



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ İÇİN GRİ İLİŞKİSEL ANALİZİNE DAYALI  
ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI VE  
SONUÇLARIN İSTATİSTİKSEL KARŞILAŞTIRMASI**

**Sedef KILINÇ**

Doç. Dr. Betül YAĞMAHAN

(Danışman)

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

BURSA - 2018

## TEZ ONAYI

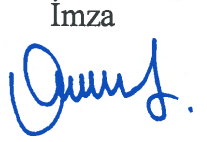
Sedef Kılınç tarafından hazırlanan “Yeşil Tedarikçi Seçimi İçin Gri İlişkisel Analizine Dayalı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanımı Ve Sonuçların İstatistiksel Karşılaştırması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çoğunluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç. Dr. Betül Yağmahan

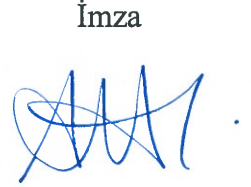
**Başkan** : Doç. Dr. Betül Yağmahan  
Mühendislik Fakültesi  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza  


**Üye** : Doç. Dr. Aytaç Yıldız  
Bursa Teknik Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza  


**Üye** : Dr. Öğretim Üyesi Aslı Aksoy  
Uludağ Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza  


Yukarıdaki sonucu onaylıyorum



Prof. Dr. Ali BAYRAM

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

29/05/2018

İmza

Sedef KILINÇ

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ İÇİN GRİ İLİŞKİSEL ANALİZİNE DAYALI ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI VE SONUÇLARIN İSTATİSTİKSEL KARŞILAŞTIRMASI

**Sedef KILINÇ**

Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Betül YAĞMAHAN

Günümüzde artan rekabet koşulları ve küreselleşmenin etkisiyle firmaların ayakta kalabilmesi ve varlıklarını sürdürebilmeleri için harcamalarını kontrol altına almaları gerekmektedir. Bunun içinde en kritik nokta satınalma ve tedarikçi seçimidir. Bu nedenle sürecin başında kriterlerin doğru belirlenmesi ve bu kriterlere göre doğru tedarikçinin seçilmesi çok önemlidir. Aynı zamanda, günümüzde yaşadığımız doğal felaketler, çevre bilincini arttırmış ve yaşam döngüsü bakış açısını geliştirmiştir. Böylece, tedarikçi seçiminde yeşil olma kriteri, kriterler arasında başrolü almıştır. Bu çalışmada, çevresel performans kriterleri öncelik alınarak tedarikçi seçme problemi üzerinde çalışılmış ve otomotiv ana sanayisinde tedarikçi seçimi için uygulanmıştır. Uygulamada, hem sübjektif hem de objektif kriterlerin yer almasından dolayı çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Gri İlişkisel Analiz yöntemleri kullanılmıştır. Mevcut çözüme ilave olarak farklı senaryolar geliştirilerek duyarlılık analizi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** yeşil tedarikçi seçimi, analitik hiyerarşi prosesi, gri ilişkisel analiz, duyarlılık analizi, viii+49 sayfa.

## **ABSTRACT**

MSc Thesis

### **USING OF MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS BASED ON GREY RELATIONAL ANALYSIS FOR SELECTING GREEN SUPPLIER AND COMPARISON OF THE RESULTS STATISTICALLY**

**Sedef KILINÇ**

Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Industrial Engineering

**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. Betül YAĞMAHAN

Nowadays, the companies need to keep their expenses under control in order to continue their existence against the tough competition environment. To achieve this target, the most critical points to take into consideration are purchasing and the supplier selection. Therefore, it is really important that critical points must be identified from the beginning and suppliers must be chosen according to these points. At the same time, natural disasters that we live increased the environmental consciousness and then lifecycle perspective has been arised. Then the criteria “green” has become one of the most important points for supplier choice. In this study, supplier choice problem has been studied by giving priority to environmental performance criteria and also it is applied for the supplier selection in the automotive industry. There are both subjective and objective criteria in the study. Therefore, Analytical Hierarchy Process and Grey Relational Analysis that are the types of multi criteria decision making methods were used. In addition to the current solution, different scenarios has been generated and sensitivity analysis has been conducted.

**Keywords:** green supplier selection, analytical hierarchy process and grey relational analysis, sensitivity analysis, **viii+49 pages.**

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans sürecimde her türlü desteği sağlayan, bilgi ve tecrübesi ile çalışmama yol gösteren danışmanın Sayın Hocam Doç. Dr. Betül YAĞMAHAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi her zaman desteklerini gösteren, her zaman yanımda olan sevgili aileme ve sevgili eşim Efecan KILINÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

**Sedef KILINÇ**

**29/05/2018**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	3
2.1. Tedarikçi Seçimi ve Çözüm Yaklaşımları .....	3
2.2. Yeşil Tedarikçi Seçimi .....	4
2.3. Yeşil Tedarikçi Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları .....	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	10
3.1. Materyal .....	10
3.2. Yöntem .....	11
3.2.1. Gri İlişkisel Analiz .....	11
3.2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi .....	15
4. BULGULAR .....	20
4.1. Yeşil Tedarikçi Seçimi için Gri İlişkisel Analizin Uygulanması .....	22
4.2. Yeşil Tedarikçi Seçimi için Analitik Hiyerarşi Prosesin Uygulanması .....	29
4.3. Yeşil Tedarikçi Seçiminde GİA Yönteminin İstatistiksel Karşılaştırılması .....	33
5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....	44
KAYNAKLAR .....	46
ÖZGEÇMİŞ .....	49

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
CR	Tutarlılık Oranı
GİA	Gri İlişkisel Analiz
GİK	Gri İlişkisel Katsayı
RI	Rassallık Endeksi



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler .....	3
Şekil 3.1. Uygulama adımları .....	12
Şekil 3.2. Analitik hiyerarşi prosesinin genel yapısı .....	16
Şekil 4.1. Yeşil tedarikçi seçimi için analitik hiyerarşi prosesinin yapısı .....	29

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Literatür taraması .....	8
Çizelge 2.1. Literatür taraması (devamı) .....	9
Çizelge 3.1. Sübjektif kriterler için gri sayı karşılığı .....	12
Çizelge 3.2. Göreceli önem skalası .....	17
Çizelge 3.3. Rassallık endeksi verileri .....	18
Çizelge 4.1. Ana kriterler .....	20
Çizelge 4.2. Anket .....	23
Çizelge 4.3. Sübjektif kriterlerin değerleri .....	24
Çizelge 4.4. Sübjektif kriterlerin gri sayı karşılıkları .....	25
Çizelge 4.5. Sübjektif kriterlerin durulaştırılmış gri sayı değerleri .....	26
Çizelge 4.6. Objektif kriterlere göre tedarikçilerin değerlendirilmesi .....	26
Çizelge 4.7. Normalize edilmiş değerler .....	27
Çizelge 4.8. Sapma dizisi .....	28
Çizelge 4.9. Gri ilişkisel katsayıları .....	28
Çizelge 4.10. Gri ilişkisel notlar .....	29
Çizelge 4.11. Kriterler arası önem seviyeleri .....	30
Çizelge 4.12. İkili karşılaştırma matrisleri .....	31
Çizelge 4.12. İkili karşılaştırma matrisleri (devam) .....	32
Çizelge 4.13. Karar matrisi .....	32
Çizelge 4.14. Sonuç vektörü .....	33
Çizelge 4.15. Senaryolar .....	33
Çizelge 4.16. Senaryo 1 için normalize edilmiş değerler .....	34
Çizelge 4.17. Senaryo 1 için sapma dizisi .....	34
Çizelge 4.18. Senaryo 1 için gri ilişkisel katsayıları .....	34
Çizelge 4.19. Senaryo 1 için gri ilişkisel notlar .....	34
Çizelge 4.20. Senaryo 2 için normalize edilmiş değerler .....	35
Çizelge 4.21. Senaryo 2 için sapma dizisi .....	35
Çizelge 4.22. Senaryo 2 için gri ilişkisel katsayıları .....	35
Çizelge 4.23. Senaryo 2 için gri ilişkisel notlar .....	35

Çizelge 4.24. Senaryo 3 için normalize edilmiş değerler .....	36
Çizelge 4.25. Senaryo 3 için sapma dizisi .....	36
Çizelge 4.26. Senaryo 3 için gri ilişkisel katsayıları .....	36
Çizelge 4.27. Senaryo 3 için gri ilişkisel notlar .....	37
Çizelge 4.28. Sübjektif kriterlerin durulaştırılmış gri sayı değerleri .....	37
Çizelge 4.29. Senaryo 4 için normalize edilmiş değerler .....	37
Çizelge 4.30. Senaryo 4 için sapma dizisi .....	38
Çizelge 4.31. Senaryo 4 için gri ilişkisel katsayıları .....	38
Çizelge 4.32. Senaryo 4 için gri ilişkisel notlar .....	38
Çizelge 4.33. Sübjektif kriterlerin durulaştırılmış gri sayı değerleri .....	39
Çizelge 4.34. Senaryo 5 için normalize edilmiş değerler .....	39
Çizelge 4.35. Senaryo 5 için sapma dizisi .....	39
Çizelge 4.36. Senaryo 5 için gri ilişkisel katsayıları .....	40
Çizelge 4.37. Senaryo 5 için gri ilişkisel notlar .....	40
Çizelge 4.38. Sübjektif kriterlerin ağırlıklandırılmış gri sayı karşılıkları .....	41
Çizelge 4.39. Sübjektif kriterlerin durulaştırılmış gri sayı değerleri .....	42
Çizelge 4.40. Senaryo 6 için normalize edilmiş değerler .....	42
Çizelge 4.41. Senaryo 6 için sapma dizisi .....	42
Çizelge 4.42. Senaryo 6 için gri ilişkisel katsayıları .....	43
Çizelge 4.43. Senaryo 6 için gri ilişkisel notlar .....	43
Çizelge 4.44. Senaryoların çözümleri .....	43

## 1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında artan rekabet koşulları ve küreselleşmenin etkisi göz önüne alındığında firmaların ayakta kalabilmesi oldukça zorlaşmıştır. Firmaların varlığını sürdürebilmeleri için harcamalarını kontrol altında tutarak performanslarını arttırmaları gerekmektedir. Firmaların performansını arttırmaları sadece kendi çalışmalarına bağlı değildir. Aynı zamanda tedarikçilerinin performanslarıyla da ilişkilidir. Bu nedenle firmaların satınalma birimleri için doğru tedarikçi seçimi yapmaları çok önemli hale gelmiştir.

Firmalar malzeme temini sürecinde birçok tedarikçiyle karşı karşıya kalırlar. Yaptıkları işe bağlı olarak doğru tedarikçilerle çalışmak firmalara daha düşük maliyet ve daha iyi kalite elde etmelerini sağlar. Yöneticilerin bu konuda doğru karar vermeleri çok önemlidir. Fakat çok sayıda alternatif tedarikçi olması, yöneticilerin doğru karar verilebilmelerini zorlaştırmaktadır. Bu aşamada yöneticilerin çok zaman ve para harcamamaları için güvenilir, yansız ve bilimsel sonuçlara ihtiyaçları vardır.

Firmaların tedarikçileriyle iş ortağı olarak uzun soluklu çalışabilmeleri için kendi amaçlarına uygun şekilde kriterlerini en baştan iyi belirlemesi gerekir. Geçmiş yıllarda tedarikçi seçimi yapılırken sadece en düşük fiyatlı olması yeterli iken günümüzde firmanın rekabetçi olmasıyla birlikte parçanın kalite performansı, parçayı üretebilmesindeki esneklik, çevreye karşı duyarlılığı gibi kriterler daha önemli hale gelmiştir. Bu nedenle, firmalar tedarikçi seçimini yapmadan önce ilk olarak taleplerini ve önceliklerini belirleyerek satınalma süreçlerine başlamaları gerekmektedir.

Bir işletmenin üretimini devam ettirebilmesi için yasal zorunluluklara uyması gerekmektedir. Bu aşamada en hassas ve en kritik konu da çevre uyumluluklarıdır. Aynı zamanda sadece bir zorunluluk olarak düşünmekte yeterli olmayacaktır. Çünkü günümüzde yaşadığımız doğal felaketler gelecekte yaşayacağımız problemlerin bir göstergesidir. Fakat işletmelerin kendi çevresel etkilerini en aza indirmeye çalışması tek başına yeterli değildir. Kendi ürününü üretirken neden olduğu tüm çevresel etkileri de en

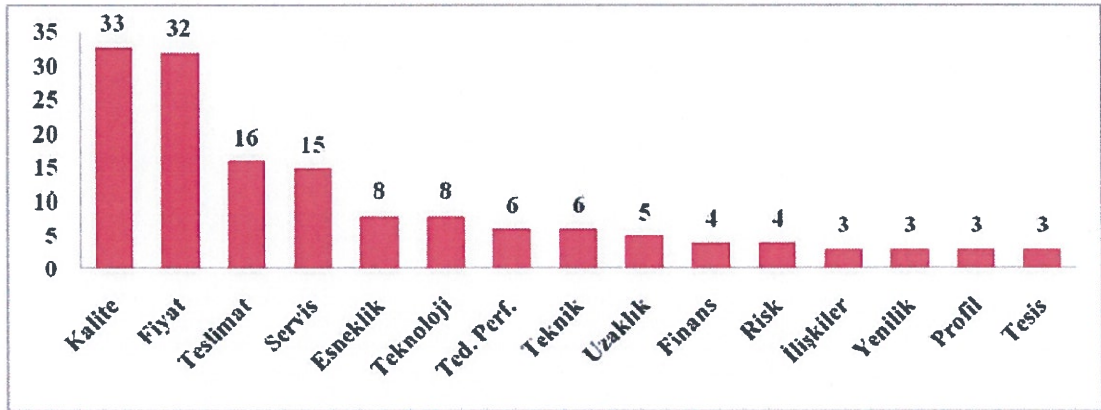
aza indirmesi gerekmektedir. Satınalma bölümünde bu konuda yapabileceği en güzel faaliyet tedarikçilerini seçerken bir kriterini de yeşil çevre olarak belirlemesi olacaktır.

Bu çalışmada, yeşil tedarikçi seçim problemi kapsamında çalışılmıştır. Yeşil tedarikçi seçimi, tedarikçi seçimi sürecinde yeşil kriteri dikkate alarak tedarikçilerin belirlenmesidir. Fakat uzun vadeli çalışabilecek bir tedarikçiyi seçmek için birçok kriteri göz önüne alarak değerlendirme yapmak gerekmektedir. Çalışma kapsamında değerlendirilen kriterler hem sübjektif hem de objektif olmasından dolayı, yeşil tedarikçinin belirlenmesinde çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır.

## 2. KURUMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1.Tedarikçi Seçimi ve Çözüm Yaklaşımları

Bir firmanın performansının etkinliği ve verimliliği, yanlış bir tedarikçinin seçilmesinden olumsuz olarak etkilenir. Her yönüyle mükemmel bir tedarikçiyi bulmak genellikle imkânsız olduğundan, tedarikçi seçim kararını desteklemek için teknikler ve araçlar kullanılır. Tedarikçi seçimi için çeşitli kriterler vardır (Asadabadi 2017). Supçiller ve Çapraz'ın yaptığı literatür çalışması sonucunda tedarikçi seçimi için kullanılan kriterler Şekil 2.1'de verilmiştir. Çalışma kapsamına en çok giren kriterler sırasıyla kalite, fiyat, teslimat ve servis olmuştur. Bu değerlerde gösteriyor ki, tedarikçi seçim probleminde klasik bir yaklaşım olan kalite ve fiyat kriterlerinin dikkate alındığıdır.



Şekil 2.1. Tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler

Geçmiş yıllara baktığımızda, tedarikçi seçim kararında uzun süreler sadece "düşük fiyat" üzerine odaklandığını görüyoruz. Ancak Dickson tarafından 1966 yılında yapılan araştırmada, kapsamlı bir anket yöntemiyle, tedarikçi seçiminde beş faktörün önemli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu kriterler kalite, zamanında teslimat, tedarikçinin performans geçmişi, garanti ve sigorta politikası, üretim kapasitesidir ve satın alınacak malzeme türünden bağımsızdır (Supçiller ve Çapraz 2011). Hakansson ve Wootz (1975) tarafından yapılmış tedarikçi seçimi çalışmasında fiyat, kalite ve teslim zamanı kriter olarak alınmıştır. Manzer ve ark. (1980) tarafından küçük işletme satın alıcıları için yaptıkları tedarikçi seçimi çalışmalarında hem ürün için hem de tedarikçi için kriter

belirlemişlerdir. Tedarikçi kriteri olarak hizmet güvenilirliği, satış sonrası servis, teslimat süresi, ürün yeteneği kullanılmıştır. Ürün kriteri olarak da fiyat, kalite, garanti, hazır bulunma durumu dikkat alınmıştır. Hem ürün hem de tedarikçi kriterlerinin toplamı yüz olarak şekilde ağırlık verilmiştir. Tedarikçi için en önemli kriter hizmet güvenilirliği, en az önemli de ürün yeteneği olarak belirlenmiştir. Ürün için de en önemli kriter fiyat, en az önemli kriter de garanti alınmıştır.

Literatürde de görüldüğü gibi işletmeler, doğru tedarikçiyi seçebilmek için birden çok kriteri aynı an da değerlendirmeleri gerekir. Bu nedenle tedarikçi seçim problemlerinde bütün kriterleri göz önünde bulunduran çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılır. Soner ve Önut (2006) tarafından yapılan çalışmada çok kriterli tedarikçi seçim problemini ELECTRE ve AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ile çözümlenmiştir. Özdemir ve Deste (2009), otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin tedarikçi seçim problemini ele almışlardır. Uygulama, firmanın mevcutta sahip olduğu 82 tedarikçi üzerinde yapılmıştır. Kriterler kalite, fiyat, hizmet ve teslimat olarak belirlenmiştir ve çözümünde gri ilişkisel analiz yöntemi kullanılmıştır. Tekez ve Bark (2016) Türkiye’de faaliyet gösteren bir mobilya firmasında tedarikçi seçimini ele almışlardır. Üretim kapasitesi, maliyet avantajı, kalite, performans, teslimat ve coğrafi konum kriter olarak belirlenmiştir ve çözüm yöntemi olarak da bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Şimşek ve ark. (2015) Türkiye Fethiye’de faaliyet gösteren bir otel işletmesinin tedarikçi seçimini ele almışlardır. Uygulamada fiyat, kalite, teslimat, ilişki ve hizmet kriterlerdir. Beş kriter ve altı alternatif için tedarikçi seçimi TOPSIS ve MOORA (Oran Analizi ve Referans Noktası Yaklaşımı) yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir.

## **2.2. Yeşil Tedarikçi Seçimi**

Büyük çevresel sorunlar, örneğin küresel ısınma, firmaların çevre yönetiminde daha büyük organizasyonlar talep etmektedir. Bununla birlikte, firmalar çevre ile ilişkilerini geliştirmek için onların etki ettiği tedarikçilerinin çevresel performansını iyileştirmeye katkıda bulunmak zorundadırlar. Bu nedenle, yeşil tedarikçi seçim süreci, yeşil tedarik zinciri için yaşamsal önem taşır. Çevreye duyarlı müşteriler, firmaların yeşil tedarikçilerle

çalışmasını istemelerine rağmen, literatürde yeşil tedarikçi problemine odaklanan sadece sınırlı sayıda araştırmacı vardır (Büyüközkan 2011).

Hükümet, müşteriler, rakipler, çalışanlar, firmalar tarafından çevre konularına verilen önemin artmasıyla akademisyenler ve araştırmacılar son yıllarda çalışmalarında, yeşil tedarikçi zinciri yönetimine yer vermişlerdir (Hashemi ve ark. 2014). Fakat bir firma, çevreye duyarlı yeşil ürün üretmek istiyorsa başlangıç noktası satınalma olması gerekmektedir (Kumar ve ark. 2012).

Yeşil tedarikçi seçimi, klasik yöntem ile tedarikçi seçiminden farklı olarak, kriterlerin arasına yeşil parametresinin de eklenmesidir (Genovese ve ark. 2013).

Elektronik ürün üreten firmalarda, internet uygulamaları ve bilgi teknolojilerindeki hızlı gelişimi, ürünün çok hızlı güncellenmesine ve pazar gereksinimlerinin giderek belirsizleşmesi ve kişiselleşmesine sebep olmuştur. Bununla birlikte, halkın çevrenin korunması bilinci giderek arttığı için işletmeler son on yıla nazaran daha yeşil ürün üretmeye başlamışlardır. Amerikan endüstrisi, çevresel faktörlerin, çevre yönetimi ve tedarikçi seçimi için önemli bir faktör haline geldiğini belirtmiştir (Zhang ve ark. 2012). Zhang ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, firmanın çevresel bilincinin artması ve zararlı maddelerin üründe kullanılmasının firma imajına zarar vermesinden dolayı, partner tedarikçi probleminde karbon emisyonu ve kurşun içeriği olmak üzere iki "yeşil kriter" dikkate alınmıştır.

Tsui ve Wen (2014) tarafından yapılan çalışmanın amacı, ince film transistörlü sıvı kristal ekran (TFT-LCD) endüstrisinde kullanılan polarize tedarikçileri için yeşil tedarikçi seçme kılavuzunu geliştirmek ve tedarikçi denetimleri yapmaktır. Bu kapsamda denetimler, çevresel faktörler (çevre, güvenlik, sağlık ve yeşil ürün yönetimi), kurumsal işletme ve stratejik teknoloji geliştirme departmanları tarafından yapılmaktadır. Böylece yeşil kriteri esas olmak üzere birçok kriter aynı anda tedarikçi seçiminde değerlendirilmiştir.



Cao ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada elektrikli araç üreten bir firmanın üretim sürecindeki kilit unsurlardan biri için en yeşil tedarikçiyi seçmek hedeflenmiştir. Tedarikçi seçiminde; çevresel maliyetler, yeniden üretme/yeniden kullanma aksiyonu, enerji tüketimi, tersine lojistik programı, tehlikeli atık yönetimi ve çevre sertifikasyonu kriterleri dikkate alınmıştır. Ön değerlendirmeden sonra bir kez daha değerlendirilmek üzere alternatif beş firma kalmıştır.

Chen ve ark. (2016) tarafından, Tayvan'da bir optik prizma firmasının tedarikçi seçiminde hem ekonomik hem de çevresel açıdan önemli kriterleri göz önüne alan bir yeşil tedarikçi seçim modeli oluşturulmuştur. 2003 yılında kurulmuş bu firma için mevcut müşteri memnuniyetini sağlamak ve pazar payını artırmak için yeni uluslararası müşterileri cezbetmek amacıyla uzun dönemli işbirliği yapabilmek için kaliteli yeşil tedarikçi seçimi son derece önemli olmuştur.

Yin ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada, 1952 yılında kurulan ve Çin'in bir şehri olan Harbin'de bulunan bir inşaat firmasının yeşil tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Bu yeşil tedarikçi probleminde 4 ana kriter, 17 alt kriter mevcuttur. Ana kriterler, yapı malzemelerinin bilgisi, yeşil iş operasyonu, sürdürülebilir iş birliği potansiyeli ve yeşil teknoloji yeteneği olarak seçilmiştir. Alt kriterler ise malzeme fiyatı, malzemenin yeşil derecesi, malzeme kalitesi, yeşil lojistik, finansal yeteneği, yeşil sertifikasyonu, malzemelerin çevre tasarımı, yeşil üretim, yeşil Ar-Ge yeniliği, kurumsal itibar vb. olarak ele alınmıştır.

### **2.3. Yeşil Tedarikçi Seçimindeki Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları**

Son zamanlarda tüm firmalar için önemli bir konu haline gelen çevre faktörü, kendilerinin ve tedarikçilerinin çevresel etkisini dikkate alma ve etkiyi azaltma yönünde çalışmalar yapmalarına neden olmuştur. Literatüre baktığımızda, tedarikçi seçim problemlerinde yeşil kriteri ile birlikte maliyet, kalite, teslimat performansı gibi birçok kriteri aynı anda değerlendirme ihtiyacı duyulmuştur. Bu kriterler hem nicel hem nitel değerli olmasından ve aynı zamanda problem boyutlarının büyük ve karmaşık olmasından dolayı da minimum zamanda optimum çözüme ulaşmak neredeyse imkansızdır. Bu nedenle, klasik

optimizasyon yöntemleri tedarikçi seçim problemlerinde tercih edilmez (Yılmaz ve ark. 2016). Bu nedenlerle, tedarikçi seçim problemlerinde, çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu bölümde, yeşil tedarikçi seçimi ile ilgili yapılan çalışmalarda kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri anlatılmaktadır.

Hashemi ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, yeşil tedarikçi zinciri için tedarikçi seçiminde karbon emisyonuyla ilgili beş kriter dikkate alınmıştır. Bu beş kriterli yeşil tedarikçi seçim problemi Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemi ile çözülmüştür.

Tsui ve Wen (2014) tarafından yapılan çalışmanın, ince filmli transistörlü sıvı kristal ekran (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display-TFT LCD) endüstrisindeki polarize üreten tedarikçilerin seçiminde öncelikle kriterlere ağırlık verilmiş ve sonrasında Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) ile tedarikçi seçimi gerçekleştirilmiştir.

Caoa ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada alternatif beş firma arasından yeşil tedarikçi seçimi gerçekleştirmişlerdir. Tedarikçi seçiminde sezgisel bulanık yöntem ile kombine edilmiş TOPSIS yöntemi birleştirilerek yapılmıştır.

Chen ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, mevcut müşteri memnuniyetini sağlamak ve pazar payını artırmak için yeşil tedarikçi seçiminde bulanık TOPSIS ve bulanık AHP yöntemi birleştirilerek kullanılmıştır.

Yin ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada, inşaat firmasının yeşil tedarikçi seçim problemindeki 4 ana kriter ve 17 alt kriter arasındaki etkileşimi dikkate alan Aralık Değerli Sezgisel Bulanık Geometrik Ağırlıklı Heronian (Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Geometric weighted Heronian-IVIFGWHM) yöntemi ile çok amaçlı doğrusal olmayan programlama modeli birlikte kullanılmıştır.

Yapılan literatür araştırmalarında görüldüğü gibi, yeşil tedarikçi seçim problemlerinde AHP, Bulanık AHP, Analitik Ağ Prosesi (Analytic Network Process-ANP), Bulanık ANP yöntemleri de kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda ise birden fazla çok kriterli karar verme yöntemleri kıyaslanabilir olması açısından birlikte değerlendirilmiştir.

Uygulama bölümüne geçilmeden önce, literatürde yapılan yeşil tedarikçi seçim problemlerinde kullanılmış yöntemler ve kriterlerin özet tablosu Çizelge 2.1’de oluşturulmuştur. Bu özet tabloda da görülebileceği gibi AHP ve gri ilişkisel analiz yöntemleri aynı anda bir problem üzerinde uygulanmamıştır. Bu nedenle, tezin uygulama bölümünde anlatılan AHP ve gri ilişkisel analiz yöntemleri yeşil tedarikçi probleminde kullanılmıştır.

**Çizelge 2.1. Literatür taraması**

NO	YAZAR	YIL	SEKTÖR	KRİTER	KULLANDIĞI YÖNTEM
1	Noci	1997	Otomotiv	1. Yeşil Yetkinlikler 2. Mevcut Çevre Verimliliği 3. Tedarikçinin Yeşil İmajı 4. Net Yaşam Döngüsü Maliyeti	AHP
2	Lee ve ark.	2009	Elektronik	1. Kalite 2. Finans 3. Organizasyon 4. Teknoloji Yeteneği 5. Hizmet 6. Toplam Ürün Yaşam Döngüsü Maliyeti 7. Yeşil İmaj 8. Kirlilik Kontrolü 9. Çevre Yönetimi	Bulanık AHP
3	Kuo ve ark.	2010	Elektronik	1. Kalite 2. Teslimat 3. Maliyet 4. Hizmet 5. Çevre 6. Kurumsal Sosyal Sorumluluk	Yapay Sinir Ağı (Artificial Neural Network-ANN) İki Çoklu-Özellikli Karar Analizi (Two Multi-Attribute Decision Analysis-MADA)
4	Dobos ve Vörösmarty	2014	-	1. Kalite 2. Tekrar Kullanılabilirlik 3. Fiyat 4. Teslimat Süresi 5. Karbon Emisyonu	Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis-DEA)
5	Galankashi ve ark.	2015	Elektronik	1. Fiyat 2. Kalite 3. Ürün 4. Hizmet ve Teslimat 5. Uzaklık 6. Yeşil Malzeme Kullanımı 7. Hava Emisyon Seviyesi 8. Atık Seviyesi 9. Enerji Verimliliği 10. Yeşil Tasarım Yeteneği	Bulanık Analitik Ağ Prosesi (Fuzzy Analytical Network Process-FANP)
6	Hashemi ve ark.	2015	Otomotiv	1. Fiyat 2. Kalite 3. Teknoloji 4. Kaynak Tüketimi 5. Kirlilik Üretimi 6. Yönetim Taahhüdü	Analitik Ağ Prosesi (Analytic Network Process-ANP) Gri İlişkisel Analiz (GIA)
7	Kannan ve ark.	2015	Plastik Üreticisi	1. Kalite 2. Fiyat 3. Teslimat Yeteneği 4. Hizmet 5. Çevre Yönetimi 6. Kurumsal Sosyal Sorumluluk 7. Kirlilik Kontrolü 8. Yeşil Ürün 9. Yeşil İmaj 10. Yeşil Yenilikçilik 11. Tehlikeli Madde Yönetimi	Bulanık Aksiyomatik Tasarım (Fuzzy Axiomatic Design-FAD)

**Çizelge 2.1. Literatür taraması (devamı)**

NO	YAZAR	YIL	SEKTÖR	KRİTER	KULLANDIĞI YÖNTEM
8	Darabi ve Heydari	2016	Otomotiv	1. Fiyat 2. Kalite 3. Teslimat 4. Teknoloji Yeteneği 5. Çevre Yeterlilik	Aralık Değerli Kararsız Bulanık Sıralama Metodu (Interval-Valued Hesitant Fuzzy Ranking Method)
9	Yazdani ve ark.	2017	Gıda	1. Finansal İstikrar 2. Çevre Yönetim Sistemleri 3. Atık Bertaraf Programı 4. Yönetim Taahhüdü 5. Kalite Kontrol Sistemleri 6. İmalat 7. Tesis 8. Tersine Lojistik	Kalite Fonksiyon Dağıtımı (Quality Function Deployment-QFD) Uygulanan Karmaşık Oransal Değerlendirme (Complex Proportional Assessment-COPRAS) Oran Analizi Temelinde Çok Amaçlı Optimizasyon (Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis-MOORA)
10	Hamdan ve Cheaitou	2017	-	1. Maliyet 2. Esneklik, 3. Teslimat Süresi 4. Ürün Kalitesi 5. Ödeme Şekli 6. Çevresel Etiketleme 7. Yeşil Pazar Payı 8. Yeşil Teknolojinin Kullanımı 9. Çevre Yönetim Sistemi Sertifikası	Bulanık TOPSIS AHP İki Amaçlı tamsayı Doğrusal Programlama Modeli
11	Qin ve ark.	2017	Otomotiv	1. Yeşil Ürün Yenelikçiliği 2. Yeşil İmaj 3. Çevreyle Arkadaş Teknoloji Kullanımı 4. Kaynak Tüketimi 5. Yeşil Yeterlilik 6. Çevre Yönetimi 7. Kalite Yönetimi 8. Toplam Ürün Yaşam Döngüsü Maliyeti 9. Kirlilik Üretimi 10. Çalışan Çevre Eğitimi	Interval type-2 fuzzy sets (IT2FSs) ile Portekizce'de İnteraktif ve Çok Kriterli Karar Vermenin Kısaltılması (TODIM)
12	Mousakhani ve ark.	2017	Bateri Üreticisi	1. Fiyat 2. Kalite 3. Teslimat 4. Teknoloji 5. Çevre Yeterlilik 6. Organizasyon 7. Yeşil İmaj	Aralık Tip 2 Bulanık Kümesi (Interval-type-2 fuzzy Sets-IT2FSs) TOPSIS
13	Banaeian ve ark.	2018	Tarım-Gıda Sektörü	1. Fiyat 2. Kalite 3. Hizmet Seviyesi 4. Çevre Yönetim Sistemi	Fuzzy TOPSIS Fuzzy VIKOR Fuzzy GİA

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Firma yönetiminin temel amaçlarından biri işletme maliyetlerini azaltmak ve iş fırsatlarını geliştirmek için organizasyonel rekabet gücünü arttırmaktır. Bu amaca en büyük katkıyı sağlayacaklar ise tedarikçilerdir. Bu nedenle satın alma departmanlarının tedarikçi seçim ve değerlendirmesi önemli bir stratejik karardır.

Son zamanlarda, çevre koruma ve sürdürülebilir kalkınmaya yönelik artan endişeler, çevresel gerekliliklere daha fazla dikkat edilmesine neden olmuştur. Firmaların kendi çevresel etkilerinin yanında yaşam döngüsü bakış açısıyla tedarikçilerinin de çevresel etkilerini göz önüne alması gerekmektedir. Bu nedenle, bu tezin amacı, çeşitli çevresel performans gereklilikleri ve kriterlerini göz önünde bulundurarak yeşil tedarikçi seçimi için entegre bir yaklaşım ortaya koymaktır.

#### 3.1. Materyal

Firmaların talepleri doğrultusunda en uygun tedarikçiyi seçebilmek çok önemlidir. Fakat ilk olarak firmaların isteklerini karşılayan kriterlerin doğru ve net bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bugüne kadar, firmalar için ilk öncelikli kriterler fiyat, kalite, teknik yapabilirlik gibi parametreler olsa da günümüzün şartlarından dolayı fazlaca önem kazanan çevre kriterleri de aynı tedarikçi seçme havuzunda olması gerekmektedir. Kriter çeşitliliğinin ve sayısının artmasından dolayı hem sübjektif hem de objektif kriterleri aynı tedarikçi seçme probleminde değerlendirmemiz gerekmektedir. Bu aşamada da bize yardımcı olacak çok kriterli karar verme yöntemleri yer almaktadır. Bu tez çalışmasında da çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) birlikte kullanılmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Gri İlişkisel Analiz

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Gri İlişkisel Analiz (GİA), ilk defa 1982 yılında Prof. Julong Deng (1989) tarafından ortaya atılan “gri teori” fikri ile ortaya çıkmıştır (Şişman ve ark. 2013). Sonrasında gri ilişkisel teori Profesör Liu, Profesör Robert John, Profesör Yang ve Forrest tarafından geliştirilmiştir (Sun ve ark. 2018). Gri sistem teorisinin amacı, doğal bilimlerle sosyal bilimler arasında oluşan boşluğa bir köprü vazifesi üstlenmektir. Gri sistem teorisinde beyaz bilinen bilgiyi, siyah bilinmeyen bilgiyi ve arada kalan gri bölge ise kısmen bilinen bilgiyi ifade eder (Ayaydın ve ark. 2017).

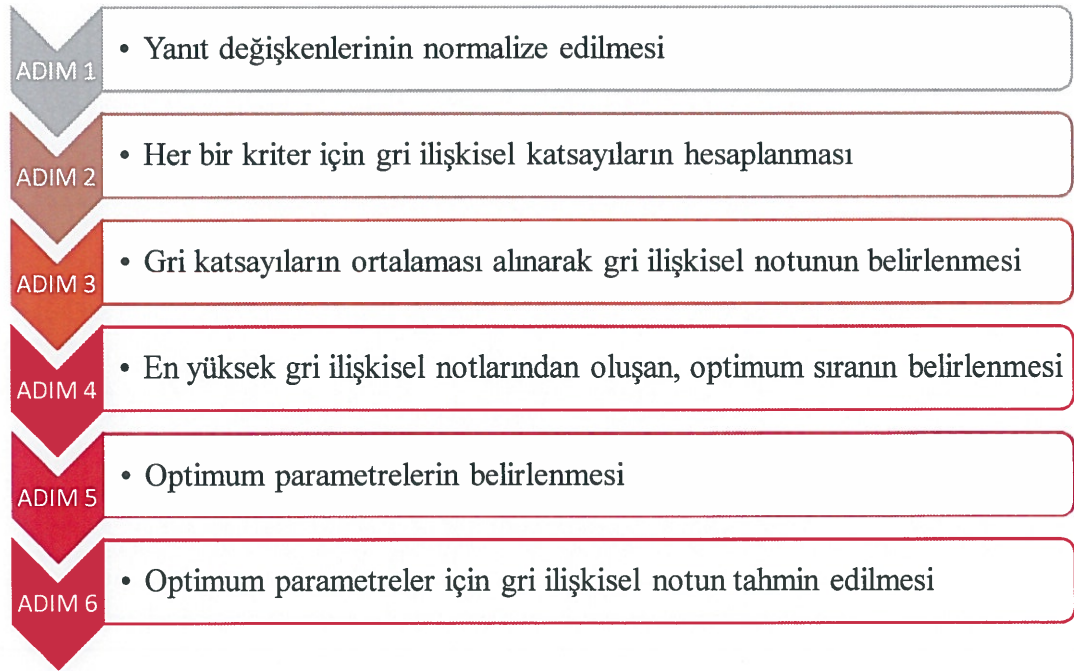
GİA, hem nitel hem de nicel özelliğe sahip çok fazla farklı yapıdaki kriterin bulunduğu ve aynı zamanda örneklem sayısının çok az olduğu problemlerde daha fazla tercih edilir. Aynı zamanda soyut ve bulanık veriler altında karar verme, patern tanımlama ve belirsizlik altındaki bazı diğer problemlere yaygın olarak uygulanmaktadır (Sun ve ark. 2018). Birçok faktör ve az sayıda verinin bulunduğu durumlarda, iki süreç arasındaki korelasyonun ortaya çıkartılmasında veri yetersizliği nedeni ile istatistiksel tabanlı regresyon analiz yöntemleri sağlıklı sonuçlar vermediği için GİA gücünü bu durumlarda gösterebilmektedir (Köse ve ark. 2013).

Gri ilişkisel analiz uygulanmadan önce ilk olarak yapılan çalışmanın kriterleri nicel ve nitel olarak belirlenir. Nitel yani sübjektif değere sahip olan kriterlerin sonuçları Çizelge 3.1'deki gri sayı karşılıklarına çevrilir (Köse ve ark. 2013).

**Çizelge 3.1.** Sübjektif kriterler için gri sayı karşılığı

Değerlendirme	Gri Sayı Karşılığı
Çok Zayıf (Very Poor-VP)	[0,10]
Zayıf (Poor-P)	[10,30]
Orta Derecede Zayıf (Medium Poor-MP)	[30,40]
Ortalama (Fair-F)	[40,50]
Orta Derecede İyi (Medium Good-MG)	[50,60]
İyi (Good-G)	[60,90]
Çok İyi (Very Good-VG)	[90,100]

GİA' in uygulama adımları Şekil 3.1'de verilmiştir (Misal ve Sadaiah 2018).



**Şekil 3.1.** Uygulama adımları

**Adım 1: Yanıt değişkenlerinin normalize edilmesi**

Alternatiflerin her bir kriter için aldığı değerleri temsil eden yanıt değişkenlerinin normalizasyonu, orijinal dizideki verilerin analiz edilmesi için kıyaslanabilir bir dizi haline dönüştürülmesidir. Doğrusal normalizasyon genellikle dizilerin birbirinden farklı birim ve aralıklara sahip olduğu zamanda gereklidir (Misal ve Sadaiah 2018).

Yanıt değişkenlerin değerleri yüksek olması, sonuca pozitif yansıması durumunda normalizasyon (Misal ve Sadaiah 2018):

$$x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)} \quad (3.1)$$

$x_i^{(0)}(k)$  i. Alternatifin k. kriter için değeridir.

Yanıt değişkenlerin değerleri küçük olması, sonuca pozitif yansıması durumunda normalizasyon (Misal ve Sadaiah 2018):

$$x_i^*(k) = \frac{\max x_i^{(0)}(k) - x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)} \quad (3.2)$$

Adım 2: Her bir kriter için gri ilişkisel katsayıların hesaplanması

Sapma dizisi,  $\Delta 0_i^*(k)$ , normalizasyondan sonra karşılaştırılan dizi  $x_i^*(k)$  ve referans dizi  $x_0^*(k)$  arasında mutlak fark alınmasıyla oluşmaktadır (Misal ve Sadaiah 2018).

$$\Delta 0_i^*(k) = |x_0^*(k) - x_i^*(k)| \quad (3.3)$$

Adım 3: Gri katsayıların ortalaması alınarak gri ilişkisel notunun belirlenmesi

Her dizi için gri ilişkisel katsayı (GİK), ideal (en iyi) ve mevcut normalize edilmiş değişken arasındaki ilişkiyi ifade eder. Eğer iki dizide aynı puanı aldıysa, o zaman onların gri ilişkisel katsayısı 1'dir. Gri ilişkisel katsayı Denklem 3.4'de gösterilmiştir (Misal ve Sadaiah 2018).

$$\gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\Delta \min - \zeta \Delta \max}{\Delta 0_i(k) - \zeta \Delta \max} \quad (3.4)$$

$\Delta \min$ ,  $\Delta 0_i(k) = (\min_i \min_k (|x_0^*(k) - x_i^*(k)|))$  değerlerinin en küçüğü ve  $\Delta \max$ ,  $\Delta 0_i(k) = (\min_i \min_k (|x_0^*(k) - x_i^*(k)|))$  değerlerinin en büyüğü ve  $\zeta$  ayırt edici katsayısıdır.  $\zeta$  değeri her yanıt değişkeni için 0,5 olarak alınır. Tüm deneysel çalışmalar için GİK değeri hesaplanır (Misal ve Sadaiah 2018).  $x_0(k)$ , k. kriterin normalize değerleri



içindeki en büyüğü, minimum olması istenen durumda ise en küçüğü göstermektedir (Kula ve ark. 2016).

Adım 4: En yüksek gri ilişkisel notlarından oluşan, optimum sıranın belirlenmesi

Çoklu performans karakteristiklerinin genel değerlendirilmesi, gri ilişkisel notuna dayanmaktadır. Gri ilişkisel not, gri ilişkisel katsayıların toplamının ortalamasıdır (Misal ve Sadaiah 2018).

$$\gamma(x_o, x_i) = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \gamma(x_o(k), x_i(k)) \quad (3.5)$$

$m$ , toplam kriter sayısı,  $\gamma(x_o, x_i)$ ,  $i$ . alternatif için toplam performans değerini gösteren gri ilişkisel not değeridir (Misal ve Sadaiah 2018).

Adım 5: Optimum parametrelerin belirlenmesi

Gri ilişki notu  $\gamma(x_o, x_i)$ , referans dizisi ve karşılaştırılan dizi arasındaki korelasyon seviyesini temsil eder. Eğer iki dizi tüm noktalarda aynı ise, o zaman onların gri ilişkisel katsayıları her yerde 1'dir ve dolayısıyla, onların gri ilişkisel notu da 1'e eşittir. Daha yüksek olan gri ilişkisel not, karşılık geldiği koşulun optimum olduğunu gösterir (Misal ve Sadaiah 2018).

Adım 6: Optimum parametreler için gri ilişkisel notun tahmin edilmesi

Optimum parametre ayarları değerlendirildikten sonra, sonraki adım, optimum parametre kombinasyonunu kullanarak kalite özelliklerinin iyileşmesini doğrulamak ve tahmin etmektir. Makine ile üretilmiş parametrelerin optimum seviyesi kullanılarak, tahmini gri ilişkisel not  $\hat{y}$  hesaplanabilir (Misal ve Sadaiah 2018).

$$\hat{y} = y_m + \sum_{i=1}^0 (\bar{y}_i - y_m) \quad (3.6)$$

$y_m$ , toplam ortalama gri ilişki notu,  $\bar{y}_i$  optimum seviyedeki ortalama gri ilişki notu ve o kalite özelliklerine etki eden ana tasarım parametrelerinin sayısı demektir (Misal ve Sadaiah 2018).

### 3.2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1970'li yılların ortasında Pensilvanya Üniversitesi'nden Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen bir matematiksel teoridir (Supçiller ve Çapraz 2011). O zamandan beri, iş, sanayi, devlet gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Liu ve ark. 2017).

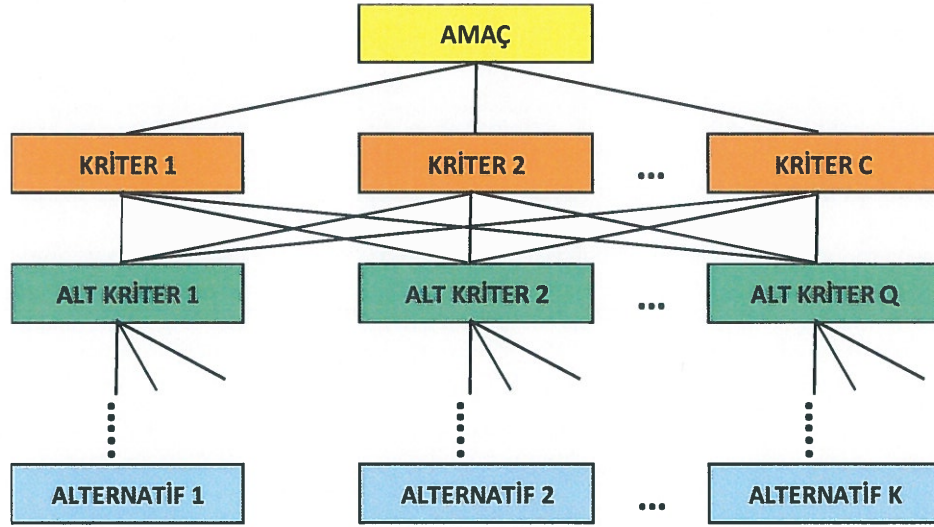
AHP, karmaşık hiyerarşileri ve çoklu indeksleri içeren karar verme problemlerinde uygulanmaktadır. Karar verme sürecinde nitel ve nicel faktörlerle çalışabilmektedir ve aynı zamanda, pratik, sistematik ve kısa ve öz bir yöntemdir (Li ve ark. 2017). Diğer karar verme yöntemleriyle karşılaştırıldığında AHP'nin iki avantajı vardır. Birincisi, karmaşık sistemi birden fazla hiyerarşi yapısına ayırabilmesidir ve bu hiyerarşik yapılar da analiz edilmesi ve anlaşılması kolay yapılardır. Diğer avantajı ise insan bilgisinin, problemin tüm aralıklarında işlenebilecek sayısal değerlere dönüştürülebilmesidir.

AHP yaklaşımının detaylı adımları aşağı özetlemiştir (Liu ve ark. 2017):

1. Amaç hiyerarşisini, kriter hiyerarşisini ve alternatif hiyerarşisini içeren hiyerarşi yapısının kurulması.
2. Üst hiyerarşideki belirli bir faktöre göre, faktörlerin ikili olarak karşılaştırarak ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması.
3. Her bir hiyerarşideki önceliklerin, çift yönlü karşılaştırılabilir matriste türetilmesi.
4. Kararların tutarlılığının kontrol edilmesi.
5. Genel sonucun elde edilmesi.

Adım 1: Hiyerarşi yapısının kurulması

En üst seviyeden başlayarak amaç, kriter ve alternatif hiyerarşisi oluşturulur. AHP'nin tipik hiyerarşi yapısı Şekil 3.2'de gösterilmektedir (Liu ve ark. 2017).



Şekil 3.2. Analitik hiyerarşi prosesinin genel yapısı

Adım 2: Amaca göre, faktörlerin ikili olarak karşılaştırarak ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması.

İlk olarak, farklı kriterlerin önemini değerlendirmek için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Genellikle, bu aşamada sübjektif uzman kararları verilir. Burada yaygın olarak 1-9 kuralı kullanılır (Liu ve ark. 2017). Çizelge 3.2’de verilen göreceli önem skalasında, eğer 1’e eşitse, eşit öneme sahip, eğer 9’a eşit ise, aşırı derece önemli anlamına gelmektedir (Li ve ark. 2017).

$$A = (a_{mn})_{c \times c} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1c} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2c} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{c1} & a_{c2} & \dots & a_{cc} \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

Denklem 3.7’deki  $a_{mn}$ ,  $m$ . ve  $n$ . kriter arasındaki karşılaştırma sonucunu göstermektedir.  $C$ , kriter sayısını temsil etmektedir (Liu ve ark. 2017) .

**Çizelge 3.2.** Göreceli önem skalası

Göreceli Önem Değeri	Tanım
1	Eşit Önem
3	Orta Önem
5	Fazla Önem
7	Çok Fazla Önem
9	Aşırı Derecede Önem
2, 4, 6, 8	Ara Değerler
<b>Karşılık Değer</b>	$m$ ve $n$ kriterlerinin önem değeri $r_{mn}$ , karşılık değeri $1/r_{mn}$ 'dir.

Adım 3: Her bir hiyerarşideki önceliklerin, çift yönlü karşılaştırılabilir matriste türetilmesi

Kriterlerin öncelikleri, yukarıda oluşturulmuş ikili karşılaştırma matrislerinin normalize edilmiş öz vektörünü ve maksimum öz değerini hesaplayarak türetilir (Liu ve ark. 2017). Yani, ilgili matristeki her bir değer, diğerine göre önemini gösteren öz vektörün hesaplanması anlamına gelmektedir (Supçiller ve Çapraz 2011).

$m=1,2,\dots,C$  ve  $n=1,2,\dots,C$  olmak üzere (Supçiller ve Çapraz 2011);

$$b_{mn} = \frac{a_{mn}}{\sum_{m=1}^C a_{mn}} \quad (3.8)$$

$$w_m = \frac{\sum_{n=1}^C b_{mn}}{C} \quad (3.9)$$

$$W = [w_m]_{Cx1} \quad (3.10)$$

$W$  sütun vektörü, kriterlerin öncelik dağılımını yüzde olarak gösterir ve  $b_{mn}$  matrisinin satır elemanlarının aritmetik ortalamasıyla hesaplanmaktadır (Supçiller ve Çapraz 2011).

#### Adım 4: Kararların tutarlılığının kontrol edilmesi

Matris tutarlılık kontrolünün amacı, değerlendirmenin tutarlılığını kontrol etmek ve her bir kararın rasyonel olmasını sağlamak ve çelişkili sonuçlardan kaçınmaktır. Uygulamalarda mükemmel tutarlılık nadiren görünmektedir. Eğer tutarlılık oranı ( $CR$ ) %10'dan az ise, karar matrisinin yeterince tutarlı olduğu düşünülmektedir. İlk olarak,  $A$  matrisinin maksimum öz vektörü  $\lambda_{max}$  hesaplanması gerekmektedir (Li ve ark. 2017).

$$D = [a_{mn}]_{c \times c} \times [w_m]_{c \times 1} = [d_m]_{c \times 1} \quad (3.11)$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{m=1}^c \frac{d_m}{w_m}}{c} \quad (3.12)$$

Tutarlılık Oranı ( $CR$ ) hesaplanabilmesi için gerekli olan rassalık endeksi ( $RI$ ), sabit değerlerden oluşan ve  $C$  kriter sayısına göre belirlenen  $RI$  verileri Çizelge 3.3'de yer almaktadır (Supçiller ve Çapraz 2011).

$$CR = \frac{\lambda_{max} - C}{(C-1).RI} \quad (3.13)$$

**Çizelge 3.3.** Rassalık endeksi verileri

$C$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$RI$	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

#### Adım 5: Genel sonucun elde edilmesi

İlk dört adım, hiyerarşik yapının tümü için hesaplanır. Bu adımda, hiyerarşik yapıdaki  $C$  tane kriterin her birinin meydana getirdiği  $C \times 1$  boyutunda öncelik sütun vektörleri bir araya gelerek  $C \times C$  boyutundaki  $DW$  karar matrisini meydana getirirler.  $DW$  karar matrisini,  $W$  öncelik vektörü ile çarparak  $R$  sonuç vektörüne ulaşılır (Supçiller ve Çapraz 2011).

$m=1,2,\dots,C$  ve  $n=1,2,\dots,C$  olmak üzere;

$$DW = [w_{mn}]_{C \times C} \quad (3.14)$$

$$R = DW \times W \quad (3.15)$$

$R$  sonuç vektörü, her alternatifin elde ettiği öncelik değerlerini göstermektedir. Öncelik değerlerine göre alternatifler büyükten küçüğü sıralanır. En büyük öncelik değerine sahip alternatif, tedarikçi seçiminde ilk seçilmesi gereken tedarikçiyi göstermektedir.

#### 4. BULGULAR

Her sektör dalında, firmaların karlı büyümeleri, başarı sağlamaları ve elde ettikleri başarıları sürdürülebilir hale getirmelerinde tedarikçilerinin payı çok yüksektir. Özellikle otomotiv sektöründe, çok farklı yapıda ve sayıda malzemeye ihtiyaç duyulduğu için çok fazla sayıda da tedarikçiye ihtiyaç duyulmaktadır. Otomotiv firmalarının yeni üretimine başladığı bir model uzun yıllar seri üretimde devam ettiği için, istenilen kriterlere uygun doğru tedarikçi ile uzun yıllar çalışılması çok önemlidir. Bu nedenle firmaların proje dönemlerinde tedarikçi seçerken kriterlerini, sürecin en başında ve firmaların önceliklerine göre doğru kriterleri belirlemeleri gerekmektedir. Sonrasında da alternatifler arasından seçilen kriterlere göre işbirliği kuracakları tedarikçileri belirlemeleri gerekmektedir.

Bu kapsamda, bu tez çalışmasına ait uygulama otomotiv sektöründeki bir ana sanayi firmasında gerçekleştirilmiştir. Bir otomobilin ana iskeletini oluşturan ve yolcunun güvenliği için önem taşıyan sac parçaların üreticisini belirlemek için tedarikçi seçim süreci gerçekleştirilmiştir.

Uygulamada toplam altı tedarikçi ( $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$ ), on ana kriter ile değerlendirilmektedir. On ana kriter arasından yedi tanesi subjektif, geri kalan üç tanesi ise objektif kriterlerdir. Ana kriterler Çizelge 4.1’de özetlenmiştir.

**Çizelge 4.1.** Ana kriterler

Sübjektif Kriterler	Objektif Kriterler
Rekabetçilik	Finansal Durum
Geçmiş Deneyim	ISO 14001 Belgesine Sahip Olma
Teknik Esneklik	Kalite Performansı
Yeşil Proses Yönetimi	
Atık Yönetimi	
Kaynak Kullanımı	
Sürdürülebilirlik	

Belirlenen kriterlerin tanımı aşağıda 3zetlenmiştir:

Rekabetçilik: Firmalar karlı büyüme sağlamak için optimum maliyetlerle üretim yapmak isterler. Bu nedenle tedarikçilerinden aldıkları malzemeleri de mümkün olduğunca en düşük fiyata tedarik etmeleri gerekmektedir. Bu kapsamda rekabetçilik kriteri, tedarikçiler arasından en düşük fiyatı sağlayan ve uzun vadede en çok indirim oranını veren tedarikçinin seçilmesini kapsamaktadır.

Geçmiş deneyim: Firmanın mevcut tedarikçi parkındaki tedarikçilerle uzun yıllardır çalışmasıyla oluşan geçmiş deneyimlerini, o firmayla olan tecrübelerini ifade etmektedir.

Teknik esneklik: Tedarikçinin satınması yapılacak malzemeyi yapabilirliği, uygun üretim hatlarının olması ve o parçayla ilgili tecrübelerini kapsamaktadır.

Yeşil Proses Yönetimi: Firmanın çevre koruma misyonunu sosyal sorumluluğunun önemli bir bileşeni olarak kabul etmesi gerekir. Bu doğrultuda çevre üzerindeki doğrudan etkilerinin yanı sıra değer zincirinin bütününde oluşan dolaylı çevresel etkilerin de kontrol altına alması ve mümkün olan en düşük seviyeye çekmesidir.

Atık Yönetimi: Çevreye karşı sorumluluğun gereği olarak faaliyetlerinden kaynaklanan atıkları kaynağında azaltmayı ve mümkün olduğunca geri kazanmayı hedeflemelidir. Bu amaçla malzeme kullanımının azaltılmasına, geri dönüştürülmüş ve geri dönüştürülebilir malzeme kullanımına ve oluşan atıkların tamamının geri kazanılmasına yönelik çalışmasıdır.

Kaynak Kullanımı: Ekosistemin devamlılığı için doğal kaynakların kendini yenileme kapasitesini korumak amacıyla sorumlu kaynak kullanımı büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımı, verimli su tüketimi ve atıkların geri kazanımı ile çevresel etkilerin azaltılmasını hedeflemektir.

Sürdürülebilirlik: Firma topluma ve çevreye sayđı bilinciyle, sürdürülebilir kalkınma ilkelerini üretimden pazarlama faaliyetlerine, insan kaynaklarından lojistiğe kadar



bütünsel bir bakış açısıyla benimsemektedir. Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı çerçevesinde, ekonomik, çevresel ve toplumsal boyutlarıyla bugünden geleceğe uyumlu bir planlama yapmayı amaçlamasıdır.

Finansal Durum: Firmalar bir malzemenin üretimini için bir tedarikçiyle anlaştıklarında, o firma ile uzun yıllar işbirliği içerisinde çalışmaktadırlar. Uzun vadeli kurulan bu ilişkinin devamlılığı sağlamak için firmanın finansal durumu önem arz etmektedir. Bu kapsamda kriter, firmaya yapılan finansal denetim sonucunu içermektedir.

ISO 14001 Belgesine Sahip Olma: Bir firmanın ISO 14001 belgesi olması demek, üretimini çevresel bakış açısıyla gerçekleştirdiğinin bir göstergesidir. Bu kriter de, tedarikçinin ISO 14001 belgesinin olup olmama durumunu temsil etmektedir.

Kalite Performansı: Tedarikçinin bir yıl boyunca ana sanayiye sevk ettiği parçalardan elde ettiği kalite puanlarının toplamını temsil etmektedir.

#### **4.1. Yeşil Tedarikçi Seçimi için Gri İlişkisel Analizin Uygulanması**

Otomotiv sektöründe uygulanan tedarikçi seçimi problemi için firmanın satınalma departmanındaki uzman, yönetici ve müdürlerden oluşan toplam on kişiye ( $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}$ ) subjektif kriterlerin cevaplanması için Çizelge 4.2'deki anket yapılmıştır. Objektif kriterlerin değerleri ise 2017 gerçek verilere dayanan bilgilerden alınmıştır. Anketi cevaplayan kişilerden subjektif kriterleri değerlendirirken Çizelge 3.1'deki gri sayı karşılıklarına göre yanıtlamaları istenmiştir. Hem objektif hem de subjektif kriterler için de sonuçların yüksek olması pozitif yani istenen durum anlamına gelmektedir. On kişi tarafından subjektif kriterlerin yanıtları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Bu yanıtların, gri sayı karşılıkları da Çizelge 4.4'te çevrilmiştir.

**Çizelge 4.2. Anket**

<b>TEDARİKÇİ SEÇİM FORMU</b>		Tarih				
<p>Cinsiyetiniz: ( ) <b>KADIN</b> ( ) <b>ERKEK</b></p> <p>Yaşınız: .....</p> <p>Eğitim Durumunuz: ( ) <b>LİSANS</b> ( ) <b>YÜKSEK LİSANS</b> ( ) <b>DOKTORA</b></p> <p>Değerlendirme Skalası:</p>						
	<b>KARŞILIĞI</b>	<b>DEĞERLENDİRME</b>				
	<b>VP</b>	Çok Zayıf (Very Poor)				
	<b>P</b>	Zayıf (Poor)				
	<b>MP</b>	Orta Derecede Zayıf (Medium Poor)				
	<b>F</b>	Ortalama (Fair)				
	<b>MG</b>	Orta Derecede İyi (Medium Good)				
	<b>G</b>	İyi (Good)				
	<b>VG</b>	Çok İyi (Very Good)				
<b>FİRMA DEĞERLENDİRMENİZİ YUKARIDAKİ SKALAYA GÖRE YAPINIZ.</b>						
<b>TEDARİKÇİLER</b>						
	<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>3</sub></b>	<b>A<sub>4</sub></b>	<b>A<sub>5</sub></b>	<b>A<sub>6</sub></b>
1) Fiyatlarda rakiplere göre rekabetçilik						
2) Firma yönetimiyle ilgili geçmiş deneyiminiz						
3) Teknik esneklik-Parça üretim kabiliyeti						
4) Yeşil Proses Yönetimi						
5) Atık Yönetimi						
6) Kaynak Kullanımı						
7) Sürdürülebilirlik						
8) Finansal Durumu	DÜŞÜK	ORTA	ORTA	YÜKSEK	YÜKSEK	DÜŞÜK
9) ISO 14001	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR
10) Kalite Performansı	96	100	91	98	100	99

Çizelge 4.3. Sübjektif kriterlerin değerleri

KRİTERLER	UZMANLAR	ALTERNATİFLER					
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
REKABETÇİLİK	D <sub>1</sub>	G	G	G	G	MG	G
	D <sub>2</sub>	G	MG	MG	G	VG	G
	D <sub>3</sub>	P	G	P	G	P	MG
	D <sub>4</sub>	F	F	MG	G	F	G
	D <sub>5</sub>	MG	MG	F	F	F	MP
	D <sub>6</sub>	MG	MG	G	G	MG	MG
	D <sub>7</sub>	G	G	F	F	MP	F
	D <sub>8</sub>	VG	G	F	F	F	F
	D <sub>9</sub>	VG	G	MG	MG	MP	MP
	D <sub>10</sub>	G	VG	F	MG	MG	MP
GEÇMİŞ DENEYİMİNİZ	D <sub>1</sub>	G	G	G	G	MG	G
	D <sub>2</sub>	VG	VG	VG	VG	G	VG
	D <sub>3</sub>	VP	F	P	G	P	G
	D <sub>4</sub>	G	G	G	G	MP	MG
	D <sub>5</sub>	G	VG	MG	MG	MG	F
	D <sub>6</sub>	VG	VG	VG	G	G	MG
	D <sub>7</sub>	G	G	VG	G	G	F
	D <sub>8</sub>	VG	G	VG	G	G	F
	D <sub>9</sub>	VG	G	G	G	G	MG
	D <sub>10</sub>	G	VG	G	VG	G	MG
TEKNİK ESNEKLİK	D <sub>1</sub>	G	G	G	G	MG	G
	D <sub>2</sub>	VG	VG	VG	VG	G	G
	D <sub>3</sub>	G	P	P	VG	VP	P
	D <sub>4</sub>	G	G	MG	F	MP	F
	D <sub>5</sub>	VG	G	G	G	F	F
	D <sub>6</sub>	VG	VG	VG	G	G	MG
	D <sub>7</sub>	G	G	G	MG	MG	MP
	D <sub>8</sub>	G	MG	MG	F	F	F
	D <sub>9</sub>	G	MG	G	MG	F	MP
	D <sub>10</sub>	G	G	G	MG	MG	MP
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	D <sub>1</sub>	G	G	G	G	G	F
	D <sub>2</sub>	P	P	P	P	P	P
	D <sub>3</sub>	F	F	MP	G	P	P
	D <sub>4</sub>	P	MP	P	P	P	P
	D <sub>5</sub>	MG	MG	F	MG	MG	F
	D <sub>6</sub>	G	G	G	G	G	G
	D <sub>7</sub>	G	G	G	MG	P	P
	D <sub>8</sub>	VG	VG	G	G	MP	P
	D <sub>9</sub>	VG	VG	MG	MG	P	MP
	D <sub>10</sub>	G	VG	G	MG	P	MP
ATIK YÖNETİMİ	D <sub>1</sub>	G	G	G	G	G	F
	D <sub>2</sub>	G	G	G	G	G	G
	D <sub>3</sub>	F	F	P	MG	P	P
	D <sub>4</sub>	P	MP	P	P	P	P
	D <sub>5</sub>	G	G	G	G	G	MG
	D <sub>6</sub>	G	G	G	G	G	G
	D <sub>7</sub>	G	G	G	F	MG	F
	D <sub>8</sub>	VG	G	G	F	MG	F
	D <sub>9</sub>	VG	G	MG	F	MG	F
	D <sub>10</sub>	G	G	G	G	MG	F
KAYNAK KULLANIMI	D <sub>1</sub>	G	G	G	G	G	F
	D <sub>2</sub>	MG	MG	MG	MG	MG	MG
	D <sub>3</sub>	F	F	MP	G	P	P
	D <sub>4</sub>	P	MP	P	P	P	P
	D <sub>5</sub>	G	G	G	G	G	MG
	D <sub>6</sub>	G	G	G	G	G	G
	D <sub>7</sub>	G	G	G	F	F	F
	D <sub>8</sub>	VG	G	G	MG	F	F
	D <sub>9</sub>	VG	G	VG	F	F	F
	D <sub>10</sub>	VG	VG	G	MG	MG	F
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	D <sub>1</sub>	G	G	G	G	G	F
	D <sub>2</sub>	G	G	G	G	G	G
	D <sub>3</sub>	F	F	F	F	VP	MP
	D <sub>4</sub>	P	MP	P	P	P	P
	D <sub>5</sub>	G	G	G	G	G	G
	D <sub>6</sub>	G	G	G	G	G	G
	D <sub>7</sub>	G	G	G	F	F	F
	D <sub>8</sub>	VG	G	G	MG	F	F
	D <sub>9</sub>	G	G	VG	F	F	F
	D <sub>10</sub>	G	VG	G	MG	MG	F

**Çizelge 4.4. Sübjektif kriterlerin gri sayı karşılıkları**

KRİTERLER	UZMANLAR	ALTERNATİFLER											
		A <sub>1</sub>		A <sub>2</sub>		A <sub>3</sub>		A <sub>4</sub>		A <sub>5</sub>		A <sub>6</sub>	
REKABETÇİLİK	D <sub>1</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	50	60	60	90
	D <sub>2</sub>	60	90	50	60	50	60	60	90	90	100	60	90
	D <sub>3</sub>	10	30	60	90	10	30	60	90	10	30	50	60
	D <sub>4</sub>	40	50	40	50	50	60	60	90	40	50	60	90
	D <sub>5</sub>	50	60	50	60	40	50	40	50	40	50	30	40
	D <sub>6</sub>	50	60	50	60	60	90	60	90	50	60	50	60
	D <sub>7</sub>	60	90	60	90	40	50	40	50	30	40	40	50
	D <sub>8</sub>	90	100	60	90	40	50	40	50	40	50	40	50
	D <sub>9</sub>	90	100	60	90	50	60	50	60	30	40	30	40
	D <sub>10</sub>	60	90	90	100	40	50	50	60	50	60	30	40
GEÇMİŞ DENEYİMİNİZ	D <sub>1</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	50	60	60	90
	D <sub>2</sub>	90	100	90	100	90	100	90	100	60	90	90	100
	D <sub>3</sub>	0	10	40	50	10	30	60	90	10	30	60	90
	D <sub>4</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	30	40	50	60
	D <sub>5</sub>	60	90	90	100	50	60	50	60	50	60	40	50
	D <sub>6</sub>	90	100	90	100	90	100	60	90	60	90	50	60
	D <sub>7</sub>	60	90	60	90	0	10	60	90	60	90	40	50
	D <sub>8</sub>	90	100	60	90	90	100	60	90	60	90	40	50
	D <sub>9</sub>	90	100	60	90	60	90	60	90	60	90	50	60
	D <sub>10</sub>	60	90	90	100	60	90	90	100	60	90	50	60
TEKNİK ESNEKLİK	D <sub>1</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	50	60	60	90
	D <sub>2</sub>	90	100	90	100	90	100	90	100	60	90	60	90
	D <sub>3</sub>	60	90	10	30	10	30	90	100	0	10	10	30
	D <sub>4</sub>	60	90	60	90	50	60	40	50	30	40	40	50
	D <sub>5</sub>	90	100	60	90	60	90	60	90	40	50	40	50
	D <sub>6</sub>	90	100	90	100	90	100	60	90	60	90	50	60
	D <sub>7</sub>	60	90	60	90	60	90	50	60	50	60	30	40
	D <sub>8</sub>	60	90	50	60	50	60	40	50	40	50	40	50
	D <sub>9</sub>	60	90	50	60	60	90	50	60	40	50	30	40
	D <sub>10</sub>	60	90	60	90	60	90	50	60	50	60	30	40
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	D <sub>1</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	40	50
	D <sub>2</sub>	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30
	D <sub>3</sub>	40	50	40	50	30	40	60	90	10	30	10	30
	D <sub>4</sub>	10	30	30	40	10	30	10	30	10	30	10	30
	D <sub>5</sub>	50	60	50	60	40	50	50	60	50	60	40	50
	D <sub>6</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90
	D <sub>7</sub>	60	90	60	90	60	90	50	60	10	30	10	30
	D <sub>8</sub>	90	100	90	100	60	90	60	90	30	40	10	30
	D <sub>9</sub>	90	100	90	100	50	60	50	60	10	30	30	40
	D <sub>10</sub>	60	90	90	100	60	90	50	60	10	30	30	40
ATIK YÖNETİMİ	D <sub>1</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	40	50
	D <sub>2</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90
	D <sub>3</sub>	40	50	40	50	10	30	50	60	10	30	10	30
	D <sub>4</sub>	10	30	30	40	10	30	10	30	10	30	10	30
	D <sub>5</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	50	60
	D <sub>6</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90
	D <sub>7</sub>	60	90	60	90	60	90	40	50	50	60	40	50
	D <sub>8</sub>	90	100	60	90	60	90	40	50	50	60	40	50
	D <sub>9</sub>	90	100	60	90	50	60	40	50	50	60	40	50
	D <sub>10</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	50	60	40	50
KAYNAK KULLANIMI	D <sub>1</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	40	50
	D <sub>2</sub>	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60
	D <sub>3</sub>	40	50	40	50	30	40	60	90	10	30	10	30
	D <sub>4</sub>	10	30	30	40	10	30	10	30	10	30	10	30
	D <sub>5</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	50	60
	D <sub>6</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90
	D <sub>7</sub>	60	90	60	90	60	90	40	50	40	50	40	50
	D <sub>8</sub>	90	100	60	90	60	90	50	60	40	50	40	50
	D <sub>9</sub>	90	100	60	90	90	100	40	50	40	50	40	50
	D <sub>10</sub>	90	100	90	100	60	90	50	60	50	60	40	50
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	D <sub>1</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	40	50
	D <sub>2</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90
	D <sub>3</sub>	40	50	40	50	40	50	40	50	0	10	30	40
	D <sub>4</sub>	10	30	30	40	10	30	10	30	10	30	10	30
	D <sub>5</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90
	D <sub>6</sub>	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90	60	90
	D <sub>7</sub>	60	90	60	90	60	90	40	50	40	50	40	50
	D <sub>8</sub>	90	100	60	90	60	90	50	60	40	50	40	50
	D <sub>9</sub>	60	90	60	90	90	100	40	50	40	50	40	50
	D <sub>10</sub>	60	90	90	100	60	90	50	60	50	60	40	50

Her bir kriter ve her bir tedarikçi için verilen yanıtları tek bir değere indirgeyebilmek için durulaştırma işlemi yapılmıştır. Durulaştırma işlemi, her bir alternatif ve kriter için anketi cevaplayan kişilerin verdikleri cevapların aritmetik ortalaması alınmasıyla elde edilmiş ve Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. Matrisin satırlarında yer alan her bir kriter için en yüksek değerli hücreler sarı olarak belirtilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Sübjektif kriterlerin durulaştırılmış gri sayı değerleri

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
REKABETÇİLİK	66,5	68,0	51,5	62,0	48,5	53,0
GEÇMİŞ DENEYİM	76,0	80,0	66,5	77,0	61,5	60,0
TEKNİK ESNEKLİK	81,0	69,5	69,5	67,0	49,0	46,5
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	63,0	66,5	55,0	56,0	36,0	33,5
ATIK YÖNETİMİ	70,5	68,0	62,0	58,5	56,0	47,0
KAYNAK KULLANIMI	70,5	68,0	65,5	57,5	51,0	45,0
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	68,5	70,0	68,5	56,5	51,5	50,5

Uygulamada ele alınan objektif kriterlerin değer aralıkları;

Finansal durum: Tedarikçi yüksek finansal riskine sahip ise 1, orta finansal riskine sahip ise 2, düşük finansal riskine sahip ise 3 olarak değerlendirilmektedir.

ISO 14001 belgesine sahip olma: Tedarikçi bu belgeye sahip ise 1, sahip değil ise 0 olarak değerlendirilmektedir.

Kalite performansı: Tedarikçinin 2017 yılı boyunca satışını yaptığı malzemelerden dolayı elde ettiği kalite performansı puanı da 0 ile 100 arasında bulunmaktadır.

Bu bilgiler ışığında alternatif tedarikçilerin objektif kriterlere göre değerlendirilme sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. Çizelgedeki değerler, uygulama yapılan firmadaki tedarikçilerin gerçek değerleridir.

**Çizelge 4.6.** Objektif kriterlere göre tedarikçilerin değerlendirilmesi

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
FİNANSAL DURUM	3	2	2	1	1	3
ISO 14001	1	1	1	1	1	1
KALİTE PERFORMANSI	96	100	91	98	100	99

Sübjektif kriterler için Çizelge 4.5’de sarı olarak belirtilen ve objektif kriterler içinde her kriterin en yüksek değerleri alınarak, referans dizi  $x_o(k) = \{68, 80, 81, 66.5, 70.5, 70.5, 70, 3, 1, 100\}$  olarak oluşturulmuştur. Uygulamadaki kriterlerin yapısı birbirinden farklı olduğundan dolayı karşılaştırma yapabilmek için Çizelge 4.7’de değerler normalize edilmiştir. Örneğin,  $A_1$  alternatifi için rekabetçilik kriterinin normalize değerini hesaplarken, Çizelge 4.5’deki  $A_1$  alternatifi için rekabetçilik kriteri değerinden (66,5), ilgili satırın minimum değerini (48,5) çıkartıp, ilgili satırın maksimum değeriyle (68) minimum değer (48,5) arasındaki farka bölmemiz gerekmektedir. Böylelikle 0,92 değeri elde edilir.

**Çizelge 4.7.** Normalize edilmiş değerler

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
REKABETÇİLİK	0,92	1,00	0,15	0,69	0,00	0,23
GEÇMİŞ DENEYİM	0,80	1,00	0,33	0,85	0,08	0,00
TEKNİK ESNEKLİK	1,00	0,67	0,67	0,59	0,07	0,00
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	0,89	1,00	0,65	0,68	0,08	0,00
ATIK YÖNETİMİ	1,00	0,89	0,64	0,49	0,38	0,00
KAYNAK KULLANIMI	1,00	0,90	0,80	0,49	0,24	0,00
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	0,92	1,00	0,92	0,31	0,05	0,00
FİNANSAL DURUM	1,00	0,50	0,50	0,00	0,00	1,00
ISO 14001	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALİTE PERFORMANSI	0,56	1,00	0,00	0,78	1,00	0,89

Sapma dizisi,  $\Delta 0_i(k)$ , karşılaştırılan dizi  $x_i(k)$  ve referans dizi  $x_o(k)$  arasında mutlak fark alınmasıyla sapma dizisi Çizelge 4.8’de oluşturulmuştur. Örneğin,  $A_1$  alternatifi için rekabetçilik kriterinin sapma değerini hesaplarken, Çizelge 4.5’deki  $A_1$  alternatifi için rekabetçilik kriteri değeri (66,5) ile, referans dizinin  $x_o(k)$  rekabetçilik kriterine karşılık gelen değeri (68) arasında mutlak fark alınması gerekmektedir. Böylelikle 1,5 değeri elde edilir.

**Çizelge 4.8.** Sapma dizisi

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
REKABETÇİLİK	1,5	0,0	16,5	6,0	19,5	15,0
GEÇMİŞ DENEYİM	4,0	0,0	13,5	3,0	18,5	20,0
TEKNİK ESNEKLİK	0,0	11,5	11,5	14,0	32,0	34,5
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	3,5	0,0	11,5	10,5	30,5	33,0
ATIK YÖNETİMİ	0,0	2,5	8,5	12,0	14,5	23,5
KAYNAK KULLANIMI	0,0	2,5	5,0	13,0	19,5	25,5
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	1,5	0,0	1,5	13,5	18,5	19,5
FİNANSAL DURUM	0,0	1,0	1,0	2,0	2,0	0,0
ISO 14001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
KALİTE PERFORMANSI	4,0	0,0	9,0	2,0	0,0	1,0

Her kriter için referans seri ile mevcut normalize edilmiş seri arasındaki ilişkiyi gösteren gri ilişkisel katsayıları Çizelge 4.9’da gösterilmiştir. Örneğin,  $A_1$  alternatifi için rekabetçilik kriterinin gri ilişkisel katsayı değerini hesaplarken, Çizelge 4.8’deki  $A_1$  alternatifi için rekabetçilik kriterine karşılık gelen minimum değer (0), yine rekabetçilik kriterine karşılık gelen maksimum değer (19,5) 0,5 ayırt edici değer ile çarpılıp toplanmasıyla oluşan değer,  $A_1$  alternatifi için rekabetçilik kriterine karşılık gelen sapma değeri ile yine rekabetçilik kriterine karşılık gelen maksimum değer (19,5) 0,5 ayırt edici değer ile çarpılıp toplanmasıyla elde edilen değere bölünmesi gerekmektedir. Böylelikle 0,87 değeri elde edilir.

**Çizelge 4.9.** Gri ilişkisel katsayıları

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
REKABETÇİLİK	0,87	1,00	0,37	0,62	0,33	0,39
GEÇMİŞ DENEYİM	0,71	1,00	0,43	0,77	0,35	0,33
TEKNİK ESNEKLİK	1,00	0,60	0,60	0,55	0,35	0,33
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	0,83	1,00	0,59	0,61	0,35	0,33
ATIK YÖNETİMİ	1,00	0,82	0,58	0,49	0,45	0,33
KAYNAK KULLANIMI	1,00	0,84	0,72	0,50	0,40	0,33
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	0,87	1,00	0,87	0,42	0,35	0,33
FİNANSAL DURUM	1,00	0,50	0,50	0,33	0,33	1,00
ISO 14001	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALİTE PERFORMANSI	0,53	1,00	0,33	0,69	1,00	0,82

En yüksek gri ilişkisel katsayılarından oluşan dizi, optimum tedarikçi seçim sırasını oluşturmaktadır. Çizelge 4.10’da her tedarikçinin gri ilişkisel notu gösterilmektedir. Gri ilişkisel not her alternatif için gri ilişkisel katsayıların aritmetik ortalamasıyla elde edilmektedir.

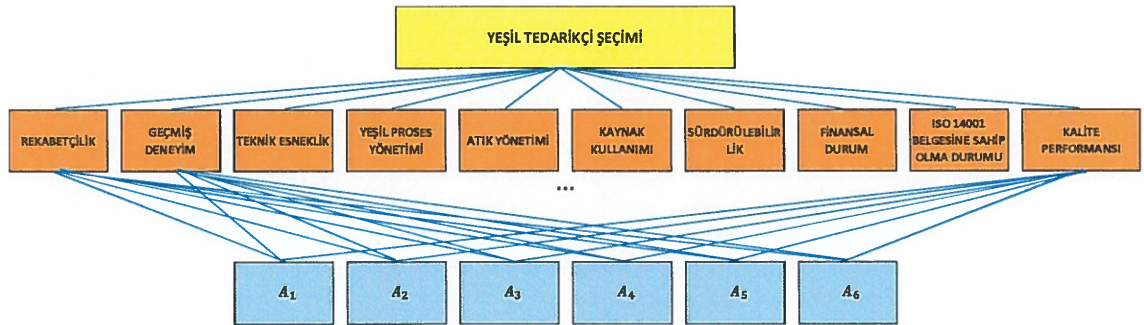
**Çizelge 4.10.** Gri ilişkisel notlar

$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
0,880	0,876	0,598	0,599	0,491	0,521

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en iyi tedarikçi 0,880 gri ilişkisel notu ile sarı olarak belirtilen  $A_1$  olmuştur. Alternatifler en iyiden en kötüye sıralandığında,  $A_1 > A_2 > A_4 > A_3 > A_6 > A_5$  sırası elde edilmektedir.

#### 4.2. Yeşil Tedarikçi Seçimi için Analitik Hiyerarşi Prosesin Uygulanması

Otomotiv sektöründe uygulanan tedarikçi seçim probleminin analitik hiyerarşi prosesinin ilk adımı olan amaç, kriter ve alternatif hiyerarşisi Şekil 4.1’de oluşturulmuştur. İlk uygulamada olduğu gibi firmanın satınalma departmanındaki uzman, yönetici ve müdürlerden oluşan ekip tarafından subjektif ve objektif kriterlerin Çizelge 4.11’deki gibi kriterler arasında önem seviyeleri yani A matrisi belirlenmiştir. Böylelikle Adım 2 süreci tamamlanmıştır. Bu adımda, önceliklerin belirlenmesi subjektif kararlardır. Burada 1-9 kuralı kullanılmıştır. Eğer 1’e eşitse, eşit öneme sahip, eğer 9’a eşit ise, aşırı derece önemli anlamına gelmektedir.



**Şekil 4.1.** Yeşil tedarikçi seçimi için analitik hiyerarşi prosesinin yapısı



**Çizelge 4.11.** Kriterler arası önem seviyeleri

	REKABETÇİLİK	GEÇMİŞ DENEYİM	TEKNİK ESNEKLİK	YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	ATIK YÖNETİMİ	KAYNAK KULLANIMI	SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	FİNANSAL DURUM	ISO 14001	KALİTE PERFORMANSI
REKABETÇİLİK	1,00	3,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
GEÇMİŞ DENEYİM	0,33	1,00	0,33	0,20	0,20	0,20	0,20	0,14	0,20	0,20
TEKNİK ESNEKLİK	3,00	3,00	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,50
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	3,00	5,00	3,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,50	2,00	2,00
ATIK YÖNETİMİ	3,00	5,00	3,00	0,50	1,00	2,00	2,00	0,50	2,00	2,00
KAYNAK KULLANIMI	3,00	5,00	3,00	0,50	0,50	1,00	2,00	0,50	2,00	2,00
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	3,00	5,00	3,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	2,00	2,00
FİNANSAL DURUM	3,00	7,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	3,00	2,00
ISO 14001	3,00	5,00	3,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,33	1,00	2,00
KALİTE PERFORMANSI	3,00	5,00	2,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00

Sonraki aşama olan Adım 3’te her kritere göre alternatiflerin çift yönlü karşılaştırılabilir matrisleri, subjektif karar ile Çizelge 4.12’de türetilmiştir. ISO 14001 belgesi sahip olma kriteri için firmalar çift yönlü karşılaştırılabilir matrisinde değerlendirilirken, firmaların ISO 14001:2004 ve ISO 14001:2015 versiyonuna sahip olma durumuna bakılmıştır. ISO 14001:2015, yaşam döngüsü yaklaşımı doğrultusunda sadece kendi firmasının çevresel etkisini değil, kendisinin sebep olduğu tüm çevresel etkiyi dikkate almasından dolayı ISO 14000:2014’e göre daha öncelikli değerlendirilmiştir. Bu adımda, Adım 4’teki tutarlılığın kontrol edilmesi için hesaplanması gereken değerler hesaplanmaktadır. İlk olarak A matrisinin tersi hesaplanır. Sonrasında öncelik matrisi,  $w$ , tersi alınmış A matrisinin her bir satır toplamını, tüm satır toplamlarına bölerek oluşturulur.

Adım 4 kapsamında matris tutarlılığını kontrol etmek ve çelişkili sonuçlardan kaçınmak için tutarlılık oranı hesaplanmaktadır. Bu adımda, ilk olarak A matrisi ile öncelik matrisi çarpılarak D matrisi elde edilir ve D matrisi, öncelik matrisine,  $w$ , bölünür. Elde edilen matrisin en büyük değeri alınarak,  $\lambda_{max}$  hesaplanmış olur. Böylelikle ana hiyerarşinin tutarlılık oranı, %7 olarak hesaplanır. Bu değer %10’dan az olması, karar matrisinin yeterince tutarlı olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 4.12.** İkili karşılaştırma matrisleri

REKABETÇİLİK	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	1,00	0,50	3,00	2,00	4,00	3,00
A <sub>2</sub>	2,00	1,00	3,00	2,00	4,00	3,00
A <sub>3</sub>	0,33	0,33	1,00	0,33	3,00	0,50
A <sub>4</sub>	0,50	0,50	3,00	1,00	5,00	3,00
A <sub>5</sub>	0,25	0,25	0,33	0,20	1,00	0,33
A <sub>6</sub>	0,33	0,33	2,00	0,33	3,00	1,00

GEÇMİŞ DENEYİM	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	1,00	0,50	3,00	0,50	4,00	4,00
A <sub>2</sub>	2,00	1,00	3,00	2,00	5,00	5,00
A <sub>3</sub>	0,33	0,33	1,00	0,33	3,00	3,00
A <sub>4</sub>	2,00	0,50	3,00	1,00	4,00	4,00
A <sub>5</sub>	0,25	0,20	0,33	0,25	1,00	3,00
A <sub>6</sub>	0,25	0,20	0,33	0,25	0,33	1,00

TEKNİK ESNEKLİK	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	1,00	3,00	3,00	4,00	5,00	6,00
A <sub>2</sub>	0,33	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
A <sub>3</sub>	0,33	0,50	1,00	3,00	4,00	5,00
A <sub>4</sub>	0,25	0,33	0,33	1,00	3,00	4,00
A <sub>5</sub>	0,20	0,25	0,25	0,33	1,00	3,00
A <sub>6</sub>	0,17	0,20	0,20	0,25	0,33	1,00

YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	1,00	0,50	3,00	3,00	5,00	5,00
A <sub>2</sub>	2,00	1,00	3,00	3,00	5,00	5,00
A <sub>3</sub>	0,33	0,33	1,00	0,50	4,00	4,00
A <sub>4</sub>	0,33	0,33	2,00	1,00	4,00	4,00
A <sub>5</sub>	0,20	0,20	0,25	0,25	1,00	2,00
A <sub>6</sub>	0,20	0,20	0,25	0,25	0,50	1,00

ATIK YÖNETİMİ	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	1,00	0,50	2,00	3,00	4,00	4,00
A <sub>2</sub>	2,00	1,00	3,00	3,00	4,00	4,00
A <sub>3</sub>	0,50	0,33	1,00	2,00	3,00	3,00
A <sub>4</sub>	0,33	0,33	0,50	1,00	3,00	3,00
A <sub>5</sub>	0,25	0,25	0,33	0,33	1,00	2,00
A <sub>6</sub>	0,25	0,25	0,33	0,33	0,50	1,00

KAYNAK KULLANIMI	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00	4,00
A <sub>2</sub>	0,50	1,00	2,00	3,00	3,00	4,00
A <sub>3</sub>	0,50	0,50	1,00	3,00	3,00	4,00
A <sub>4</sub>	0,33	0,33	0,33	1,00	3,00	3,00
A <sub>5</sub>	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	3,00
A <sub>6</sub>	0,25	0,25	0,25	0,33	0,33	1,00

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	1,00	2,00	2,00	3,00	4,00	4,00
A <sub>2</sub>	0,50	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
A <sub>3</sub>	0,50	0,50	1,00	2,00	3,00	3,00
A <sub>4</sub>	0,33	0,33	0,50	1,00	3,00	3,00
A <sub>5</sub>	0,25	0,33	0,33	0,33	1,00	2,00
A <sub>6</sub>	0,25	0,33	0,33	0,33	0,50	1,00

**Çizelge 4.12.** İkili karşılaştırma matrisleri (devam)

FİNANSAL DURUM	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	1,00	3,00	3,00	5,00	5,00	2,00
A <sub>2</sub>	0,33	1,00	2,00	3,00	3,00	0,33
A <sub>3</sub>	0,33	0,50	1,00	3,00	3,00	0,33
A <sub>4</sub>	0,20	0,33	0,33	1,00	2,00	0,20
A <sub>5</sub>	0,20	0,33	0,33	0,50	1,00	0,20
A <sub>6</sub>	0,50	3,00	3,00	5,00	5,00	1,00

ISO 14001	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	1,00	0,50	2,00	2,00	2,00	2,00
A <sub>2</sub>	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
A <sub>3</sub>	0,50	0,50	1,00	2,00	2,00	2,00
A <sub>4</sub>	0,50	0,50	0,50	1,00	2,00	2,00
A <sub>5</sub>	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	2,00
A <sub>6</sub>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00

KALİTE PERFORMANSI	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	1,00	0,33	3,00	0,50	0,33	0,33
A <sub>2</sub>	3,00	1,00	4,00	3,00	2,00	2,00
A <sub>3</sub>	0,33	0,25	1,00	0,50	0,25	0,25
A <sub>4</sub>	2,00	0,33	2,00	1,00	0,33	0,33
A <sub>5</sub>	3,00	0,50	4,00	3,00	1,00	2,00
A <sub>6</sub>	3,00	0,50	4,00	3,00	0,50	1,00

Her bir kriter için oluşturulan Çizelge 4.12’deki matrisler, ilgili matristeki her bir değer, diğerine göre önem seviyelerini göstermektedir.

Adım 5’te ise genel sonuç elde edilmektedir. Bunun için ilk olarak, her bir kriter için oluşturulan matrislerin normalize edilmiş öncelik matrisleri hesaplanır ve kriterlerin meydana getirdiği öncelik matrisleri bir araya getirilerek Çizelge 4.13’teki karar matrisi oluşturulur.

**Çizelge 4.13.** Karar matrisi

	REKABETÇİLİK	GEÇMİŞ DENEYİM	TEKNİK ESNEKLİK	YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	ATIK YÖNETİMİ	KAYNAK KULLANIMI	SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	FİNANSAL DURUM	ISO 14001	KALİTE PERFORMANSI
A <sub>1</sub>	0,25	0,20	0,39	0,28	0,26	0,31	0,33	0,35	0,22	0,08
A <sub>2</sub>	0,31	0,33	0,23	0,35	0,35	0,25	0,25	0,15	0,28	0,31
A <sub>3</sub>	0,08	0,11	0,19	0,12	0,16	0,20	0,18	0,11	0,17	0,05
A <sub>4</sub>	0,21	0,25	0,10	0,16	0,12	0,12	0,13	0,06	0,14	0,10
A <sub>5</sub>	0,04	0,06	0,06	0,05	0,06	0,08	0,07	0,04	0,11	0,25
A <sub>6</sub>	0,11	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,29	0,09	0,20

Son olarak, karar matrisi ile öncelik matrisi çarpılarak sonuç vektörü Çizelge 4.14’teki şekilde elde edilir.

**Çizelge 4.14.** Sonuç vektörü

$A_1$	0,28
$A_2$	0,27
$A_3$	0,14
$A_4$	0,12
$A_5$	0,08
$A_6$	0,11

Elde edilen sonuçlara bakıldığında, en iyi tedarikçi 0,28 değeri sarı ile belirtilen  $A_1$  olmuştur. Alternatifler en iyiden en kötüye sıralandığında,  $A_1 > A_2 > A_3 > A_4 > A_6 > A_5$  sırası elde edilmektedir.

### 4.3. Yeşil Tedarikçi Seçiminde GİA Yönteminin Duyarlılık Analizi

Uygulamanın bu bölümünde, mevcut koşullarda GİA yöntemiyle elde edilmiş sonuçlara ilave olarak farklı senaryoların mevcut çözüm üzerinde oluşturduğu etkilerini görmek için duyarlılık analizi uygulanmıştır. Çizelge 4.15’de görüleceği gibi altı farklı senaryo ile duyarlılık analizi yapılmıştır.

**Çizelge 4.15.** Senaryolar

SENARYOLAR	KARAR KRİTERLERİ	KARAR VERİCİLER
Senaryo 1	Sadece Çevre Kriterleri	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}$
Senaryo 2	Sadece Fiyat ve Kalite	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}$
Senaryo 3	Çevre Kriterleri Hariç Tüm Kriterler	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}$
Senaryo 4	Tüm Kriterler	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5$
Senaryo 5	Tüm Kriterler	$D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}$
Senaryo 6	Tüm Kriterler	$D_2(0,30)$ $D_1, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}(0,08)$

Senaryo 1’de sadece çevre kriterleri tedarik seçiminde dikkate alınmıştır. Bu senaryoda mevcut çözümde olduğu gibi tüm karar vericilerin anket sonuçları dikkate alınmaya devam etmiştir. Anketi cevaplayan kişilerin sadece çevre kriterlerine verdikleri cevaplar ve gri sayı karşılıkları işleme alınmıştır. Mevcut çözüme paralel olarak durulaştırma işlemi yapılmıştır. Kriterler arasında karşılaştırma yapabilmek için de Çizelge 4.16’da normalize edilmiş değerler oluşturulmuştur.

**Çizelge 4.16.** Senaryo 1 için normalize edilmiş değerler

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	0,89	1,00	0,65	0,68	0,08	0,00
ATIK YÖNETİMİ	1,00	0,89	0,64	0,49	0,38	0,00
KAYNAK KULLANIMI	1,00	0,90	0,80	0,49	0,24	0,00
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	0,92	1,00	0,92	0,31	0,05	0,00
ISO 14001	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Normalize edilmiş değerler hesaplandıktan sonra, sırasıyla sapma dizisi ve gri ilişkisel katsayı değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.17’de sapma dizisi, Çizelge 4.18’de ise gri ilişkisel katsayı değerleri gösterilmektedir.

**Çizelge 4.17.** Senaryo 1 için sapma dizisi

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	3,50	0,00	11,50	10,50	30,50	33,00
ATIK YÖNETİMİ	0,00	2,50	8,50	12,00	14,50	23,50
KAYNAK KULLANIMI	0,00	2,50	5,00	13,00	19,50	25,50
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	1,50	0,00	1,50	13,50	18,50	19,50
ISO 14001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Çizelge 4.18.** Senaryo 1 için gri ilişkisel katsayıları

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	0,83	1,00	0,59	0,61	0,35	0,33
ATIK YÖNETİMİ	1,00	0,82	0,58	0,49	0,45	0,33
KAYNAK KULLANIMI	1,00	0,84	0,72	0,50	0,40	0,33
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	0,87	1,00	0,87	0,42	0,35	0,33
ISO 14001	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

En yüksek gri ilişkisel katsayılarından oluşan dizi, optimum tedarikçi seçim sırasını oluşturmaktadır. Çizelge 4.19’da her tedarikçinin gri ilişkisel notu gösterilmektedir.

**Çizelge 4.19.** Senaryo 1 için gri ilişkisel notlar

A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
0,94	0,93	0,75	0,60	0,51	0,47

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en iyi tedarikçi 0,94 gri ilişkisel notu ile A<sub>1</sub> olmuştur.

Senaryo 2’de bu zamana kadar tüm firmaların yaptığı gibi sadece fiyat ve kalite tedarik seçiminde dikkate alınmıştır. Bu senaryoda mevcut çözümde olduğu gibi tüm karar vericilerin anket sonuçları dikkate alınmıştır. Anketi cevaplayan kişilerin sadece fiyat ve

kalite kriterlerine verdikleri cevaplar ve gri sayı karşılıkları işleme alınmıştır. Mevcut çözüme paralel olarak durulaştırma işlemi yapılmıştır. Kriterler arasında karşılaştırma yapabilmek için Çizelge 4.20’de normalize edilmiş değerler oluşturulmuştur.

**Çizelge 4.20.** Senaryo 2 için normalize edilmiş değerler

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
REKABETÇİLİK	0,92	1,00	0,15	0,69	0,00	0,23
FİNANSAL DURUM	1,00	0,50	0,50	0,00	0,00	1,00
KALİTE PERFORMANSI	0,56	1,00	0,00	0,78	1,00	0,89

Normalize edilmiş değerler hesaplandıktan sonra, sırasıyla sapma dizisi ve gri ilişkisel katsayı değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.21’de sapma dizisi, Çizelge 4.22’de ise gri ilişkisel katsayı değerleri gösterilmektedir.

**Çizelge 4.21.** Senaryo 2 için sapma dizisi

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
REKABETÇİLİK	1,50	0,00	16,50	6,00	19,50	15,00
FİNANSAL DURUM	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00	0,00
KALİTE PERFORMANSI	4,00	0,00	9,00	2,00	0,00	1,00

**Çizelge 4.22.** Senaryo 2 için gri ilişkisel katsayıları

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
REKABETÇİLİK	0,87	1,00	0,37	0,62	0,33	0,39
FİNANSAL DURUM	1,00	0,50	0,50	0,33	0,33	1,00
KALİTE PERFORMANSI	0,53	1,00	0,33	0,69	1,00	0,82

En yüksek gri ilişkisel katsayılarından oluşan dizi, optimum tedarikçi seçim sırasını oluşturmaktadır. Çizelge 4.23’te her tedarikçinin gri ilişkisel notu gösterilmektedir.

**Çizelge 4.23.** Senaryo 2 için gri ilişkisel notlar

$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
0,80	0,83	0,40	0,55	0,56	0,74

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en iyi tedarikçi 0,83 gri ilişkisel notu ile  $A_2$  olmuştur.

Senaryo 3’te ise günümüzde birçok firmanın tedarikçi seçiminde dikkate almış olduğu kriterler dikkate alınmıştır. Bu durum da, çevre kriterleri dışındaki tüm kriterlerin

senaryoya dahil edilmesi demektir. Çevre kriterleri dışındaki kriterler için mevcut çözümdeki karar vericilerin anket değerleri ve gri sayı karşılıkları işleme alınmıştır. Mevcut çözüme paralel olarak durulaştırma işlemi yapılmıştır. Kriterler arasında karşılaştırma yapabilmek için de Çizelge 4.24'te normalize edilmiş değerler oluşturulmuştur.

**Çizelge 4.24.** Senaryo 3 için normalize edilmiş değerler

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
REKABETÇİLİK	0,92	1,00	0,15	0,69	0,00	0,23
GEÇMİŞ DENEYİM	0,80	1,00	0,33	0,85	0,08	0,00
TEKNİK ESNEKLİK	1,00	0,67	0,67	0,59	0,07	0,00
FİNANSAL DURUM	1,00	0,50	0,50	0,00	0,00	1,00
KALİTE PERFORMANSI	0,56	1,00	0,00	0,78	1,00	0,89

Normalize edilmiş değerler hesaplandıktan sonra, sırasıyla sapma dizisi ve gri ilişkisel katsayı değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.25'te sapma dizisi, Çizelge 4.26'da ise gri ilişkisel katsayı değerleri gösterilmektedir.

**Çizelge 4.25.** Senaryo 3 için sapma dizisi

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
REKABETÇİLİK	2	0	17	6	20	15
GEÇMİŞ DENEYİM	4	0	14	3	19	20
TEKNİK ESNEKLİK	0	12	12	14	32	35
FİNANSAL DURUM	0	1	1	2	2	0
KALİTE PERFORMANSI	4	0	9	2	0	1

**Çizelge 4.26.** Senaryo 3 için gri ilişkisel katsayıları

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
REKABETÇİLİK	0,87	1,00	0,37	0,62	0,33	0,39
GEÇMİŞ DENEYİM	0,71	1,00	0,43	0,77	0,35	0,33
TEKNİK ESNEKLİK	1,00	0,60	0,60	0,55	0,35	0,33
FİNANSAL DURUM	1,00	0,50	0,50	0,33	0,33	1,00
KALİTE PERFORMANSI	0,53	1,00	0,33	0,69	1,00	0,82

En yüksek gri ilişkisel katsayılarından oluşan dizi, optimum tedarikçi seçim sırasını oluşturmaktadır. Çizelge 4.27'de her tedarikçinin gri ilişkisel notu gösterilmektedir.



**Çizelge 4.27.** Senaryo 3 için gri ilişkisel notlar

$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
0,822	0,820	0,45	0,59	0,47	0,58

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en iyi tedarikçi 0,822 gri ilişkisel notu ile  $A_1$  olmuştur.

Senaryo 4’te ise karar vericilerin etkisini görebilmek için ilk beş karar vericinin anket sonuçları senaryoya dahil edilmiştir. Mevcut çözüm ile aynı olarak tüm kriterler tedarikçi seçiminde dikkate alınmıştır. Her bir kriter ve her bir tedarikçi için verilen yanıtları tek bir değere indirgeyebilmek için durulaştırma işlemi Çizelge 4.28’de yapılmıştır. Objektif kriterlerin durulaştırılmış gri sayı değerleri, karar vericiye göre değişmediği için mevcut durum ile aynıdır.

**Çizelge 4.28.** Sübjektif kriterlerin durulaştırılmış gri sayı değerleri

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
REKABETÇİLİK	54	61	50	69	52	63
GEÇMİŞ DENEYİM	65	77	64	75	48	69
TEKNİK ESNEKLİK	83	68	64	77	43	52
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	43	46	39	49	38	30
ATIK YÖNETİMİ	58	61	53	60	53	43
KAYNAK KULLANIMI	54	57	52	60	49	39
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	58	61	58	58	50	50

Kriterler arasında karşılaştırma yapabilmek için de Çizelge 4.29’da normalize edilmiş değerler oluşturulmuştur.

**Çizelge 4.29.** Senaryo 4 için normalize edilmiş değerler

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
REKABETÇİLİK	0,21	0,58	0,00	1,00	0,11	0,68
GEÇMİŞ DENEYİM	0,59	1,00	0,55	0,93	0,00	0,72
TEKNİK ESNEKLİK	1,00	0,63	0,53	0,85	0,00	0,23
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	0,68	0,84	0,47	1,00	0,42	0,00
ATIK YÖNETİMİ	0,83	1,00	0,56	0,94	0,56	0,00
KAYNAK KULLANIMI	0,71	0,86	0,62	1,00	0,48	0,00
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	0,73	1,00	0,73	0,73	0,00	0,00
FİNANSAL DURUM	1,00	0,50	0,50	0,00	0,00	1,00
ISO 14001	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALİTE PERFORMANSI	0,56	1,00	0,00	0,78	1,00	0,89



Normalize edilmiş değerler hesaplandıktan sonra, sırasıyla sapma dizisi ve gri ilişkisel katsayı değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.30'da sapma dizisi, Çizelge 4.31'de ise gri ilişkisel katsayı değerleri gösterilmektedir.

**Çizelge 4.30.** Senaryo 4 için sapma dizisi

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
REKABETÇİLİK	15,00	8,00	19,00	0,00	17,00	6,00
GEÇMİŞ DENEYİM	12,00	0,00	13,00	2,00	29,00	8,00
TEKNİK ESNEKLİK	0,00	15,00	19,00	6,00	40,00	31,00
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	6,00	3,00	10,00	0,00	11,00	19,00
ATIK YÖNETİMİ	3,00	0,00	8,00	1,00	8,00	18,00
KAYNAK KULLANIMI	6,00	3,00	8,00	0,00	11,00	21,00
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	3,00	0,00	3,00	3,00	11,00	11,00
FINANSAL DURUM	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00	0,00
ISO 14001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KALİTE PERFORMANSI	4,00	0,00	9,00	2,00	0,00	1,00

**Çizelge 4.31.** Senaryo 4 için gri ilişkisel katsayıları

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
REKABETÇİLİK	0,39	0,54	0,33	1,00	0,36	0,61
GEÇMİŞ DENEYİM	0,55	1,00	0,53	0,88	0,33	0,64
TEKNİK ESNEKLİK	1,00	0,57	0,51	0,77	0,33	0,39
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	0,61	0,76	0,49	1,00	0,46	0,33
ATIK YÖNETİMİ	0,75	1,00	0,53	0,90	0,53	0,33
KAYNAK KULLANIMI	0,64	0,78	0,57	1,00	0,49	0,33
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	0,65	1,00	0,65	0,65	0,33	0,33
FINANSAL DURUM	1,00	0,50	0,50	0,33	0,33	1,00
ISO 14001	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALİTE PERFORMANSI	0,53	1,00	0,33	0,69	1,00	0,82

En yüksek gri ilişkisel katsayılarından oluşan dizi, optimum tedarikçi seçim sırasını oluşturmaktadır. Çizelge 4.32'de her tedarikçinin gri ilişkisel notu gösterilmektedir.

**Çizelge 4.32.** Senaryo 4 için gri ilişkisel notlar

A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
0,711	0,815	0,544	0,822	0,517	0,580

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en iyi tedarikçi 0,822 gri ilişkisel notu ile A<sub>4</sub> olmuştur.

Senaryo 5'te ise aynı şekilde karar vericilerin etkisini görebilmek için Senaryo 4'den farklı olarak son beş karar vericinin anket sonuçları senaryoya dahil edilmiştir. Mevcut çözüm ile aynı olarak tüm kriterler tedarikçi seçiminde dikkate alınmıştır. Her bir kriter

ve her bir tedarikçi için verilen yanıtları tek bir değere indirgeyebilmek için durulaştırma işlemi Çizelge 4.33'te yapılmıştır. Objektif kriterlerin durulaştırılmış gri sayı değerleri, karar vericiye göre değişmediği için mevcut durum ile aynıdır.

**Çizelge 4.33.** Sübjektif kriterlerin durulaştırılmış gri sayı değerleri

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
REKABETÇİLİK	79	75	53	55	45	43
GEÇMİŞ DENEYİM	87	83	69	79	75	51
TEKNİK ESNEKLİK	79	71	75	57	55	41
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	83	87	71	63	34	37
ATIK YÖNETİMİ	83	75	71	57	59	51
KAYNAK KULLANIMI	87	79	79	55	53	51
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	79	79	79	55	53	51

Kriterler arasında karşılaştırma yapabilmek için de Çizelge 4.34'te normalize edilmiş değerler oluşturulmuştur.

**Çizelge 4.34.** Senaryo 5 için normalize edilmiş değerler

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
REKABETÇİLİK	1,00	0,89	0,28	0,33	0,06	0,00
GEÇMİŞ DENEYİM	1,00	0,89	0,50	0,78	0,67	0,00
TEKNİK ESNEKLİK	1,00	0,79	0,89	0,42	0,37	0,00
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	0,92	1,00	0,70	0,55	0,00	0,06
ATIK YÖNETİMİ	1,00	0,75	0,63	0,19	0,25	0,00
KAYNAK KULLANIMI	1,00	0,78	0,78	0,11	0,06	0,00
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	1,00	1,00	1,00	0,14	0,07	0,00
FİNANSAL DURUM	1,00	0,50	0,50	0,00	0,00	1,00
ISO 14001	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALİTE PERFORMANSI	0,56	1,00	0,00	0,78	1,00	0,89

Normalize edilmiş değerler hesaplandıktan sonra, sırasıyla sapma dizisi ve gri ilişkisel katsayı değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.35'te sapma dizisi, Çizelge 4.36'da ise gri ilişkisel katsayı değerleri gösterilmektedir.

**Çizelge 4.35.** Senaryo 5 için sapma dizisi

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
REKABETÇİLİK	0,00	4,00	26,00	24,00	34,00	36,00
GEÇMİŞ DENEYİM	0,00	4,00	18,00	8,00	12,00	36,00
TEKNİK ESNEKLİK	0,00	8,00	4,00	22,00	24,00	38,00
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	4,00	0,00	16,00	24,00	53,00	50,00
ATIK YÖNETİMİ	0,00	8,00	12,00	26,00	24,00	32,00
KAYNAK KULLANIMI	0,00	8,00	8,00	32,00	34,00	36,00
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	0,00	0,00	0,00	24,00	26,00	28,00
FİNANSAL DURUM	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00	0,00
ISO 14001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KALİTE PERFORMANSI	4,00	0,00	9,00	2,00	0,00	1,00

**Çizelge 4.36.** Senaryo 5 için gri ilişkisel katsayıları

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
REKABETÇİLİK	1,00	0,82	0,41	0,43	0,35	0,33
GEÇMİŞ DENEYİM	1,00	0,82	0,50	0,69	0,60	0,33
TEKNİK ESNEKLİK	1,00	0,70	0,83	0,46	0,44	0,33
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	0,87	1,00	0,62	0,52	0,33	0,35
ATIK YÖNETİMİ	1,00	0,67	0,57	0,38	0,40	0,33
KAYNAK KULLANIMI	1,00	0,69	0,69	0,36	0,35	0,33
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	1,00	1,00	1,00	0,37	0,35	0,33
FINANSAL DURUM	1,00	0,50	0,50	0,33	0,33	1,00
ISO 14001	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALİTE PERFORMANSI	0,53	1,00	0,33	0,69	1,00	0,82

En yüksek gri ilişkisel katsayılarından oluşan dizi, optimum tedarikçi seçim sırasını oluşturmaktadır. Çizelge 4.37’de her tedarikçinin gri ilişkisel notu gösterilmektedir.

**Çizelge 4.37.** Senaryo 5 için gri ilişkisel notlar

$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
0,940	0,820	0,646	0,524	0,515	0,516

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en iyi tedarikçi 0,940 gri ilişkisel notu ile  $A_1$  olmuştur.

Senaryo 6’da ise karar vericilerin cevaplarının, tedarikçi seçimine olan etkisini belirlemeyebilmek için karar vericilere öncelik değerleri verilmiştir. Çizelge 4.38’de,  $D_2$  olarak belirtilen karar verici satınalma bölümünün yöneticisi olduğu için 0,3 etki puanı, diğer dokuz karar verici ise aynı etkiye sahip olduğu için 0,08 etki puanı verilmiş, mevcut çözüm ile aynı olarak tüm kriterler tedarikçi seçiminde dikkate alınmış ve karar vericilerin yanıtlarının gri sayı karşılıkları etki puanları ile çarpılarak değerler elde edilmiştir. Yanıtları tek bir değere indirgeyebilmek için durulaştırma işlemi Çizelge 4.39’da yapılmıştır. Objektif kriterlerin durulaştırılmış gri sayı değerleri, karar vericiye göre değişmediği için mevcut durum ile aynıdır.

**Çizelge 4.38. Sübjektif kriterlerin ağırlıklandırılmış gri sayı karşılıkları**

		A <sub>1</sub>		A <sub>2</sub>		A <sub>3</sub>		A <sub>4</sub>		A <sub>5</sub>		A <sub>6</sub>	
REKABETÇİLİK	D <sub>1</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	4	5	5	7
	D <sub>2</sub>	18	27	15	18	15	18	18	27	27	30	18	27
	D <sub>3</sub>	1	2	5	7	1	2	5	7	1	2	4	5
	D <sub>4</sub>	3	4	3	4	4	5	5	7	3	4	5	7
	D <sub>5</sub>	4	5	4	5	3	4	3	4	3	4	2	3
	D <sub>6</sub>	4	5	4	5	5	7	5	7	4	5	4	5
	D <sub>7</sub>	5	7	5	7	3	4	3	4	2	3	3	4
	D <sub>8</sub>	7	8	5	7	3	4	3	4	3	4	3	4
	D <sub>9</sub>	7	8	5	7	4	5	4	5	2	3	2	3
	D <sub>10</sub>	5	7	7	8	3	4	4	5	4	5	2	3
GEÇMİŞ DENEYİMİNİZ	D <sub>1</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	4	5	5	7
	D <sub>2</sub>	27	30	27	30	27	30	27	30	18	27	27	30
	D <sub>3</sub>	0	1	3	4	1	2	5	7	1	2	5	7
	D <sub>4</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	2	3	4	5
	D <sub>5</sub>	5	7	7	8	4	5	4	5	4	5	3	4
	D <sub>6</sub>	7	8	7	8	7	8	5	7	5	7	4	5
	D <sub>7</sub>	5	7	5	7	0	1	5	7	5	7	3	4
	D <sub>8</sub>	7	8	5	7	7	8	5	7	5	7	3	4
	D <sub>9</sub>	7	8	5	7	5	7	5	7	5	7	4	5
	D <sub>10</sub>	5	7	7	8	5	7	7	8	5	7	4	5
TEKNİK ESNEKLİK	D <sub>1</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	4	5	5	7
	D <sub>2</sub>	27	30	27	30	27	30	27	30	18	27	18	27
	D <sub>3</sub>	5	7	1	2	1	2	7	8	0	1	1	2
	D <sub>4</sub>	5	7	5	7	4	5	3	4	2	3	3	4
	D <sub>5</sub>	7	8	5	7	5	7	5	7	3	4	3	4
	D <sub>6</sub>	7	8	7	8	7	8	5	7	5	7	4	5
	D <sub>7</sub>	5	7	5	7	5	7	4	5	4	5	2	3
	D <sub>8</sub>	5	7	4	5	4	5	3	4	3	4	3	4
	D <sub>9</sub>	5	7	4	5	5	7	4	5	3	4	2	3
	D <sub>10</sub>	5	7	5	7	5	7	4	5	4	5	2	3
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	D <sub>1</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	3	4
	D <sub>2</sub>	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9
	D <sub>3</sub>	3	4	3	4	2	3	5	7	1	2	1	2
	D <sub>4</sub>	1	2	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2
	D <sub>5</sub>	4	5	4	5	3	4	4	5	4	5	3	4
	D <sub>6</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7
	D <sub>7</sub>	5	7	5	7	5	7	4	5	1	2	1	2
	D <sub>8</sub>	7	8	7	8	5	7	5	7	2	3	1	2
	D <sub>9</sub>	7	8	7	8	4	5	4	5	1	2	2	3
	D <sub>10</sub>	5	7	7	8	5	7	4	5	1	2	2	3
ATIK YÖNETİMİ	D <sub>1</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	3	4
	D <sub>2</sub>	18	27	18	27	18	27	18	27	18	27	18	27
	D <sub>3</sub>	3	4	3	4	1	2	4	5	1	2	1	2
	D <sub>4</sub>	1	2	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2
	D <sub>5</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	4	5
	D <sub>6</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7
	D <sub>7</sub>	5	7	5	7	5	7	3	4	4	5	3	4
	D <sub>8</sub>	7	8	5	7	5	7	3	4	4	5	3	4
	D <sub>9</sub>	7	8	5	7	4	5	3	4	4	5	3	4
	D <sub>10</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	4	5	3	4
KAYNAK KULLANIMI	D <sub>1</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	3	4
	D <sub>2</sub>	15	18	15	18	15	18	15	18	15	18	15	18
	D <sub>3</sub>	3	4	3	4	2	3	5	7	1	2	1	2
	D <sub>4</sub>	1	2	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2
	D <sub>5</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	4	5
	D <sub>6</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7
	D <sub>7</sub>	5	7	5	7	5	7	3	4	3	4	3	4
	D <sub>8</sub>	7	8	5	7	5	7	4	5	3	4	3	4
	D <sub>9</sub>	7	8	5	7	7	8	3	4	3	4	3	4
	D <sub>10</sub>	7	8	7	8	5	7	4	5	4	5	3	4
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	D <sub>1</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	3	4
	D <sub>2</sub>	18	27	18	27	18	27	18	27	18	27	18	27
	D <sub>3</sub>	3	4	3	4	3	4	3	4	0	1	2	3
	D <sub>4</sub>	1	2	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2
	D <sub>5</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7
	D <sub>6</sub>	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7
	D <sub>7</sub>	5	7	5	7	5	7	3	4	3	4	3	4
	D <sub>8</sub>	7	8	5	7	5	7	4	5	3	4	3	4
	D <sub>9</sub>	5	7	5	7	7	8	3	4	3	4	3	4
	D <sub>10</sub>	5	7	7	8	5	7	4	5	4	5	3	4

**Çizelge 4.39.** Sübjektif kriterlerin durulaştırılmış gri sayı değerleri

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
REKABETÇİLİK	6,8	6,5	5,2	6,5	5,9	5,8
GEÇMİŞ DENEYİM	8,0	8,3	7,3	8,1	6,5	6,8
TEKNİK ESNEKLİK	8,4	7,5	7,5	7,3	5,5	5,3
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	5,3	5,6	4,7	4,8	3,2	3,1
ATIK YÖNETİMİ	7,2	7,0	6,5	6,2	6,0	5,3
KAYNAK KULLANIMI	6,7	6,5	6,3	5,7	5,2	4,7
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	7,0	7,1	7,0	6,1	5,7	5,6

Kriterler arasında karşılaştırma yapabilmek için de Çizelge 4.40’da normalize edilmiş değerler oluşturulmuştur.

**Çizelge 4.40.** Senaryo 6 için normalize edilmiş değerler

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
REKABETÇİLİK	1,00	0,80	0,00	0,78	0,41	0,35
GEÇMİŞ DENEYİM	0,83	1,00	0,44	0,88	0,00	0,17
TEKNİK ESNEKLİK	1,00	0,71	0,71	0,65	0,06	0,00
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	0,89	1,00	0,65	0,68	0,08	0,00
ATIK YÖNETİMİ	1,00	0,89	0,64	0,49	0,38	0,00
KAYNAK KULLANIMI	1,00	0,90	0,80	0,49	0,24	0,00
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	0,92	1,00	0,92	0,31	0,05	0,00
FİNANSAL DURUM	1,00	0,50	0,50	0,00	0,00	1,00
ISO 14001	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALİTE PERFORMANSI	0,56	1,00	0,00	0,78	1,00	0,89

Normalize edilmiş değerler hesaplandıktan sonra, sırasıyla sapma dizisi ve gri ilişkisel katsayı değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.41’de sapma dizisi, Çizelge 4.42’de ise gri ilişkisel katsayı değerleri gösterilmektedir.

**Çizelge 4.41.** Senaryo 6 için sapma dizisi

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
REKABETÇİLİK	0,00	0,33	1,61	0,35	0,96	1,05
GEÇMİŞ DENEYİM	0,31	0,00	1,05	0,23	1,88	1,56
TEKNİK ESNEKLİK	0,00	0,89	0,89	1,09	2,93	3,13
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	0,27	0,00	0,89	0,82	2,37	2,57
ATIK YÖNETİMİ	0,00	0,19	0,66	0,93	1,13	1,83
KAYNAK KULLANIMI	0,00	0,19	0,39	1,01	1,52	1,98
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	0,12	0,00	0,12	1,05	1,44	1,52
FİNANSAL DURUM	0,00	1,00	1,00	2,00	2,00	0,00
ISO 14001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KALİTE PERFORMANSI	4,00	0,00	9,00	2,00	0,00	1,00



**Çizelge 4.42.** Senaryo 6 için gri ilişkisel katsayıları

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
REKABETÇİLİK	1,00	0,71	0,33	0,70	0,46	0,43
GEÇMİŞ DENEYİM	0,75	1,00	0,47	0,80	0,33	0,38
TEKNİK ESNEKLİK	1,00	0,64	0,64	0,59	0,35	0,33
YEŞİL PROSES YÖNETİMİ	0,83	1,00	0,59	0,61	0,35	0,33
ATIK YÖNETİMİ	1,00	0,82	0,58	0,49	0,45	0,33
KAYNAK KULLANIMI	1,00	0,84	0,72	0,50	0,40	0,33
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	0,87	1,00	0,87	0,42	0,35	0,33
FİNANSAL DURUM	1,00	0,50	0,50	0,33	0,33	1,00
ISO 14001	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KALİTE PERFORMANSI	0,53	1,00	0,33	0,69	1,00	0,82

En yüksek gri ilişkisel katsayılarından oluşan dizi, optimum tedarikçi seçim sırasını oluşturmaktadır. Çizelge 4.43'te her tedarikçinin gri ilişkisel notu gösterilmektedir.

**Çizelge 4.43.** Senaryo 6 için gri ilişkisel notlar

$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
0,90	0,85	0,60	0,61	0,50	0,53

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en iyi tedarikçi 0,90 gri ilişkisel notu ile  $A_1$  olmuştur. Mevcut çözüm ve oluşturulan tüm senaryoların çözümleri Çizelge 4.44'te özetlenmiştir.

**Çizelge 4.44.** Senaryoların çözümleri

SENARYO	KARAR KRİTERLERİ	KARAR VERİCİLER	TEDARİKÇİ SIRALAMASI
Başlangıç Koşulları	Tüm Kriterler	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}$	$A_1 > A_2 > A_4 > A_3 > A_6 > A_5$
Senaryo 1	Sadece Çevre Kriterleri	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}$	$A_1 > A_2 > A_3 > A_4 > A_5 > A_6$
Senaryo 2	Sadece Fiyat ve Kalite	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}$	$A_2 > A_1 > A_6 > A_5 > A_4 > A_3$
Senaryo 3	Çevre Kriterleri Hariç Tüm Kriterler	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}$	$A_1 > A_2 > A_4 > A_6 > A_5 > A_3$
Senaryo 4	Tüm Kriterler	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5$	$A_4 > A_2 > A_1 > A_6 > A_3 > A_5$
Senaryo 5	Tüm Kriterler	$D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}$	$A_1 > A_2 > A_3 > A_4 > A_6 > A_5$
Senaryo 6	Tüm Kriterler	$D_2(0,30)$ $D_1, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}(0,08)$	$A_1 > A_2 > A_4 > A_3 > A_6 > A_5$

Senaryolar ile elde edilen sonuçlara göre, senaryo 2'de uygulanan klasik tedarikçi seçimi kriterleri ile seçilen tedarikçi, mevcut çözümde kullanılan tüm kriterler ile seçilen tedarikçiden farklı bir tedarikçiye seçim yapılmasına neden olmuştur. Bir diğer önemli sonuç ise sürece dahil edilen karar vericilerdir. Senaryo 4 ile elde edilen sonuca göre, mevcut çözüm ve diğer senaryolarda 3. veya 4. sırada yer alan  $A_4$  tedarikçisi, bu senaryo ile en iyi tedarikçi olarak yer almıştır.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada otomotiv sektöründe uygulaması gerçekleştirilen bir tedarikçi seçim problemi üzerinde çalışılmıştır. Klasik tedarikçi seçim yaklaşımlardan farklı olarak yeşil üretim kriteri ana kriterlerden biri olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Uygulamadaki diğer kriterler ise rekabetçilik, geçmiş deneyim, teknik esneklik, finansal durum, ISO 14001 belgesine sahiplik ve kalite performansıdır. Sübjektif kriterleri yanıtlayan toplam on karar verici ile çalışılmıştır. Altı tedarikçi arasından tedarikçi seçimi yapılmıştır.

Hem sübjektif hem de objektif birçok farklı birimdeki kriter seçim sürecinde yer almasından dolayı çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan Gri İlişkisel Analiz ve Analitik Hiyerarşi Prosesi ayrı ayrı probleme uygulanmıştır. Hem GİA hem de AHP sonucunda en iyi tedarikçi  $A_1$  olmuştur. İki farklı yöntemde de seçilen en iyi tedarikçinin aynı olması, tutarlı bir uygulama gerçekleştirildiğini düşündürmektedir. Aynı zamanda çok kriterli karar verme yöntemleri, birçok farklı birimdeki kriteri aynı anda problemde kullanılabiliyor olmasından ve çözüm yönteminin kolay anlaşılabilir olmasından dolayı diğer yöntemlere göre kullanıcıya hız ve zaman kazandıracakı düşünülmektedir.

Gelecek çalışmalarda her firma kendi tedarikçi seçimini yaparken, mevcut çözüm üzerine kriterler ekleyerek veya çıkartarak, tedarikçi sayısını artırarak veya azaltarak, daha çok veya daha az karar verici dahil ederek, kolaylıkla karar verebilecektir.

Aynı zamanda bu çalışma tedarikçi seçim problemine farklı bir bakış açısı getirerek farklı senaryolar üzerinde çalışmıştır. Senaryolar arasında elde edilen en önemli sonuç Senaryo 2 olmuştur. Bu da gösteriyor ki, eğer klasik tedarikçi seçim tarzıyla düşünerek kriterleri sadece fiyat ve kalite olarak seçmiş olsaydık, seçilen tedarikçi  $A_1$  yerine  $A_2$  olacaktı. Bu nedenle sürecin en başında bir firmanın isteklerini net bir şekilde belirleyerek doğru kriterleri belirlemesi çok önemli bir hal almaktadır.

Senaryolar ile elde edilen bir diğer önemli sonuç ise sürece dahil edilen karar vericilerin sayısı ve doğru belirlenmesi olmuştur. Senaryo 4 ile elde edilen sonuca baktığımızda, mevcut çözüm ve diğer senaryolarda genellikle 3. veya 4. sırada yer alan  $A_4$  tedarikçisi,

bu senaryo ile en iyi tedarikçi olarak yer almaktadır. Senaryo 2 ile elde edilen sonuçla aynı şekilde, sürecin en başında bir firmanın isteklerini net bir şekilde belirlemesi ve doğru kriterleri sürece dahil etmesi çok önemlidir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, uygulamanın geliştirilmesi için karar vericilerin sayıları artırılabilir, gelecek ihtiyaçlara göre yeni kriterler eklenebilir ve alternatif tedarikçi sayısı da artırılabilir. Problemin kapsamına dahil edilecek her yeni karar verici, kriter ve alternatifler gerçek yaşamda karşılaşılan problemlerin daha iyi temsil edilmesini sağlayacaktır.



## KAYNAKLAR

- Asadabadi, M.R. 2017.** A customer based supplier selection process that combines quality function deployment, the analytic network process and a Markov chain. *European Journal of Operational Research*, 263: 1049-1062.
- Ayaydın, H., Durmuş, S., Pala, F. 2017.** Gri ilişkisel analiz yöntemiyle Türk lojistik firmalarında performans ölçümü. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 8(21): 76-94.
- Banaeian, 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 and Operations Research*, 89: 337-347.
- Büyüközkan, G. 2011.** An integrated fuzzy multi-criteria group decision-making approach for green supplier evaluation. *International Journal of Production Research*, 50(11): 2892-2909.
- Cao, Q., Wu, J., Liang, C. 2015.** An intuitionistic fuzzy judgement matrix and TOPSIS integrated multi-criteria decision making method for green supplier selection. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 28: 117-126.
- Chen, H.M.W, Chou, S.Y., Luu, Q.D., Yu, T.H.K. 2016.** A fuzzy MCDM approach for green supplier selection from the economic and environmental aspects. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016:1-10.
- Darabi, S., Heydari, J. 2016.** An interval-valued hesitant fuzzy ranking method based on group decision analysis for green supplier selection. *IFAC-Papers On Line*, 49(2): 012-017.
- Dobos, I., Vörösmarty, G. 2014.** Green supplier selection and evaluation using DEA-type composite indicators. *International Journal of Production Economics*, 157: 273-278.
- Galankashi, M.R., Chegeni, A., Soleimanyanadegany, A., Memari, A., Anjomshoae, A., Helmi, S.A., Dargi, A. 2015.** Prioritizing green supplier selection criteria using fuzzy analytical network process. *Procedia CIRP*, 26: 689-694.
- Genovese, A., Koh, S.C.L., Bruno, G., Esposito, E. 2013.** Greener supplier selection: state of the art and some empirical evidence. *International Journal of Production Research*, 51(10): 2868-2886.
- Hakansson, H., Wootz, B. 1975.** Supplier selection in an international environment-An experimental study. *Journal of Marketing Research*, 12: 46-51.
- Hamdan, S. Cheaitou, A. 2017.** Dynamic green supplier selection and order allocation with quantity discounts and varying supplier availability. *Computers & Industrial Engineering*, 110: 573-589.
- Hashemi, S.H., Karimi, A., Aghakhani, N., Kalantar, P. 2014.** A grey-based carbon management model for green supplier selection. *The Journal of Grey System*, 26(2): 124-131.
- Hashemi, S.H., Karimi, A., Tavana, M. 2015.** An integrated green supplier selection approach with analytic network process and improved grey relational analysis. *International Journal of Production Economics*, 159: 178-191.
- Kannan, D., Govindan, K., Rajendran, S. 2015.** Fuzzy axiomatic design approach based green supplier selection: a case study from Singapore. *Journal of Cleaner Production*, 96: 194-208.
- Köse, E., Aplak, H.S., Kabak, M. 2013.** Personel seçimi için gri sistem teori tabanlı bütünlük bir yaklaşım. *Ege Akademik Bakış*, 13(4): 461-471.

- Kula, V., Kandemir, T., Baykut, E. 2016.** Borsa'da İstanbul'da işlem gören sigorta ve BES şirketlerinin finansal performansının gri ilişkisel analiz yöntemi ile incelenmesi. *AKÜ İİBF Dergisi*, 18(1): 37-53.
- Kumar, S., Teichman, S., Timpernagel, T. 2012.** A green supply chain is a requirement for profitability. *International Journal of Production Research*, 50(5): 1278-1296.
- Kuo, R.J., Wang, Y.C., Tien, F.C. 2010.** Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 18: 1161-1170.
- Lee, A.H.I, Kang, H.Y., Hsu, C.F., Hung, H.C. 2009.** A green supplier selection model for high-tech industry. *Expert Systems with Applications*, 36: 7917-7927.
- Li, H., Ni, F., Dong, Q., Zhu, Y. 2017.** Application of analytic hierarchy process in network level pavement maintenance decision-making. *International Journal of Pavement Research and Technology*.
- Liu, Y., Ni, W., Ge, Z. 2017.** Fuzzy decision fusion system for fault classification with analytic hierarchy process approach. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 166: 61-68.
- Manzer, L.L., Ireland, R.D., Auken, P.M.V. 1980.** A matrix approach to vendor selection for small business buyers. *American Journal of Small Business*, 4(3): 21-28.
- Misal, N.D., Sadaiah, M. 2018.** Multi-objective optimization of photochemical machining of inconel 601 using grey relational analysis. *Materials Today*, 5: 5591-5600.
- Mousakhani, S., Shirkouhi, S.N., Amiri, A.B. 2017.** A novel interval type-2 fuzzy evaluation model based group decision analysis for green supplier selection problems: A case study of battery industry. *Journal of Cleaner Production*, 168: 205-218.
- Noci, G. 1997.** Designing "green" vendor rating systems for the assessment of a supplier's environmental performance. *European Journal of Purchasing & Management*, 3(2): 103-114.
- Özdemir, A.İ., Deste, M. 2009.** Gri ilişkisel analiz ile çok kriterli tedarikçi seçimi: Otomotiv sektöründe bir uygulama. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 38(2): 147-156.
- Qin, J., Liu, X., Pedrycz, W. 2017.** An extended TODIM multi-criteria group decision making method for green supplier selection in interval type-2 fuzzy environment. *European Journal of Operational Research*, 258: 626-638.
- Soner, S., Önüt, S. 2006.** Çok kriterli tedarikçi seçimi: Bir ELECTRE-AHP uygulaması. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 4:110-120
- Sun, G., Guan, X., Yi, X., Zhou, Z. 2018.** Grey relational analysis between hesitant fuzzy sets with applications to pattern recognition. *Expert Systems with Applications*, 92: 521-532.
- Supçiller, A.A., Çapraz, O. 2011.** AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 13: 1-22.
- Şimşek, A., Çatır, O., Ömürbek, N. 2015.** TOPSIS ve MOORA yöntemleri ile tedarikçi seçimi: Turizm sektöründe bir uygulama. *Balıkesir University The Journal of Sciences Institute*, 18(33): 133-161.
- Şişman, B., Eleren, A. 2013.** En uygun otomobilin gri ilişkisel analiz ve ELECTRE yöntemleri ile seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3): 411-429.
- Tekez, E.K., Bark, N. 2016.** Mobilya sektöründe bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi. *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 20(1): 55-63.

- Tsui, C.W., Wen, U.P. 2014.** A hybrid multiple criteria group decision-making approach for green supplier selection in the TFT-LCD industry. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014:1-13
- Yazdani, M., Chatterjee, P., Zavadskas, E.K., Zolfani, S.H. 2017.** Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 142: 3728-3740.
- Yin, S., Li, B., Dong, H., Xing, Z. 2017.** A new dynamic multicriteria decision-making approach for green supplier selection in construction projects under time sequence. *Mathematical Problems in Engineering*, 2017:1-13.
- Zhang, Y., Tao, F., Hou, B. 2012.** Green partner selection in virtual enterprise based on Pareto genetic algorithms. *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, 67: 2109-2125.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Sedef Kılınç  
Doğum Yeri ve Tarihi :Bursa – 10.04.1990  
Yabancı Dili: :İngilizce, İtalyanca

Eğitim Durumu:  
Lise :Süleyman Çelebi Lisesi (2004-2008)  
Lisans :Dokuz Eylül Üniversitesi-İstatistik (2008-2012)  
Yüksek Lisans :Uludağ Üniversitesi-Endüstri Mühendisliği (2013-2018)

Çalıştığı Kurum :TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.

İletişim (e-posta) :sedef.kilinc@tofas.com.tr