. (2016)
Çeşitlilik ve Denge	Amindoust vd. (2012); Bai & Sarkis (2010)
Esnek Çalışma Düzenlemeleri	Govindan vd. (2019)
Eşit Çalışma Koşulları	Dou & Sarkis (2010)
Firma Kültür ve Politikası	Çiçek vd. (2020); Gold & Awasthi, (2015); Bai & Sarkis (2010)
Gönüllü Katılımcılık	Ahi & Searcy (2015)
İnsan Kaynakları Faaliyetleri	Liu & Wang (2009)
İş Fırsatları	Govindan vd. (2019)
Paydaş Katılımı	Amindoust vd. (2012); Bai & Sarkis (2010)
Sağlık ve Güvenlik Aktiviteleri	Azadnia vd. (2013); Amindoust vd. (2012); Bai & Sarkis (2010)
Topluma Etkisi	Govindan vd. (2019)

## **2.2. Sürdürülebilir Tedarikçi Seçim Yöntemleri**

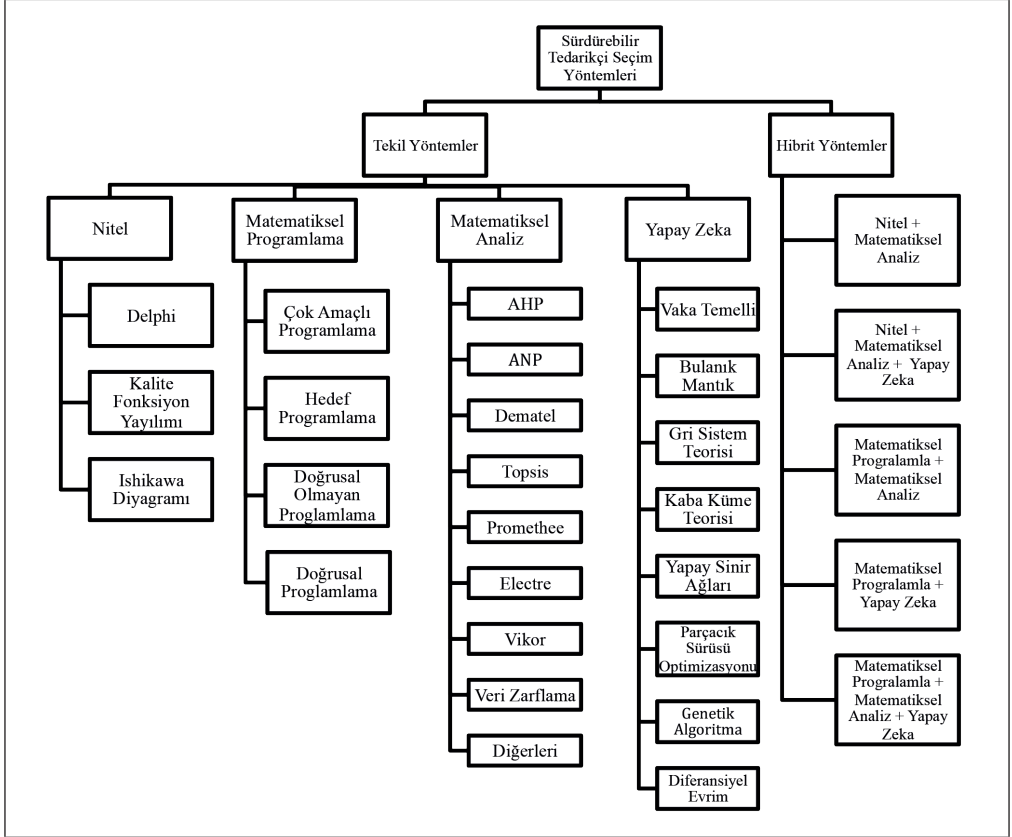
Tedarik zincirinin performansı ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan güçlü tedarikçilerle iş birliği ile artırılabilir (Sarı vd., 2017; Fallahpour vd., 2017). Tedarikçilerin, tedarik zinciri yönetimindeki kritik rolleri ve işletmelerin sürdürülebilirlik performansı üzerindeki etkileri nedeniyle dikkatle değerlendirilmesi ve seçilmesi gerekir. Doğru tedarikçi seçimi, işletmelerin uygun tedarik zinciri ortaklarını bulmasına ve sonunda organizasyon performansını artırmasına yardımcı olur (Chang vd., 2011).

Tedarikçi seçimi dört aşamadan oluşan bir süreçtir (De Boer vd., 2001):

- I. Tedarikçi seçimi ile hedefin ortaya konması (Problemin tanımlanması).
- II. Tedarikçi seçiminde dikkate alınacak kriterlerin tespit edilmesi (Tedarikçi seçim kriterleri).
- III. Amaçlara uygun olmayan tedarikçilerin elenmesi (Ön eleme).
- IV. Amaçlara uygun olan tedarikçiler arasından seçim yapılması (Tedarikçi seçiminde kullanılan modeller).

Daha önceden birlikte çalışılmış tedarikçilerden yeni ürün veya hizmet almak ya da daha önceden birlikte çalışılmamış tedarikçilerden ürün veya hizmet almak çok sayıda kriterin dikkate alınmasını gerektirir. Böylece işletmeler tedarikçilerden ürün ya da hizmet alma durumlarında yüksek seviyede belirsizlik ortamında karar vermek zorunda kalırlar (Ghorabae vd., 2017). Bununla birlikte Tseng vd. (2009) tedarik zinciri yönetimi alanında uygun tedarikçi seçmenin karmaşıklık ve belirsizlik ile karakterize edilen kriterler ve karar verme yöntemlerini içermesi sebebi ile çok zor bir konu olduğunu belirtmiştir. Sürdürülebilir uygulamalara yönelik uygun tedarikçilerin seçilmesi için farklı modeller geliştirilmiştir. Sürdürülebilir tedarikçi seçim yöntemleri nitel, matematiksel programlama, matematiksel analiz, yapay zekâ ve hibrit modeller olarak kategorize edilebilir. Sürdürülebilir tedarikçi seçimi için modelleme yaklaşımlarının sınıflandırılması Şekil 1 ile göstermektedir.

Şekil 1: Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi İçin Modelleme Yaklaşımlarının Sınıflandırılması



**Kaynak:** Zimmer K, Frohling M. & Schultmann F. (2016). Sustainable supplier management—a review of models supporting sustainable supplier selection, monitoring and development. *Int J Prod Res*, 54(5):1412–42.

Literatürde tedarikçi seçimi ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Dickson (1966) tedarikçi seçiminde öncü olarak kabul edilen çalışmasında, ABD ve Kanada'daki satın alma temsilcileri ve yöneticilerinin tedarikçi performansını değerlendirmek için 23 kriter belirlemiştir. Alternatif tedarikçilerin değerlendirilmesinin ardından en iyi tedarikçinin seçilmesinde bu kriterler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ürün kalitesi ve zamanında teslim en önemli kriterler olarak ortaya çıkmıştır. Ellraam (1990) işletmelerin potansiyel tedarikçilerle ortaklık ilişkisinde ek faktörlere ihtiyaç duyulduğunu ileri sürmüştür. Tedarikçi seçim faktörlerini dört gruba ayırmış ve toplamda on beş tedarikçi seçim faktörü belirlemiştir. Weber vd. (1991) 1966 ve 1991 yılları arasında yayımlanmış 74 makaledeki kriterleri değerlendirerek üretim ve perakende sektörlerinde tedarikçi seçim kriterlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Toplam on kriter belirledikten sonra yüksek ve düşük önem düzeyine sahip olanlar şeklinde iki başlıkta sınıflandırmışlardır. Bai & Sarkis (2010) işletmelerin

tedarik zinciri yönetimlerinde daha etkili kararlar alabilmesi için bir karar destek aracı ve metodolojisi önermiştir. Odeh & Smallwood (2012) sürdürülebilir tedarik zinciri literatürünü inceleyerek avantajlar ve dezavantajları belirlemiştir. Govindan vd. (2013) literatür taraması yaparak çevre yönetim sisteminin yeşil görüntü, çevre performansı, çevre için tasarım, yeşil yetkinlikler, çevresel iyileştirme maliyeti, ISO 1400, yeşil ürün vb. başlıklarda yoğunlaştığını tespit etmiştir. Dawei vd. (2014) Çin’de gerçekleştirilen geleneksel ve sürdürülebilir tedarikçi seçimi çalışmalarını inceleyerek karşılaştırmalı bir literatür taraması yapmıştır. Eskandarpour vd. (2015) çalışmasının odak noktası olarak sürdürülebilir gelişmeyi belirlemiş, çok amaçlı yaklaşım modelini uygulayarak belirsizlik ve risk altında tedarik zinciri ağı geliştirmiştir. Zimmer vd. (2016) 1997 ve 2014 yılları arasındaki toplamda 143 araştırmanın hangi sektörleri kapsadığını, hangi yöntemlerin kullanıldığını, tedarikçi seçim kriterlerinin ana ve alt faktörlerini göz önünde bulundurarak değerlendirmelerde bulunmuştur. Bu incelemeler sonucu, son yıllarda popülerliğinin gittikçe artması neticesinde çok kriterli karar verme ve bulanık tabanlı yaklaşımların araştırmalarda daha fazla kullanılarak değerlendirme ve seçim sürecine odaklandığı, sosyal ve niceliksel ölçütlerin ise çalışmalarda çok az kullanıldığını tespit etmişlerdir. Si vd. (2018) 2006 ve 2016 yılları arasında DEMATEL yöntemini kullanan 346 makaleyi incelemiştir. Analiz sonucuna göre %30,3’ünün klasik DEMATEL, % 44,5’inin ANP ve DEMATEL, %18,2’sinin bulanık DEMATEL, %3,5’inin gri DEMATEL ve %3,5’inin diğer DEMATEL yöntemlerini kullandığı sonucuna varılmıştır. Çalışmaların uygulama alanları göz önünde bulundurulduğunda, işletme ve yönetim alanının %26,4 oranında çalışıldığı sonucuna varılmıştır. Ansari & Kant (2017) 2002 yılından sonra yapılmış çalışmaları dergi, ülke, yöntem, uygulama alanı ve sektörel olarak analiz etmiştir. Bakir vd. (2018) DEMATEL yönteminin AHP gibi klasik yöntemler ile kıyaslandığında problemlerdeki faktörler arasındaki karmaşık ilişkileri incelemede daha başarılı olduğu sonucuna varmışlardır. Uzmanların kriterlere bakış açılarını geliştirmesi ve sürdürülebilirlik faktörleri içinde karşılıklı ilişkileri bulmak için en çok tercih edilen yöntem olması sebebi ile çalışmada DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Tedarikçi seçimi üzerine yapılmış çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

**Tablo 2: Tedarikçi Seçimi Üzerine Yapılmış Çalışmalar**

Yazar	Sektör	Yöntem
Cihangir (2019)	Yapı Kimyasalları	
Bakir vd. (2018)	Kamu	
Song vd. (2017)	Klima	
Sarı vd. (2017)	Sağlık	
Şenocak (2016)	Yazılım	Dematel
Lin (2015)	Dokunmatik Panel	
Uysal (2012)	İmalat	
Chiou vd. (2011)	Yeşil İnovasyon	
Wu & Lee (2007)	Teknoloji	



**Tablo 2 devam**

Leblebicioğlu & Keskin (2021)	Eczacılık	
Koç (2019)	Tekstil	
Lin vd. (2018)	Teneke Kutu (Bebek maması)	
Jeng (2015)	İmalat	Bulanık Dematel
Govindan vd. (2015)	Otomotiv	
Lin (2013)	Elektrik elektronik	
Chang vd. (2011)	Elektronik	
Tseng (2009)	Emlakçılık	
Su vd. (2016)	Elektronik	Gri Dematel
Liang (2016)	Biyoyakıt	
Ahi (2020)	Demiryolu	Dematel, ANP ve Topsis
Gören (2018)	Online Perakende	Dematel ve Taguchi
Kumar vd. (2018)	Otomotiv	Dematel, Bulanık Delphi ve Bulanık AHP
Çelik & Çağıl (2021)	Traktör	Bulanık Dematel, Bulanık AHP, Bulanık Topsis, Bulanık MOORA
Valmohammadi & Sofiyabadi (2015)	Otomotiv	Bulanık Dematel ve Dengeli Puan Kart
Orji & Wei (2014)	İmalat	Bulanık Dematel ve Topsis
Ar vd. (2015)	Kablo	Bütünleşik Dematel-AAS-Vikor
Mehregan vd. (2014)	Gaz endüstrisi	Bulanık Dematel ve ISM
Yeh & Huang (2014)	Rüzgâr Enerjisi	Bulanık Dematel ve ANP
Acar & Köylüoğlu (2020)	İnşaat	
Köroğlu (2019)	Termik santral	
Türkoğlu (2016)	Ambalaj	
Ahmadi vd. (2017)	Telekom	AHP
Sarkis vd. (2012)	İnşaat	
Beşkese & Evecen (2012)	Sağlık	
Karagöz (2009)	İnşaat	
Sağnak (2020)	Mobilya	
Aydın & Eren (2018)	Hava savunma	
Azadnia vd. (2013)	Petrol	
Chan vd. (2008)	İmalat	Bulanık AHP
Akman & Alkan (2006)	Otomotiv	
Güner & Mutlu (2005)	Mermer	

**Tablo 2 devam**

Abdullah vd. (2019)	Organik çiftlik	
Şenkayas & Hekimoğlu (2013)	İmalat	Promethee
Kumar vd. (2018)	Demir çelik	Topsis
Memari vd. (2019)	Otomotiv	
Şişman (2018)	Elektrikli ev aletleri	
Ayvaz vd. (2015)	Katılım bankacılığı	Bulanık Topsis
Öztürk & Özçelik (2014)	Enerji	
Özçakar & Demir (2011)	Gıda	
Kannan vd. (2009)	Tersine lojistik	
Neumüller vd. (2015)	Dağıtım Merkezi	
Hussain vd. (2015)	Üretim	
Baynal & Yüzügüllü (2013)	İmalat	ANP
Verdecho vd. (2010)	Otomotiv	
Hsu & Hu (2009)	Elektronik	
Dargi vd. (2014)	Otomotiv	
Kang vd. (2012)	Elektronik	Bulanık ANP
Büyüközkan & Çifçi (2011)	Beyaz eşya	
Soner & Önüt (2006)	Klima	AHP ve Electre
Alkan vd. (2017)	Tarımsal lastik	AHP ve Promethee
Mohammed vd. (2018)	Et tedarik zinciri	
Aydın & Eren (2018)	Savunma sanayi	
Azimifard vd. (2018)	Çelik	AHP ve Topsis
Arıkan & Gökbek (2014)	Elektronik	
Wittstruck & Teuteberg (2012)	Elektrik elektronik	
Luthra vd. (2017)	Otomobil	AHP ve Vikor
Kara & Ecer (2016)	Tekstil	
Rajesh & Malliga (2013)	Alüminyum	AHP ve Kalite fonksiyon yayılımı (QFD)
Dai & Blackhurst (2012)	Perakende	
Balıbaş (2020)	Katı atık	AHP ve Bulanık Topsis
Çiçek vd. (2020)	Sanayi	AHP, Topsis ve Electre
Madenoğlu (2020)	Üretim	AHP, Dengeli Puan Kart, Marcos

**Tablo 2 devam**

Ecemiş & Yaykaşlı (2018)	Endüstriyel mutfak	AHP ve Gri İlişkisel Analiz
Eren & Özder (2016)	İçecek	AHP, Promethee, ANP, Electre
Ünal (2015)	Turizm	AHP ve Taguchi
Koç (2020)	Üretim	Bulanık AHP, Bulanık Edas, Bulanık Cudas, Bulanık Moora
Jain vd. (2018)	Otomotiv	Bulanık AHP ve Topsis
Awasthi vd. (2018)	Elektronik	Bulanık AHP ve Bulanık Vikor
Fallahpour vd. (2017)	Tekstil	Bulanık AHP ve Bulanık Topsis
Yalçın & Kılıç (2017)	Filtre	Bulanık AHP ve Promethee
Lima Junior vd. (2014)	Kablo	Bulanık AHP ve Bulanık Topsis
Çalık vd. (2018)	Bölgesel farklılık	Bulanık AHP ve DEA
Azadnia vd. (2012)	Otomotiv	Bulanık AHP ve Topsis
Abdel-Baset vd. (2019)	İthalat	ANP, Vikor ve Entropi
Öztürk vd. (2018)	Kablo	ANP ve Electre
Wan vd. (2017)	Otobüs	ANP ve Electre II
Tavana vd. (2017)	Gıda	ANP ve Kalite fonksiyon yayılımı (QFD)
Wu vd. (2013)	Televizyondan alışveriş	ANP ve Topsis
Doğan (2017)	Akü	Bulanık Topsis, Bulanık Vikor, Bulanık TODIM
Azadi vd. (2015)	Reçine	Veri zarflama
Demirtaş vd. (2020)	Araç seçimi	EDAS
Toklu vd. (2018)	Demir çelik	Swara, Waspas
Govindan vd. (2019)	Elektronik	Copras ve BWM
Durmaz vd. (2017)	İmalat	Moora ve Hedef Programlama
Girubha vd. (2016)	Elektronik	ISM-ANP- Electre II ve ISM-ANP-Vikor
Fallahpour vd. (2015)	Tekstil	Kourosh ve Arash
Arabsheybani vd. (2018)	Ev aletleri	Bulanık MOORA
Güray vd. (2015)	İnşaat	Bulanık choquet integral
Ghadimi & Heavey (2014)	Tıbbi cihaz	Bulanık çıkarım
Görener (2013)	İmalat	Bulanık Vikor
Keskin vd. (2010)	Otomotiv	Bulanık ART
Liu & Wang (2009)	Teknoloji	Bulanık Delphi
Ağar (2010)	Beyaz eşya	SCOR

### 3. Yöntem

#### 3.1. DEMATEL Yöntemi

Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (DEMATEL) karmaşık ve iç içe geçmiş sorunlu grubu araştırmak amacıyla geniş bir şekilde uygulanmış (Fontela & Gabus, 1976), mantıksal ilişkiler ve sistematik kriterler arasındaki doğrudan etki ilişkilerinin analizini elde etmek için matematiksel bir teknoloji benimsemiştir. DEMATEL, sürdürülebilirlik faktörleri içinde karşılıklı bağımlılıkların karşılıklı ilişkilerini ve karşılıklı bağımlılık gücünü bulmak için en çok tercih edilen yöntemdir (Wu & Lee, 2007). Bununla birlikte belirli uzmanların etkileşime giren faktör ve kriterlere bakış açılarını geliştirebilir ve görsel yapı modeli ile uygulanabilir bir çözüm sağlayabilir (He & Cheng, 2012). Bu nedenle DEMATEL yöntemi, kriterlerin nedenleri ve etkileri arasındaki ilişkiyi, sistemin anlaşılabilir bir yapısal modeline dönüştürebilir. Öngörülemez özellikler veya nitelikler arasındaki karşılıklı güveni doğrulayabilir, böylece karakteristik eğilimi ortaya çıkarır ve yönlendirilmiş grafiği geliştirerek değişkenler arasındaki ilişkiyi yansıtır (Hori & Shimizu, 1999). DEMATEL yöntemi, çözülmesi zor olan karar verme problemlerini önemlerine göre gruplandırarak problemin çözülmesi için olanak sağlamakta ayrıca ölçüt ağırlıklarının değerlendirmesinde nesnel olunması ve aynı zamanda farklı metotlarla bulunan ağırlıkların kullanılması için ortam oluşturmaktadır (Barrios vd., 2014). Yöntem ağırlıklı öneme sahip kriterleri etkileyen, daha az önemli görülenleri ise etkilenen kriter olarak tanımlamaktadır (Tseng & Lin, 2009). DEMATEL yönteminin temel adımları aşağıda açıklanmıştır (Tzeng vd., 2007; Wu, 2008; Tsai & Chou, 2009; Tzeng & Huang, 2011).

**Adım 1:** Kriterler arasındaki ilişkiler aşağıdaki Tablo 3'te gösterilen beş farklı ölçek ile puanlanarak direkt ilişki matrisi (T) oluşturulur (Tsai & Chou, 2009):

**Tablo 3: DEMATEL Metodu Değerlendirme Ölçeği**

0	Etkileşim yok
1	Çok düşük etkileşim
2	Düşük etkileşim
3	Yüksek etkileşim
4	Çok yüksek etkileşim

$$T = [t_{ij}]_{n \times n} \quad (1)$$

Direkt ilişki matrisi,  $n \times n$  yapıya sahip olup uzmanların Tablo 3'teki ölçeği kullanarak faktörlerin birbirini etkileme düzeylerini ikili olarak değerlendirmesinden sonra oluşmaktadır.

**Adım 2:** Direkt ilişki matrisi "k" katsayısı aracılığı ile normalize edilir. Her bir satır ve sütunda bulunan elemanlarının toplamları arasında en büyük olan değer tersi "k" katsayısını verir (Wu, 2008).

$$k = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

Elde edilen “k” katsayısı “T” matrisiyle çarpılarak “M” matrisi elde edilir.

$$M = k \times T \quad (3)$$

**Adım 3:** Toplam ilişki matrisi oluşturulur. Normalize edilmiş ilişki matrisi (M) ile I birim matrisinden normalize edilmiş ilişki matrisinin (M) çıkarılmış halinin tersi çarpılarak elde edilir.

$$S = M(I - M)^{-1} \quad (4)$$

**Adım 4:** Etkileyen-etkilenen diyagramı oluşturulur. Her satır ve sütun birbirinden ayrı olarak toplanır. Daha sonra satır toplamları için “D” vektörü, sütun toplamları için “R” vektörü oluşturulur.

$$D = \left[ \sum_{i=1}^n t_{ij} \right]_{i \times n} = [t_j]_{n \times 1} \quad (5)$$

$$R = \left[ \sum_{j=1}^n t_{ij} \right]_{i \times n} = [t_j]_{n \times 1} \quad (6)$$

D ve R vektörlerinin belirlenmesinin ardından, D+R ve D-R vektörleri elde edilir. Diyagramda D+R yatay ekseninde gösterilerek “öncelik”, D-R ise dikey ekseninde gösterilerek “ilişki” olarak tanımlanır (Tzeng & Huang, 2011).

Karar vericiler veya uzmanlar tarafından belirlenen eşik değeri ile T matrisinde eşik değerinden büyük etki değerlerine sahip faktörler seçilerek, etkileyen-etkilenen diyagramına dönüştürülür (Tzeng vd., 2007; Tsai & Chou, 2009)

Tablo 4 ile kriterlerin öncelik ve ilişki değerlerinin yorumlarına yer verilmiştir. Kriterlerin özellikleri açıklanmıştır.

**Tablo 4: Kriterlerin Öncelik (D-R) ve İlişki (D+R) Değerlerinin Yorumu**

İlişki (D-R) Değeri	Öncelik (D+R) Değeri	Kriterin özelliği
Pozitif	Yüksek	Çözüm için yüksek önem derecesine sahip ve odaklanılması gereken kriterlerdir. Nedensel kriter grubunda yer alırlar ve diğer kriterleri etkileyerek dolaylı yoldan değiştirebilirler.
Pozitif	Düşük	Bağımsız kriterler olarak sınıflandırılır. Nedensel kriterler grubunda yer alır ve diğer kriterler üzerindeki etkisi azdır.
Negatif	Yüksek	Sonuç kriteri olarak sınıflandırılır ve nedensel kriterlerdeki değişimler bu kriterleri etkiler.
Negatif	Düşük	Bağımsız kriterler olarak sınıflandırılır. Sonuç kriteri grubunda yer alır ve nedensel kriterler tarafından çok fazla etkilenmez.

**Adım 5.** Kriterlerin önem ağırlıkları D ve R vektörlerinin toplam ( $Di + Ri$ ) ve net etkilerinin ( $Di - Ri$ ) kareli ortalaması alınarak hesaplanır.

$$w_i = \left[ (Di + Ri)^2 + (Di - Ri)^2 \right]^{1/2} \quad (7)$$

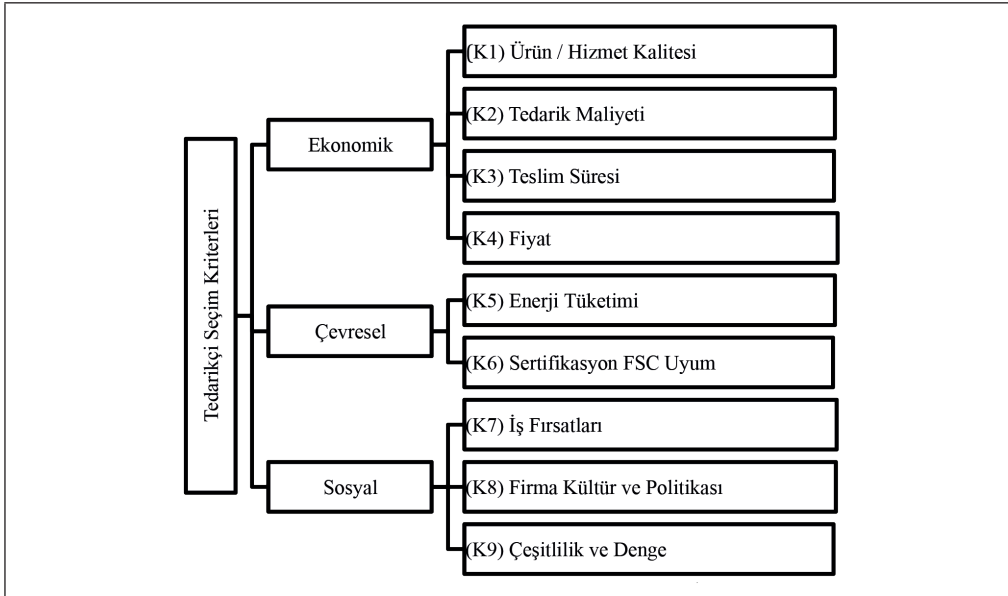
### 3.2. Uygulama

Bu çalışmada Düzce ilinde faaliyet gösteren uluslararası bir doğal ahşap kaplama firmasının tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Avrupa, Amerika, Afrika ve Orta Doğu gibi bölgelerde yaklaşık 15 ülke ile ithalat 25 ülke ile ihracat yapan, alanında Türkiye'nin önde gelen firmalarından biri olarak kabul edilmektedir. Portföyünde 150'ye yakın tedarikçisi bulunmaktadır. Firmanın rakiplerinden farklılaştırabilmesi için maliyetler, ürün/hizmet kalitesinin yanı sıra sosyal, ekonomik ve çevresel faktörleri de dikkate alması gerekmektedir. Bu sebeple en uygun tedarikçiler ile çalışmak ve kriterlerin ağırlıklarını tespit etmek firma için oldukça önemlidir. Çalışma ile firmanın sürdürülebilir tedarikçi seçiminde kullanılan kriterlerin önem sırasının tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kuruluna 18.06.2021 tarihinde araştırma öneri formu ile başvurularak izin istenilmiştir. Kurulun 24.06.2021 Tarih ve 10 Sayılı Toplantısında 2021/165 Sayılı Kararına istinaden çalışmanın etik açıdan uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

### 3.3. Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi

Yapılan literatür taramasında tedarikçi seçiminde kullanılan ekonomik, çevresel ve sosyal kriterler Tablo 1'de gösterilmiştir. Tabloda bulunan 18 ekonomik, 13 çevresel ve 12 sosyal kriter belirlenmiş, firmada görev yapan genel müdür ile 01.07.2021 tarihinde firmanın ofisinde görüşme yapılarak Şekil 2'deki alt kriterler belirlenmiştir. Daha sonra DEMATEL yöntemi uygulanarak kriterlerin bağımlılıkları ve arasındaki ilişki sistematik olarak ortaya konulmuştur. Sürdürülebilirlik kriterlerinden etkileyen ve etkilenen kriterler önem sırasına göre ifade edilmiştir. Bu çalışmayla, firmanın tedarikçi seçimini daha sürdürülebilir hale getirmek istediğinde tedarikçi seçim kriterlerinden hangilerine daha fazla önem vermesi gerektiğinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Şekil 2: Tedarikçi Seçim Kriter ve Alt Kriterleri



Yukarıda belirtilen kriterler arasındaki etkileşim düzeyi 0 ile 4 arasında puanlanarak Tablo 5’de gösterilmiştir. Uygulama adımları sırası ile aşağıda gösterilmiştir.

1.Adım: Direkt ilişki matrisi, firmanın uzman genel müdürü tarafından yapılan değerlendirmeler sonucunda Tablo 5’teki gibi oluşturulmuştur.

**Tablo 5: Direkt İlişki Matrisi**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1	0	4	4	4	1	4	4	4	4
K2	4	0	4	4	2	4	4	4	4
K3	4	4	0	1	4	3	4	3	3
K4	4	4	4	0	0	4	4	3	3
K5	1	1	1	1	0	1	1	1	1
K6	3	3	0	4	0	0	3	2	3
K7	3	3	3	4	1	3	0	3	3
K8	3	3	4	4	1	2	3	0	3
K9	4	4	4	4	1	2	3	4	0

2. Adım: Normalizasyon yapılırken satır ve sütün için bulunan değerler arasından maksimum olanın tersi “*k*” katsayısını verecektir. Satır ve sütün toplamları arasından maksimum değer 30, “*k*” katsayısı ise maksimum değerın tersi 0,033 olarak bulunmuştur. Normalize edilmiş direkt ilişki matrisi, katsayının direkt ilişki matrisiyle çarpılması sonucu elde edilir.

**Tablo 6: Normalize Edilmiş Direkt-İlişki Matrisi**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1	0	0,133333	0,133333	0,133333	0,0333333	0,133333	0,133333	0,133333	0,133333
K2	0,133333	0	0,133333	0,133333	0,0666667	0,133333	0,133333	0,133333	0,133333
K3	0,133333	0,133333	0	0,033333	0,1333333	0,1	0,133333	0,1	0,1
K4	0,133333	0,133333	0,133333	0	0	0,133333	0,133333	0,1	0,1
K5	0,0333333	0,0333333	0,0333333	0,0333333	0	0,0333333	0,0333333	0,0333333	0,0333333
K6	0,1	0,1	0	0,133333	0	0	0,1	0,066667	0,1
K7	0,1	0,1	0,1	0,133333	0,0333333	0,1	0	0,1	0,1
K8	0,1	0,1	0,133333	0,133333	0,0333333	0,066667	0,1	0	0,1
K9	0,133333	0,133333	0,133333	0,133333	0,0333333	0,066667	0,1	0,133333	0

3. Adım: Eşitlik 4 doğrultusunda gerekli işlemler yapılarak toplam ilişki matrisi Tablo 7’te gösterildiği şekilde bulunur.

**Tablo 7: Toplam İlişki Matrisi**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1	0,525552	0,643199	0,60907	0,643584	0,2368594	0,589094	0,644316	0,60688	0,606357
K2	0,648515	0,530868	0,614103	0,648903	0,2679856	0,593963	0,649641	0,611895	0,611368
K3	0,559697	0,559697	0,413829	0,480648	0,2968077	0,487983	0,561385	0,504461	0,503977
K4	0,604882	0,604882	0,571786	0,486992	0,1932267	0,556412	0,606717	0,543964	0,54433
K5	0,180734	0,180734	0,171144	0,180842	0,0582911	0,165531	0,181047	0,170528	0,170381
K6	0,444595	0,444595	0,339739	0,478091	0,1317302	0,319457	0,445323	0,393301	0,420541
K7	0,516717	0,516717	0,489268	0,543745	0,1969004	0,473324	0,426728	0,486728	0,486334
K8	0,520205	0,520205	0,521816	0,543823	0,2019028	0,448128	0,521154	0,399187	0,488862
K9	0,601849	0,601849	0,574695	0,599469	0,2233194	0,497558	0,576158	0,569429	0,449668

4. Adım:  $D+R$  değerleri  $x$  eksenini,  $D-R$  değerleri  $y$  eksenini oluşturacak şekilde koordinat düzlemi oluşturulmuştur. Tablo 8’de  $Di+Rj$  ve  $Di-Rj$  değerleri, Şekil 3’te etki diyagramı gösterilmektedir.

**Tablo 8:  $Di+Rj$  ve  $Di-Rj$  Değerleri**

Di	Rj	$Di+Rj$	$Di-Rj$	Etki Grubu
5,104911	4,602744	9,707655	0,502167	Etkileyen
5,177241	4,602744	9,779986	0,574497	Etkileyen
4,368484	4,305451	8,673935	0,063033	Etkileyen
4,71319	4,606095	9,319286	0,107095	Etkileyen
1,459231	1,807023	3,266254	-0,34779	Etkilenen
3,417372	4,13145	7,548822	-0,71408	Etkilenen
4,136461	4,612469	8,748931	-0,47601	Etkilenen
4,165283	4,286373	8,451656	-0,12109	Etkilenen
4,693993	4,281816	8,97581	0,412177	Etkileyen

Tablo 9 ile etkileyen ve etkilenen kriterlere yer verilmiştir. Kriterlerin etki durumu ve boyutları göz önünde bulundurulmuştur.

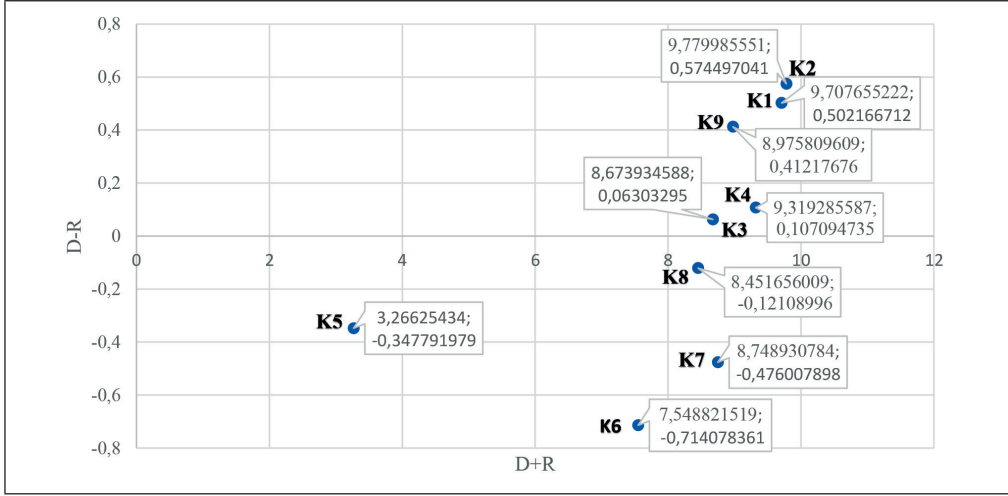
**Tablo 9: Etkileyen Etkilenen Kriterler**

Etkileyen	Etkilenen
K1 Ürün / Hizmet Kalitesi (Ekonomik)	K5 Enerji Tüketimi (Çevresel)
K2 Tedarik Maliyeti (Ekonomik)	K6 Sertifikasyon FSC Uyum (Çevresel)
K3 Teslim Süresi (Ekonomik)	K7 İş Fırsatları (Sosyal)
K4 Fiyat (Ekonomik)	K8 Firma Kültür ve Politikaları (Sosyal)
K9 Çeşitlilik ve Denge (Sosyal)	



Etkileyen kriterler çalışmada kullanılan ekonomik kriterlerin tamamı (K1, K2, K3, K4) ve sosyal kriterlerden olan çeşitlilik ve denge (K9) kriterinden oluşmaktadır. Çalışmanın diğer çevresel (K5, K6) ve sosyal (K7, K8) kriterleri ise etkilenen kriterler arasında yer almıştır. Eşik değeri görüşme yapılan firma genel müdürü tarafından 0,45 olarak belirlenmiştir.

Şekil 3: Etki Diyagramı

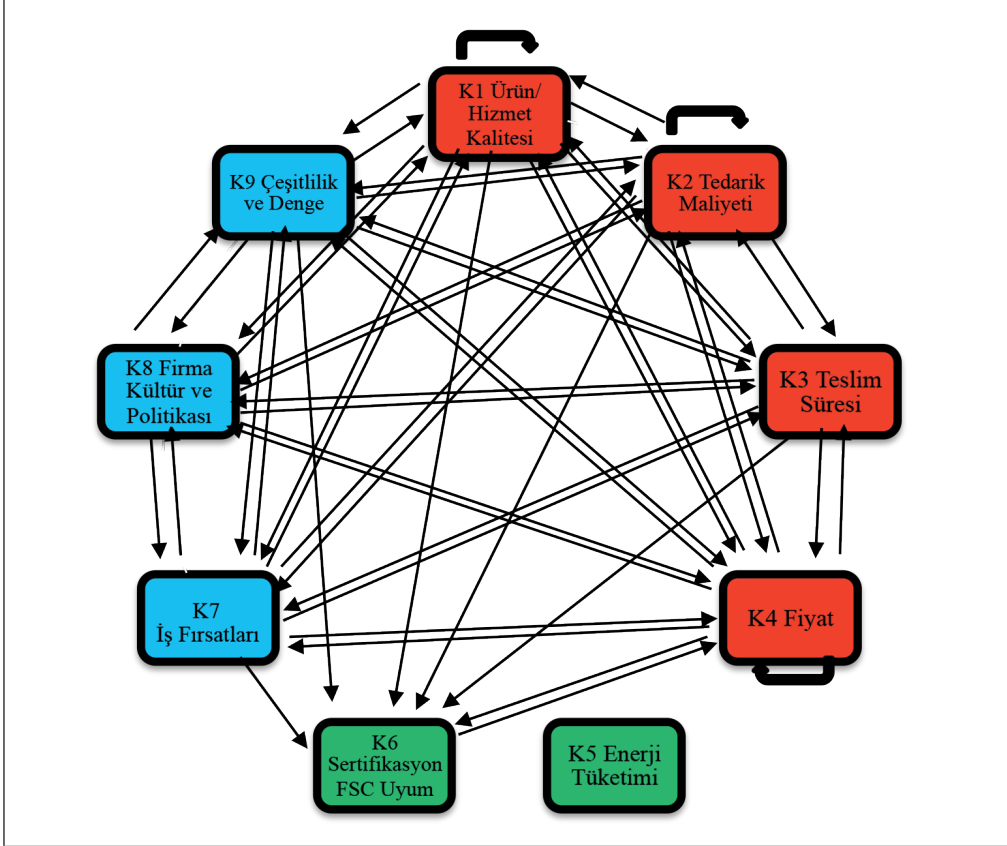


Kriterler arasındaki ilişkiyi gösteren Şekil 3'teki Etki Diyagramı ve Şekil 4'teki İlişki Diyagramı oluşturulmuştur. Tablo 8'de yer alan  $Di+Rj$  ve  $Di-Rj$  değerleri koordinat düzleminde x eksenini ve y eksenini şeklinde Şekil 3'te gösterilmiştir. x ekseninin üzerinde yer alan kriterler (K2, K1, K9, K4, K3) etkileyen, x ekseninin altında yer alan kriterler (K8, K5, K7, K6) ise etkilenen kriterler olarak bulunmuştur.

Kriterlerin birbirleri ile olan ilişki durumları Şekil 4 ile görselleştirilmiştir. Tüm kriterlerin birbirleri ile tek ya da çift yönlü ilişkisi mevcut iken sadece (K5) Enerji tüketimi kriterinin diğer kriterler ile herhangi bir ilişki durumu yoktur. Diğer bir çevresel kriter Sertifikasyon/FSC Uyum (K6) ise sadece Fiyat (K4) ile ilişki içerisindedir. Ekonomik kriterler (K1, K2, K3, K4) Enerji tüketimi kriteri (K5) hariç tüm kriterler ile ilişki içerisindedir. Sosyal kriterler (K7, K8, K9) diğer kriterler ile ilişki içerisinde olup sadece Firma Kültür ve Politikalarının (K8) Sertifikasyon/FSC Uyum (K6) ile ilişkisi yoktur.

##### 5. Adım: Kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması

Şekil 4: İlişki Diyagramı



Tablo 10: Kriter Ağırlıkları

	$\sqrt{(D_i + R_i)^2 + (D_i - R_i)^2}$	Kriter Ağırlıkları (w)	Kriter Öncelikleri
K1	9,720634821	0,130341076	2
K2	9,796844605	0,131362951	1
K3	8,674163613	0,116309258	6
K4	9,319900919	0,124967756	3
K5	3,28471866	0,044043807	9
K6	7,582520308	0,10167174	8
K7	8,761870427	0,117485292	5
K8	8,452523414	0,113337351	7
K9	8,985268377	0,120480768	4
Toplam	74,57844514	1,00	

Tablo 10’da yer alan kriter ağırlıklarının incelenmesi sonucunda Tedarik Maliyeti (K2) tedarikçi seçiminde en önemli performans kriteri olarak tespit edilmiştir. Daha sonra sırası ile Ürün / Hizmet Kalitesi (K1), Fiyat (K4), Çeşitlilik ve Denge (K9), İş Fırsatları (K7), Teslim Süresi (K3), Firma Kültür ve Politikaları (K8) ve Sertifikasyon/FSC Uyum (K6) gelmektedir. Tedarik seçiminde en önemsiz kriter ise Enerji Tüketimi (K5) olarak ortaya çıkmıştır. Burada ilk üç sırayı ekonomik kriterlerin aldığı görülmektedir. Sosyal kriterler önem sıralamasında ekonomik faktörlerin ardında yer almıştır. Çevresel kriterler olan Enerji Tüketimi (K5) ve Sertifikasyon/FSC Uyum (K6) ise son sıralarda yer almaktadır. Bu sonuçlar kriter ağırlıklarının literatür ile karşılaştırıldığında uyumlu olduğunu göstermektedir. Literatürde yapılan diğer çalışmalarda önem bakımından öncelikle ekonomik, daha sonra sosyal en son ise çevresel faktörlerin sıralandığı görülmektedir.

#### **4. Sonuç ve Tartışma**

İşletmelerin tedarik zinciri performanslarını artırmalarını ve dolayısıyla rakiplerine üstünlük sağlamalarında kritik faktörlerden biri uygun tedarikçilerle çalışmaktır. Önceden belirlenmiş amaç ve hedeflerine uygun olarak, birden fazla ve kimi zaman birbiriyle çelişen kriterler arasından karar vermek oldukça dikkat edilmesi gereken süreçlerdir. Bu doğrultuda en uygun tedarikçinin seçimi özellikle tedarik zinciri süreçlerinde sürdürülebilirlik anlayışını benimseyen işletmeler açısından daha fazla önem kazanmaktadır. Bu çalışmada DEMATEL yöntemi kullanılarak sürdürülebilir tedarik zincirinde tedarikçi seçiminde performans kriterleri arasındaki ilişki ortaya konulmuştur. Ekonomik, çevresel ve sosyal olmak üzere her üç sürdürülebilirlik boyutu ile bunlara ilişkin alt kriterler literatür taraması ve firmanın temsilcisi ile yapılan görüşmeler sonucunda belirlenmiştir. Böylece ekonomi boyutuna ilişkin 4, çevre boyutuna ilişkin 2 ve sosyal boyuta ilişkin ise 3 olmak üzere toplam 9 alt kriter tedarikçilerin seçiminde önem sırasını tespit etmek için kullanılmıştır.

Firmanın tedarik seçiminde kullanmış olduğu kriterlerin ağırlıkları Tablo 10 ile tespit edilmiş, Tedarik Maliyeti (K2) en önemli kriter olarak ortaya çıkmıştır. Sıralamada en sonda ise Enerji Tüketimi (K5) kriteri bulunmaktadır. Günümüzde artık firmaların değil tedarik zincirlerinin rekabet ettikleri göz önünde bulundurulduğunda firmanın da bu yaklaşımla tedarik maliyetlerine ve ekonomik kriterlere odaklandığı görülmektedir. Firmanın yurt dışı ağırlıklı çalışması tedarik maliyetlerinin önemsenmesinde diğer bir etken olarak değerlendirilmektedir. Firma mevcut tedarik zincirini daha sürdürülebilir hale getirmek için tedarikçilerini seçerken Tablo 9 ile tespit edilen etkileyen grubundaki; K1 Ürün/Hizmet Kalitesi (Ekonomik), K2 Tedarik Maliyeti (Ekonomik), K3 Teslim Süresi (Ekonomik), K4 Fiyat (Ekonomik) ve K9 Çeşitlilik ve Denge (Sosyal) kriterlerine odaklanmalıdır.

Çalışma kapsamında değerlendirilen firma için sürdürülebilir tedarikçi seçim kriterlerinde öncelikle ekonomik, ardından sosyal ve çevresel boyutun önemli olarak görüldüğü ortaya çıkmıştır. Literatür ile karşılaştırıldığında çalışma sonuçlarının uyumlu ve tutarlı olduğu gözükmektedir. Chang vd. (2011) elektronik sektöründe malların istikrarlı teslimatını en önemli kriter olarak ifade etmiş ve ürün kalitesi, ürün fiyatı, teknoloji yeteneği, hizmet, teslimat performansı, teslim süresi, zaman içindeki talep değişikliğine tepki, üretim kabiliyeti ve finansal durum gibi diğer birçok özelliği doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebildiğini belirtmişlerdir. Chiou vd. (2011) yeşil inovasyon alanında yaptıkları çalışmada; kalitenin,

emeğin, iş güvenliği ve sağlığı yönetim sisteminin, diğer kriterleri doğrudan etkileyen en büyük kriterler olduğunu tespit etmişlerdir. Altuntaş & Türker (2012) üretim sektöründe yaptıkları çalışmada sürdürülebilirliğin çevresel ve sosyal boyutundan daha fazla ekonomik boyut üzerinde şekillendiğini belirtmiştir. Ar vd. (2015) kablo sektöründe ürün fiyatının uygunluğu, fiyat iskontosu, zamanında teslimat kriterlerinin, Song vd. (2017) klima sektöründe kalite, teslimat ve fiyat kriterlerini en önemli kriterler olarak saptamışlardır. Doğan (2017) akü sektöründe yaptığı çalışmada ekonomik kriterlerden fiyat, çevresel kriterlerden eko-dizayn, kirlilik üretimi ve kaynak tüketimi, sosyal kriterlerden ise ilişkiler, müşteri hizmetleri ve paydaşların kriterlerini daha önemli bulmuştur. Luthra vd. (2017) otomobil sektöründe çevresel maliyetler, ürün kalitesi, ürün fiyatı, iş sağlığı ve güvenliği sistemleri ve çevresel yeterlilikler, Sarı vd. (2017) sağlık sektöründe zamanında teslimat ve fiyat kriterlerini en önemli kriterler olarak tespit etmişlerdir. Bakir vd. (2018) çevre odaklı kamu alımları için en kritik iki belirleyicinin enerji verimliliği stratejisi ve çevre standartları olduğunu ortaya koymuşlardır. Awasthi vd. (2018) küresel tedarikçi seçiminde en büyük ağırlığı ekonomik kriterlerin, en az ağırlığı ise küresel riskin aldığını belirtmişlerdir. Cihangir (2019) yapı kimyasalları sektöründe yapmış olduğu çalışmada tedarikçi seçiminde en önemli kriterleri, firma imajı, güvenilirlik ve hizmet kalitesi olarak tespit etmiş, genellikle yurt dışı ağırlıklı çalışan firmanın tedarikçiye olan güven kaygısı üzerine yoğunlaştığını ifade etmiştir. Koç (2020) üretim sektöründe ekonomik kriterleri en fazla öneme sahip kriterler olarak tespit etmiş, bunu çevresel kriterler ve sosyal kriterler takip etmiştir. Ekonomik kriterlerden, fiyat/kalite oranı ile fayda/maliyet oranı, kalite yönetim sistemi ve hizmet kalitesi; çevresel kriterlerden, yeşil tasarım uygulamalarının varlığı, yeşil üretim uygulamalarının varlığı ve çevre yönetim sisteminin varlığı; sosyal kriterlerden ise iş sağlığı ve güvenliği, yönetim sisteminin varlığı, sağlık ve güvenlik uygulamalarının etkinliği, çocuk işçi çalıştırmama en önemli kriterler olarak bulunmuştur. Çiçek vd. (2020) sanayi sektöründe yapmış olduğu çalışmada en önemli kriterin ekonomik, ardından çevresel kriterin daha sonra ise sosyal kriterin geldiğini tespit etmişlerdir. Kalitenin en önemli alt kriter olduğu ardından fiyat, teslimat performansı ve çevre yönetimi sisteminin geldiği saptanmıştır. Literatürde mevcut bulunan çalışmalarda kriterlerin ağırlıkları ve önem dereceleri çalışmamızın sonucunu destekler niteliktedir. Çalışmamızın sonucundan farklı olarak Orji & Wei (2014) imalat alanında yaptıkları çalışmada en önemli sürdürülebilirlik kriterini sosyal kriterler ardından çevresel kriterler ve ekonomik kriterler olarak tespit etmiş, en önemli alt kriter ise politikaya saygı olarak ifade etmişlerdir.

Gelecek çalışmalarda farklı sektörlerde daha farklı alt kriterler belirlenerek uygulama yapılabilir. Si vd. (2018)'nin tespit etmiş olduğu şekilde farklı bir DEMATEL yöntemi olarak bulanık mantık ya da diğer yöntemler ile entegre edilerek farklı çalışmalar yapılabilir. Yakında zamanda geliştirilen yöntemler, farklı sektör ve alanlarda kullanılabilir.

### **Katkı Oranı Beyanı**

Çalışmamızda her araştırmacının katkı oranı eşittir.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarın ve çalışmanın herhangi bir kurum ya da kişi ile çıkar çatışması söz konusu değildir.

## **Kaynakça**

- Abdel-Baset, M., Chang, V., Gamal, A. & Smarandache, F. (2019). An integrated neutrosophic ANP and VIKOR method for achieving sustainable supplier selection: A case study in importing field. *Computers in Industry*, 106, 94-110.
- Abdullah, L., Chan, W. & Afshari, A. (2019). Application of PROMETHEE method for green supplier selection: A comparative result based on preference functions. *Journal of Industrial Engineering International*, 15(2), 271-285.
- Acar, Ö. E. & Köylüoğlu, A. S. (2020). Sürdürülebilir tedarikçi seçiminin analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemiyle analizi. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(1), 419-440.
- Aguezoul, A. (2014). Third-party logistics selection problem: A literature review on criteria and methods. *Omega*, 49, 69-78.
- Ağar, F. (2010). Tedarik zinciri yönetiminde SCOR modeli, tedarik süreci performans değerlendirme ve scorcard uygulaması (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ahi, M. & T. Yildiz, K. (2020). Innovative decision support model for construction supply chain performance management. *Production Planning & Control*, 1-13.
- Ahi, P. & Searcy, C. (2015). An analysis of metrics used to measure performance in green and sustainable supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 86, 360-377.
- Ahmadi, H. B., Petrudi, S. H. H. & Wang, X. (2017). Integrating sustainability into supplier selection with analytical hierarchy process and improved grey relational analysis: A case of telecom industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(9), 2413-2427.
- Akman, G. & Alkan, A. (2006). Tedarik zinciri yönetiminde bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: Otomotiv yan sanayiinde bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9), 23-46.
- Aktas, E., Agaran, B., Ulengin, F. & Onsel, S. (2011). The use of outsourcing logistics activities: The case of Turkey. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19(5), 833-852.
- Alkan, A., Kasımoğlu, H. Ç., Çelik, C. & Aladağ, Z. (2017). AHP ve PROMETHEE yöntemleri ile lastik üreticisi bir firma için tedarikçi seçimi. *Sakarya University Journal of Science*, 21(2), 261-269.
- Altuntaş, C. & Türker, D. (2012). Sürdürülebilir tedarik zincirleri: Sürdürülebilirlik raporlarının içerik analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(3): 39-64.
- Amindoust, A., Ahmed, S., Saghafinia, A. & Bahreinejad, A. (2012). Sustainable supplier selection: A ranking model based on fuzzy inference system. *Applied Soft Computing*, 12(6), 1668-1677.
- Ansari, Z. N. & Kant, R. (2017). A state-of-art literature review reflecting 15 years of focus on sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 142(4), 2524-2543.
- Ar, I. M., Göksen, H. & Tuncer, M. A. (2015). Kablo sektöründe tedarikçi seçimi için bütünsel DEMATEL-AAS-VIKOR yönteminin kullanılması. *Ege Akademik Bakis*, 15(2), 285.
- Arabsheybani, A., Paydar, M. M. & Safaei, A. S. (2018). An integrated fuzzy MOORA method and FMEA technique for sustainable supplier selection considering quantity discounts and supplier's risk. *Journal of Cleaner Production*, 190, 577-591.
- Arıkan, M. & Gökbek, B. (2014). Çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarına dayalı tedarikçi seçimi: Elektronik sektöründe bir uygulama. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30 (5), 346-354.
- Awasthi, A., Chauhan, S. S. & Goyal, S. K. (2010). A fuzzy multicriteria approach for evaluating environmental performance of suppliers. *International Journal of Production Economics*, 126(2), 370-378.

- Awasthi, A., Govindan, K. & Gold, S. (2018). Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach. *International Journal of Production Economics*, 195, 106-117.
- Awasthi, A., Kaur, J., Sidhu, R., Chauhan, S. & Goyal, S. (2018). A DEMATEL based approach for investigating barriers in green supply chain management in Canadian manufacturing firms. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 312-332.
- Aydın, Y. & Eren, T. (2018). Savunma sanayiinde stratejik ürün için çok kriterli karar verme yöntemleri ile tedarikçi seçimi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 129-148.
- Ayvaz, B., Boltürk, E. & Kaçtoğlu, S. (2015). Supplier selection with TOPSIS method in fuzzy environment: An application in banking sector. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 33(3).
- Azadi, M., Jafarian, M., Saen, R. F. & Mirhedayatian, S. M. (2015). A new Fuzzy DEA Model for evaluation of efficiency and effectiveness of suppliers in sustainable supply chain management context. *Computers And Operations Research*, 54, 274-285.
- Azadnia, A. H., Ghadimi, P., Saman, M. Z. M., Wong, K. Y. & Heavey, C. (2013). An integrated approach for sustainable supplier selection using fuzzy logic and fuzzy AHP. *Applied Mechanics and Materials*, 315, 206-210.
- Azadnia, A. H., Ghadimi, P., Yusof, N. M. & Saman, M. Z. M. (2012). A weighted fuzzy approach for product sustainability assessment: A case study in automotive industry. *Journal of Cleaner Production*, 33, 10-21.
- Azimifard, A., Moosavirad, S. H. & Ariafar, S. (2018). Selecting sustainable supplier countries for Iran's steel industry at three levels by using AHP and TOPSIS methods. *Resources Policy*, 57, 30-44.
- Bai, C. & Sarkis, J. (2010). Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies. *International Journal of Production Economics*, 124(1), 252-264.
- Bakir, S., Khan, S., Ahsan, K. & Rahman, S. (2018). Exploring the critical determinants of environmentally oriented public procurement using the dematel method. *Journal of Environmental Management*, 225, 325-335.
- Balıbaş, B. (2020). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile sürdürülebilir tedarikçi seçimi: Katı atık işleme tesisinde bir uygulama (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Endüstri.
- Barrios, M. O., Jiménez, H. F. & Isaza, S. N. (2014). Comparative analysis between anp and anp-dematel for six sigma project selection process in a healthcare provider. *Lecture Notes in Computer Science*, 8868, 413-416.
- Baynal, K. & Yüzügüllü, E. (2013). Tedarik zinciri yönetiminde analitik ağ süreci ile tedarikçi seçimi ve bir uygulama. *Istanbul University Journal of the School of Business Administration*, 42(1).
- Beşkese, A. & Evecen, C. (2012). Supplier selection in healthcare sector. *Journal of Trends in the Development of Machinery and Associated Technology*, 16(1), 91-94.
- Büyüközkan, G. & Çifçi, G. (2011). A novel fuzzy multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection with incomplete information. *Computers in Industry*, 62(2), 164-174.
- Carter, C. R. & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(5), 360-387.
- Chan, F. T., Kumar, N., Tiwari, M. K., Lau, H. C. & Choy, K. (2008). Global supplier selection: A fuzzy-AHP approach. *International Journal of Production Research*, 46(14), 3825-3857.
- 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.

- Chen, Y., Okudan, G. E. & Riley, D. R. (2010). Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings. *Automation in Construction*, 19(2),235-244.
- Chiou, T. Y., Chan, H. K., Lettice, F. & Chung, S. H. (2011). The influence of greening the suppliers and green innovation on environmental performance and competitive advantage in Taiwan. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(6), 822-836.
- Cihangir, E. (2019). Tedarikçi seçimi kriterlerinin dematel yöntemiyle değerlendirilmesi: Yapı kimyasalları sektöründe örnek uygulama. *30 Ağustos Bilimsel Araştırmalar Sempozyumu*.
- Colicchia, C., Marchet, G., Melacini, M. & Perotti, S. (2013). Building environmental sustainability: Empirical evidence from logistics service providers. *Journal of Cleaner Production*, 59, 197-209.
- Çalık, A., Pehlivan, N. Y. & Kahraman, C. (2018). An integrated fuzzy AHP/DEA approach for performance evaluation of territorial units in Turkey. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(4), 1280-1302.
- Çelik, F. & Çağıl, G. (2021). Bulanık çok kriterli karar verme teknikleri ile tedarikçi seçimi: Bir traktör fabrikası örneği. *DEÜFMD*, 23(68), 607-619.
- Çiçek, T., Yıldız, M.S. & Durak, İ. (2020). The selection of the most suitable supplier in sustainable supply chain with AHP, TOPSIS and ELECTRE Methods. *Eurasian Academy of Sciences Eurasian Econometrics, Statistics & Empirical Economic Journal*, 16, 1-18.
- Dai, J. & Blackhurst, J. (2012). A four-phase AHP-QFD approach for supplier assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Research*, 50(19), 5474-5490.
- Dargi, A., Anjomshoe, A., Galankashi, M. R., Memari, A., & Tap, M. B. M. (2014). Supplier selection: A fuzzy-ANP approach. *Procedia Computer Science*, 31, 691-700.
- Dawei, Z., Chin, T. A., Hamid, A. B. A. & Rasli, A. (2014). Supply chain integration implementation and operational capability in SMEs: A literature review and a research agenda. In *Proceedings of the International Conference on Science, Technology and Social Sciences (ICSTSS) 2012*, (285-290). Springer, Singapore.
- De Boer, L., Labro, E. & Morlacchi, P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing Supply Management*, 7(2), 75-89.
- Demirtaş, Ö., Zaralı, F. & Doğan, S. (2020). Bulanık ortamda tedarikçi seçimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 36(3), 457-472.
- Dickson, G. W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing*, 2(1), 5-17.
- Doğan, A. (2017). Bulanık ortamda üçlü performans yaklaşımına dayalı sürdürülebilir tedarikçi seçimi (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı Bilişim Enstitüsü.
- Dong, C. Boute, R., McKinnon, A. & Verelst, M. (2018). Investigating synchromodality from a supply chain perspective. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 42-57.
- Dou, Y. & Sarkis, J. (2010). A joint location and outsourcing sustainability analysis for a strategic offshoring decision. *International Journal of Production Research*, 48(2), 567-592.
- Durmaz, E. D., Akgündüz, E. & Şahin, R. (2017). Tedarikçi seçim probleminde hedef programlama ve MOORA yöntemi: Uygulama çalışması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(3), 1021-1044.
- Ecemiş, O. & Yaykaşlı, M. (2018). Çok kriterli karar verme yöntemleriyle sürdürülebilir tedarikçi seçimi ve bir uygulama. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(83), 382-399.
- Ellram, L. M. (1990). The supplier selection decision in strategic partnerships. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 26(4), 8-14.

- Eren, T. & Özder, E. H. (2016). Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile bir içecek firması için tedarikçi seçimi. In 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, Alanya/Antalya-Turkey.
- Eskandarpour, M., Dejax, P., Miemczyk, J. & Péton, O. (2015). Sustainable supply chain network design: An optimization-oriented review. *Omega*, 54, 11-32.
- Fallahpour, A., Olugu, E., Musa, S., Khezrimotlagh, D. & Wong, K. (2015). An integrated model for green supplier selection under fuzzy environment: Application of data envelopment analysis and genetic programming approach. *Neural Computing and Applications*, 1-19.
- Fallahpour, A., Olugu, E. U., Musa, S. N., Wong, K. Y. & Noori, S. (2017). A decision support model for sustainable supplier selection in sustainable supply chain management. *Computers & Industrial Engineering*, 105, 391-410.
- Fontela, E. & Gabus, A. (1976). The DEMATEL Observer. DEMATEL Report. Battelle Geneva Research Center, Switzerland, Geneva.
- Ghadimi, P. & Heavey, C. (2014). Sustainable supplier selection in medical device industry: Toward sustainable manufacturing. *Procedia Cirp*, 15, 165-170.
- Ghayebloo, S., Tarokh, M. J. & Abedzadeh, M. (2013). Closed-loop supply chain network with green supplier selection and disassembly of products: A bi-objective model. *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 2(4), 58-71.
- Ghodsypour, S. H. & O'Brien, C. A. (1998). Decision support system for supplier selection using an integrated analytical hierarchy process and linear programming. *International Journal of Production Economics*, 56-57, 199-212.
- Ghorabae, K. M., Amiri, M., Zavadskas, E. K. & Antucheviciene, J. (2017). Supplier evaluation and selection in fuzzy environments: A review of MADM approaches. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 30(1), 1073-1118.
- Girubha, J., Vinodh, S. & Vimal, K. E. K. (2016). Application of interpretative structural modelling integrated multi criteria decision making methods for sustainable supplier selection. *Journal of Modelling in Management*.
- Gold, S. & Awasthi, A. (2015). Sustainable global supplier selection extended towards sustainability risks from (1+ n) th tier suppliers using fuzzy AHP based approach. *Ifac-Papersonline*, 48(3), 966-971.
- Govindan, K., Jha, P. C., Agarwal, V. & Darbari, J. D. (2019). Environmental management partner selection for reverse supply chain collaboration: A sustainable approach. *Journal of Environmental Management*, 236(2019), 784-797.
- Govindan, K., Khodaverdi, R. & Vafadarnikjoo, A. (2015). Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing green practices and performances in a green supply chain. *Expert Systems with Applications*, 42(20), 7207-7220.
- Govindan, K., Sarkis, J. & Palaniappan, M. (2013). An analytic network process-based multicriteria decision making model for a reverse supply chain. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68(1-4), 863-880.
- Gören, H. G. (2018). A decision framework for sustainable supplier selection and order allocation with lost sales. *Journal of Cleaner Production*, 183, 1156-1169.
- Görener, A. (2013). Tedarik zinciri stratejisi seçimi: Bulanık VIKOR yöntemiyle imalat sektöründe bir uygulama. *Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 5(3).
- Güner, H. & Mutlu, Ö. (2005). Bulanık AHP ile tedarikçi seçim problemi ve bir uygulama. V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul (25-27 Kasım), 473-477.



- Güray, E., Yayla, A. Y. & Yildiz, K. (2015). A Choquet integral-based model for sustainable performance of suppliers. In 2015 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 1-8. IEEE.
- He, H. & Cheng, H. (2012). Analyzing key influence factors of city logistics development using the fuzzy decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL) method. *African Journal of Business Management*, 6(45), 11281-11293.
- Hori, S. & Shimizu, Y. (1999). Designing methods of human interface for supervisory control systems. *Control Engineering Practice*, 7(11), 1413-1419.
- Hsu, C. W. & Hu, A. H. (2009). Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process. *Journal of cleaner production*, 17(2), 255-264.
- Hsu, C. W., Kuo, T. C., Chen, S. H. & Hu, A. H. (2013). Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management. *Journal of cleaner production*, 56, 164-172.
- Hussain, M., Awasthi, A. & Tiwari, M. K. (2015). An ISM-ANP integrated framework for evaluating alternatives for sustainable supply chain management. *Applied Mathematical Modelling*, 40(5-6), 3671-3687.
- Jain, V., Sangaiah, A. K., Sakhujia, S., Thoduka, N. & Aggarwal, R. (2018). Supplier selection using fuzzy AHP and TOPSIS: A case study in the Indian automotive industry. *Neural computing and applications*, 29(7), 555-564.
- Jeng, Don J. F. (2015). Generating a causal model of supply chain collaboration using the fuzzy DEMATEL. *Computers & Industrial Engineering*, 87, 283-295.
- Kang, H. Y., Lee, A. H. & Yang, C. Y. (2012). A fuzzy ANP model for supplier selection as applied to IC packaging. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(5), 1477-1488.
- Kannan, G., Murugesan, P., Senthil, P. & Noorul Haq, A. (2009). Multicriteria group decision making for the third party reverse logistics service provider in the supply chain model using fuzzy TOPSIS for transportation services. *International Journal of Services Technology and Management*, 11(2), 162-181.
- Kara, İ. & Ecer, F. (2016). AHP-VIKOR entegre yöntemi ile tedarikçi seçimi: Tekstil sektörü uygulaması. *Dokuz Eylül University Journal of Graduate School of Social Sciences*, 18: 2, 255-272
- Karagöz, S. (2009). Tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi seçimi ve AHP ile uygulaması. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- Keskin, G. A., İlhan, S. & Özkan, C. (2010). The Fuzzy ART algorithm: A categorization method for supplier evaluation and selection. *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1235-1240.
- Koç, T. (2020). Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri kullanarak sürdürülebilir tedarikçi değerlendirme (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Koç, E. (2019). Uluslararası tedarikçi seçim probleminde Bulanık DEMATEL yönteminin kullanımı. *Journal of Social Sciences*, 9(17).
- Kolbin, V. V. (2003). *Decision making and programming*. World Sci-entific, Singapore.
- Köroğlu, E. (2019). Sürdürülebilir tedarik zinciri için kömür termik santrallerinde tedarikçi seçimi: AHP Uygulaması (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kumar, A., Pal, A., Vohra, A., Gupta, S., Manchanda, S. & Dash, M. K. (2018). Construction of capital procurement decision making model to optimize supplier selection using Fuzzy Delphi and AHP-DEMATEL. *Benchmarking: An international journal*, 25, 5, 1528-1547. <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2017-0005>.

- Leblebicioğlu, B. & Keskin, A. (2021). Evaluation of supplier selection criteria with fuzzy DEMATEL method: An application on the pharmacy industry. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), 236-242.
- Li, S., Rao, S. S., Ragu-Nathan, T. S. & Ragu-Nathan, B. (2005). Development and validation of a measurement instrument for studying supply chain management practices. *Journal of operations management*, 23(6), 618-641.
- Liang, F., Peng, X. & Liang, Z. (2016). Evaluation on comprehensive energy efficiency of power distribution network based on DEMATEL-ANP-AEW-TOPSIS. *Guangdong Electric Power*, 01.
- Lima Junior, F. R. L., Osiro, L. & Carpinetti, L. C. R. (2014). A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied soft computing*, 21, 194-209.
- Lin, K. M., Chen, W. C., Chang, H. P. & Kan, N. H. (2015). An efficient model for npd performance evaluation using DEMATEL and Fuzzy ANP—Applied to the TFT-LCD touch panel industry in Taiwan. *Energies*, 8(10), 11973-12003.
- Lin, K. P., Tseng, M. L. & Pai, P. F. (2018). Sustainable supply chain management using approximate fuzzy DEMATEL method. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 134-142. doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.11.017
- Lin, R. J. (2013). Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chainmanagement practices. *J. Clean. Prod.* 40, 32–39.
- Liu, H.T. & Wang, W.K. (2009). An integrated fuzzy approach for provider evaluation and selection in third-party logistics. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4387-4398.
- Liu, T., Deng, Y. & Chan, F. (2018). Evidential supplier selection based on DEMATEL and game theory. *International Journal of Fuzzy Systems*, 20(4), 1321-1333.
- Luthra, S. & Mangla, S.K. (2018). When strategies matter: Adoption of sustainable supply chain management practices in an emerging economy’s context. *resources. Conservation and Recycling*, 138, 194-206.
- Luthra, S., Govindan, K., Kannan, D., Mangla, S. K. & Garg, C. P. (2017). An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1686-1698.
- Madenoglu, F. S. (2020). Dengeli Puan Kart-AHP-MARCOS yöntemlerine dayalı tedarikçi seçimi. *Business and Organization Research*, 2(2), 99-120.
- Mehregan, M. R., Hashemi, S. H., Karimi, A. & Merikhi, B. (2014). Analysis of interactions among sustainability supplier selection criteria using ISM and fuzzy DEMATEL. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 7(3), 270-294.
- Memari, A., Dargib, A., Jokara, M. R. A., Ahmad, R. & Rahim, R.A. (2019). Sustainable supplier selection: A multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS Method. *Journal of Manufacturing Systems*, 50: 9-24.
- Mohammed, H. J., Mat Kasim, M. & Mohd Shahrane, I. N. (2018). Evaluation of e-learning approaches using AHP TOPSIS technique. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 10(1-10), 7-10.
- Neumüller, C., Kellner, F., Gupta, J. N. & Lasch, R. (2015). Integrating three-dimensional sustainability in distribution centre selection: The process analysis method-based analytic network process. *International Journal of Production Research*, 53(2), 409-434.
- Odeh, M. & Smallwood, J. (2012). Sustainable supply chain management: Literature review, trends, and framework. *International Journal of Computational Engineering & Management*, 15(1), 85-90.
- Orji, I. J. & Wei, S. (2014). A decision support tool for sustainable supplier selection in manufacturing firms. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 7(5), 1293-1315.

- Özçakar, N. & Demir, H. (2011). Bulanik Topsis Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi, 22(69), 25-44.
- Öztürk, B. A. & Özçelik, F. (2014). Sustainable supplier selection with a fuzzy multi-criteria decision making method based on triple bottom line. Business and Economics Research Journal, 5(3), 129.
- Öztürk, H., Pekel, E. & Elevli, B. (2018). Using ANP and ELECTRE methods for supplier selection: Cable industry application. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(5), 1190-1198.
- Peidro, D., Mula, J., Poler, R. & Lario F. C. (2009). Quantitative models for supply chain planning under uncertainty: A review. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 43(3-4), 400-420.
- Rajesh, G. & Malliga, P. (2013). Supplier selection based on AHP QFD methodology. Procedia Engineering, 64, 1283-1292.
- Ross, C. A. (1998). Competiting through supply chain management, creating market- winning strategies through supply chain partnerships. Material Management/Logistics Series, Boston: Kluwer Academic Publisher, 32-33.
- Saen, R. F. (2007). A new mathematical approach for suppliers selection: Accounting for nonhomogeneity is important. Applied mathematics and computation, 185(1), 84-95.
- Sağnak, M. (2020). Mobilya sektöründe sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi performans değerlendirilmesi. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, (26), 97-114.
- Sarı U., İ., Çayır Ervural, B. & Bozat, S. (2017). Analyzing criteria used in supplier evaluation by DEMATEL method in sustainable supply chain management and an application to health sector. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 23(4), 477-485.
- Sarkis, J., Meade, L. M. & Presley, A. R. (2012). Incorporating sustainability into contractor evaluation and team formation in the built environment. Journal of Cleaner Production, 31, 40-53.
- Seuring, S. & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable. Journal of cleaner production, 16, 1699-1710.
- Si, S. L., You, X. Y., Liu, H. C. & Zhang, P. (2018). DEMATEL technique: A systematic review of the state-of-the-art literature on methodologies and applications. Mathematical Problems in Engineering, 2018, 1-33.
- Soner, S. & Önut, S. (2006). Multi-criteria supplier selection: An ELECTRE-AHP application. Sigma, 4, 110-120.
- Song, W., Ming, X. & Liu, H. C. (2017). Identifying critical risk factors of sustainable supply chain management: A rough strength-relation analysis method. Journal of Cleaner Production, 143, 100-115.
- Su, C. M., Horng, D. J., Tseng, M. L., Chiu, A. S., Wu, K. J. & Chen, H. P. (2016). Improving sustainable supply chain management using a novel hierarchical grey-DEMATEL approach. Journal of cleaner production, 134, 469-481.
- Şenkayas, H. & Hekimoğlu, H. (2013). Çok kriterli tedarikçi seçim problemine PROMETHEE yöntemi uygulaması. Verimlilik Dergisi (2).
- Şenocak, A. A. & Gören, H. G. (2016). An integrated approach for sustainable supplier selection in fuzzy environment. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, 130-135.
- Şişman, B. (2018). Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi performansını geliştirmede en uygun alternatif faaliyetlerin bulanık TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 14, 83-98.

- Tavana, M., Yazdani, M. & Di Caprio, D. (2017). An application of an integrated ANP-QFD framework for sustainable supplier selection. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 20(3), 254-275.
- Tavana, M., Zareinejad, M., Di Caprio, D. & Kaviani, M. A. (2016). An integrated intuitionistic fuzzy AHP and SWOT method for outsourcing reverse logistics. *Applied Soft Computing*, 40, 544-557.
- Toklu, M. C., Çağıl, G., Pazar, E. & Faydalı, R. (2018). SWARA-WASPAS metodolojisine dayalı tedarikçi seçimi: Türkiye'de demir-çelik endüstrisi örneği. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 6(3), 113-120.
- Tsai, W. H. & Chou, W.C. (2009). Selecting management systems for sustainable development in SMEs: A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP and ZOGP. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 1444-1458.
- Tseng, M. L. & Lin, Y. H. (2009). Application of fuzzy DEMATEL to develop a cause and effect model of municipal solid waste management in Metro Manila. *Environmental Monitoring and Assessment*, 158(1-4), 519-533.
- Türkoğlu, M. (2016). Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile tedarikçi seçimi ve bir uygulama (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tzeng, G. H., Chiang, C. H. & Li, C. W. (2007). Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. *Expert Systems with Applications*, 32(4), 1028-1044.
- Tzeng, G. H. & Huang, J. J. (2011). Multiple attribute decision making: methods and applications. Chapman and Hall/CRC
- Uysal, F. (2012). An integrated model for sustainable performance measurement in supply chain. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 62, 689-694.
- Ünal, Z. (2015). Tedarikçi seçiminde bulanık AHP ve TAGUCHI kayıp fonksiyonunun kullanımı: Bir otel işletmesinde uygulama (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Valmohammadi, C. & Sofiyabadi, J. (2015). Modeling cause and effect relationships of strategy map using fuzzy DEMATEL and fourth generation of balanced scorecard. *Benchmarking: An International Journal*.
- Verdecho, M. J., Alfaro-Saiz, J. J. & Rodríguez-Rodríguez, R. (2010). An approach to select suppliers for sustainable collaborative networks. At Working Conference on Virtual Enterprises. Springer, Berlin, Heidelberg. (304-311).
- Vonderembse, M. A. & Tracey, M. (1999). The impact of supplier selection criteria and supplier involvement on manufacturing performance. *Journal of supply chain management*, 35(2), 33-39.
- Wan, S. P., Xu, G. L. & Dong, J. Y. (2017). Supplier selection using ANP and ELECTRE II in interval 2-tuple linguistic environment. *Information Sciences*, 385, 19-38.
- Weber, C. A. (1991). A decision support system using multicriteria techniques for vendor selection. University Microfilms International, Ann Arbor, MI.
- Wittstruck, D. & Teuteberg, F. (2012). Integrating the concept of sustainability into the partner selection process: A fuzzy-AHP-TOPSIS approach. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 12(2), 195-226.
- World Commission on Environment and Development (WCED) (1987). *Our common future*. Oxford University Press, New York.
- Wu, C. M., Hsieh, C. L. & Chang, K. L. (2013). A hybrid multiple criteria decision making model for supplier selection. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013.

- Wu, W. W. (2008). Choosing knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach, *Expert Syst. Appl.* 35 828–835.
- Wu, W. W. & Lee, Y. T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert Systems with Applications*, 32(2), 499-507.
- Yalçın, A. S. & Kılıç, H. S. (2018). A model for supplier selection under environmental considerations. 16th International Logistics and Supply Chain Congress October 18-20, 2018, Denizli, Turkey.
- Yayla, A. Y., Oztekin, A., Gumus, A. T. & Gunasekaran, A. (2015). A hybrid data analytic methodology for 3PL transportation provider evaluation using fuzzy multi-criteria decision making. *International Journal of Production Research*, 53(20), 6097-6113.
- Yeh, T. M., & Huang, Y. L. (2014). Factors in determining wind farm location: Integrating GQM, fuzzy DEMATEL, and ANP. *Renewable Energy*, 66, 159-169.
- Zimmer, K., Frohling, M. & Schultmann, F. (2016). Sustainable supplier management – a review of models supporting sustainable supplier selection, monitoring and development. *International journal of production research*, 54(5): 1412–42.

## **EXTENDED SUMMARY**

### **Purpose**

Supplier selection is considered among the multi criteria decision-making problems as it aims to maximize conflicting targets. To meet the demands of customers, enterprises take environmental and social factors into account as well as economic factors. The study's main objective is to evaluate supplier selection criteria within a sustainable supply chain and determine which criteria have more weight. In this direction, the supplier selection problem of an international natural wood coating company, which operates in regions such as Europe, America, Africa, Middle East and has nearly 150 suppliers, and is considered one of the leading companies in Turkey in its field, has been addressed.

### **Literature Review**

The concept of sustainability has been a fundamental philosophy for many sectors due to the increased awareness of environmental protection and social obligation. With the increasing choice of outsourcing, environmental policies, rapid depletion of resource reserves, and the formation of social responsibility awareness, sustainability has become mandatory in the strategies and policies of enterprises. Sustainable supply chain management includes not only the responsibilities of the institutions' activities, but also the supply chain in which they are located, and takes into account the economic, social and environmental objectives of sustainable development, which are accepted as the "Triple Bottom Line" obtained from customer and stakeholder requirements. In the literature review, 18 economic, 13 environmental and 12 social criteria used in the selection of suppliers were determined. The classification of modeling approaches for the selection of sustainable use and the main studies in the literature are summarized. The studies on the supplier selection were shown by specifying the method and application sectors used.

### **Methodology**

DEMATEL method was used in the study because it is the most preferred method for developing the perspectives of experts on criteria and finding mutual relations within sustainability factors. The relationship between performance criteria in choosing suppliers in a sustainable supply chain has been established. DEMATEL is the most preferred method for finding the interdependence and the power of interdependence within sustainability factors. It also groups decision-making problems that are difficult to solve according to their importance, providing opportunities for solving the problem and creating an environment for objective evaluation of criteria weights and the use of weights found by different methods. The study developed a conceptual framework covering economic, environmental and social factors to evaluate sustainable supply chain performance. All three sustainability dimensions, economic, environmental, and social, and the sub-criteria related to them were determined as a result of the literature review and interviews with the representative of the company. Thus, a total of 9 sub-criteria, 4 related to economy dimension, 2 on environmental dimension and 3 on social dimension, were used to determine the order of importance in the selection of suppliers. Economic factors; product/service quality (K1), supply cost (K2), delivery time (K3) and price (K4), environmental factors; energy consumption (K5) and certification FSC compliance (K6), social factors are; business opportunities (K7), company culture and policies (K8) and diversity

and balance (K9). The level of interaction between the criteria was determined by scoring between 0 and 4 as a result of the evaluations made by the expert general manager of the company. The maximum value was 30 and the k coefficient was 0.033, the opposite of the maximum value. At the end of the analysis, the weight rating of each criterion is calculated. The level of importance of the criteria according to each other is determined in the form of affecting and affected. Performance criteria have been set out that the company should focus on in choosing suppliers.

## **Results and Conclusions**

It has been revealed that the economic, then social and environmental dimension is seen as important in the sustainable supplier selection criteria for the company evaluated within the scope of the study. Supply cost (K2) has been identified as the most important performance criterion in supplier selection. Then comes product/service quality (K1), price (K4), diversity and balance (K9), business opportunities (K7), delivery time (K3), company culture and policies (K8), and certification FSC compliance (K6). The most insignificant criterion for supply selection was energy consumption (K5). It is seen that economic criteria take the first three places. Social criteria are behind economic factors in the importance ranking. Environmental criteria are at the last place. These results show that the criteria weights are compatible with the literature. In other studies in the literature, it is seen that economic and then social and finally environmental factors are listed in terms of importance. The affecting criteria consist of all economic criteria (K1, K2, K3, K4) used in the study and the diversity and balance (K9) criteria, which are social. Other environmental (K5, K6) and social (K7, K8) criteria of the study were among the affected criteria. While all criteria have a one-way or two-way relationship with each other, only the (K5) energy consumption criterion has no relation to other criteria. Another environmental criterion certification/FSC compliance (K6) relates only to price (K4). Economic criteria (K1, K2, K3, K4) are related to all criteria except energy consumption criterion (K5). Social criteria (K7, K8, K9) are related to other criteria and are not only related to certification/FSC compliance (K6) of company cultures and policies (K8).