



## Gri ilişkisel analiz ile çok kriterli tedarikçi seçimi: Otomotiv sektöründe bir uygulama

**Ali İhsan Özdemir<sup>1</sup>**  
İşletme Bölümü,  
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi  
Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

**Mustafa Deste<sup>2</sup>**  
İşletme Bölümü,  
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi  
Bozok Üniversitesi, Yozgat, Türkiye

### Özet

Tedarikçi seçimi ile hedeflenen, işletmenin gereksinimlerini kabul edilebilir bir maliyet ile sürekli karşılayan etkin tedarikçileri belirlemektir. Diğer ifadeyle, İşletme tarafından belirlenmiş ölçütlerle tedarikçilerin detaylı olarak karşılaştırılmasıdır. Bu karşılaştırmalar doğrusal ağırlıklandırma modelleri, toplam maliyet modelleri, matematiksel programlama modelleri ve istatistiksel modeller gibi birçok farklı yöntemle yapılabilir.

Bu çalışmada, otomotiv sektöründe faaliyet göstermekte olan bir işletmenin 82 tedarikçisi için yapılan performans değerlendirme problemi incelenmiştir. Bu problem, birçok niteliği dikkate alınan çoklu alternatifler arasında karşılaştırma yaparak performans değerlendirmesini hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleştiren gri ilişkisel analiz yöntemi ile ele alınmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** *Tedarikçi seçimi, gri ilişkisel analiz, performans değerlendirme, otomotiv sektörü.*

### **Multicriteria supplier selection by gray relational analysis: a case study in automotive industry**

#### **Abstract**

The goal of selecting supplier could be defined as determining the suppliers which provide necessary things to businesses for their needs. Another words, it is a detailed comparison of the suppliers in terms of measurements which are defined by businesses. These comparisons could be done by using many different methods such as, linear weighted methods, total cost models, mathematical and statistical models.

In this study supplier performance evaluation problem is examined for a business with its 82 suppliers in automotive sector. The problem handled by gray relations analysis which uses many alternatives to make performance evaluation quickly and efficiently.

**Keywords:** *Supplier selection, grey relations analysis, performance evaluation, automotive sector.*

### **1. Giriş**

Tedarikçi seçimi çok kriterli bir karar verme problemidir. Tek kriterli karar verme problemlerinden farklı olarak, ÇNKV, birbiriyle bağdaşmayan çoklu "kriterleri", "hedefleri" ve "nitelikleri" dikkate alarak, mevcut "alternatifler", "seçenekler", "politikalar", "eylemler" ya da "adaylar" içerisinde en iyiyi seçmeyi hedefler. Bundan dolayı, bu nitelikler arasındaki değişimin nasıl yapılacağı ve sonrasında alınacak olan karar zor bir problem durumu olabilmektedir. Bu zor problem durumunu çözebilmek için farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir.

<sup>1</sup> ozdemira@erciyes.edu.tr (A.İ. Özdemir)

<sup>2</sup> mustafadeste@bozok.edu.tr (M.Deste)



Tedarikçi seçimi için geliştirilen modeller [1]:

- Doğrusal ağırlıklandırma modelleri
- Toplam maliyet modelleri
- Matematiksel programlama modelleri
- İstatistiksel modeller

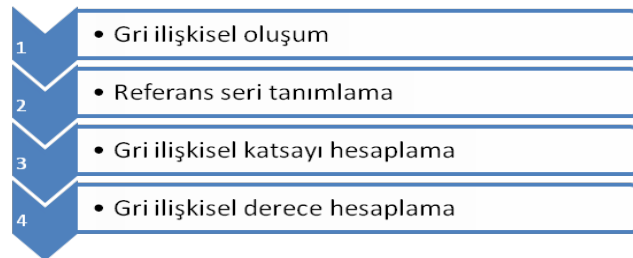
2008 yılında Kuo ve arkadaşları, çok nitelikli karar verme problemlerinin çözümünde GİA yönteminin uygulanmasını iki örnek olayla incelemiştir. Tesis yerleşimi ve Sevk Etme Kuralları Seçimi örnek olaylarının ele alındığı bu çalışmada, GİA'nın DEA, TOPSİS ve SAW ile karşılaştırılmaları yapılarak GİA'nın çok nitelikli karar verme problemlerinin çözümünde daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır [2].

Bunun dışında literatürde GİA çalışmalarının ülke seçiminde TOPSIS ile karşılaştırılmasının uygulanmasından [3], iklim değişimleri ve çevre üzerine uygulamalarına [4], çeşitli hizmet kalitesi faktörlerinin değerlendirilmesinden [5] hata etkileri analizine [6], işletmelerde üretim proseslerinin optimizasyonu [7] dahil çeşitli optimizasyon problemlerine uygulanması yapılmıştır [8]. Bu çalışma, daha önce Özdemir ve Deste tarafından yapılan çalışma ve uygulanan model aynen alınarak geliştirilmiştir[9].

## 2. Gri İlişkisel Analiz Süreci

Gri Sistemler Teorisi ilk kez Profesör Deng Ju-long tarafından ortaya konmuştur [9]. Gri İlişkisel Analiz ise Gri Teori ana başlığı altında literatürde yerini almış bir karar verme ve analiz aracıdır [8], [9], [10],[11], [12], [13].

Gri ilişkisel analizin ana seyri, öncelikle, tüm alternatiflerin performansının, karşılaştırılabilir bir seriye çevrilmesidir. Bu adıma gri ilişkisel oluşum denir. Bu serilere uygun olarak, referans seri belirlenir. Sonra, tüm karşılaştırılabilir seriler ve referans seri arasındaki gri ilişkisel katsayı hesaplanır. Son olarak, gri ilişkisel katsayılar temel alınarak, referans seri ve her karşılaştırılabilir seri arasındaki gri ilişkisel derece hesaplanır [2]. Gri ilişkisel derecesi en yüksek olan alternatif en iyi seçenek olacaktır [7].



Şekil 1. Gri İlişkisel Analiz Süreci

### 2.1. Gri İlişkisel Oluşum

Faktörlerin farklı kaynaklardan geldiği, farklı birimlerde ölçüldüğü düşünülürken GİA'nın ilk adımı verilerin aynı birime dönüştürülmesidir. Ayrıca serinin çok geniş aralıklarda değerler aldığı durumlarda standartlaştırmayla verilerin küçük bir aralığa çekilmesinde de fayda vardır. Gri sistem teorisinde bu normalleştirme prosesine "gri ilişkisel oluşum (grey relational generating)" adı verilmektedir [13]. Bu normalleştirme işlemi, kriterlerin durumuna göre üç farklı formül kullanılarak gerçekleştirir.

$$x_{ij} = \frac{y_{ij} - \text{Min}\{y_{ij}, i = 1, 2, \dots, m\}}{\text{Max}\{y_{ij}, i = 1, 2, \dots, m\} - \text{Min}\{y_{ij}, i = 1, 2, \dots, m\}} \quad \text{for } i=1, 2, \dots, m \quad j=1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$x_{ij} = \frac{\text{Max}\{y_{ij}, i = 1, 2, \dots, m\} - y_{ij}}{\text{Max}\{y_{ij}, i = 1, 2, \dots, m\} - \text{Min}\{y_{ij}, i = 1, 2, \dots, m\}} \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$x_{ij} = 1 - \frac{|y_{ij} - y_j^*|}{\text{Max}\{\text{Max}\{y_{ij}, i = 1, 2, \dots, m\} - y_{ij}^*, y_{ij}^* - \text{Min}\{y_{ij}, i = 1, 2, \dots, m\}\}} \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

(1) Daha yüksek daha iyi (2) Daha düşük daha iyi (3) İdeal değere daha iyi

## 2.2. Referans Seri Belirleme

Gri ilişkisel oluşum sürecinden sonra tüm performans değerleri 0 ile 1 arasında değer alacaklardır. Bu çalışmada referans seri  $X_0 = (1, 1, \dots, 1)$  şeklinde tanımlanmıştır ve amaç alternatiflerin, referans seriye en yakın olan karşılaştırılabilir serisinin bulunmasıdır.

## 2.3. Gri İlişkisel Katsayı Hesaplama

Gri ilişkisel katsayı kriterlere ait değerlerin referans seriye olan yakınlıklarının belirlenmesinde kullanılır.

$$\gamma(x_{0j}, x_{ij}) = \frac{\Delta_{\min} + \xi \Delta_{\max}}{\Delta_{ij} + \xi \Delta_{\max}} \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

(4)

Eşitlik (4) deki,  $c(x_{0j}, x_{ij})$ ,  $x_{ij}$  ile  $x_{0j}$  arasında bir gri ilişkisel katsayıdır ve;

$$\Delta_{ij} = |x_{0j} - x_{ij}|,$$

$$\Delta_{\min} = \text{Min}\{\Delta_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\},$$

$$\Delta_{\max} = \text{Max}\{\Delta_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\},$$

$\xi$  ayırıştırıcı katsayı,  $\xi \in [0, 1]$  genel olarak 0,5 olarak alınır (Yapılan çalışmalar ayırıcı katsayının genel sıralamayı etkilemediğini ortaya koymuştur).

## 2.4. Gri İlişkisel Derece

Aşağıdaki formül bize  $X_i$  ile  $X_0$  arasındaki gri ilişkisel dereceyi verir. Bu derece, karşılaştırılabilir seri ve referans seri arasındaki korelasyonun seviyesini gösterir. Gri ilişkisel derecenin büyüklüğü aradaki ilişkinin kuvvetli olduğunu göstermektedir.  $w_{ij}$ ,  $j$  niteliğinin ağırlığıdır ve genellikle karar vericinin tahminlerine (hükmüne) ya da amaç probleminin yapısına bağlıdır.

Ağırlıkların toplamı 1'e eşittir.

$$\Gamma(x_0, x_i) = \sum_{j=1}^n w_j \gamma(x_{0j}, x_{ij}) \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, m$$

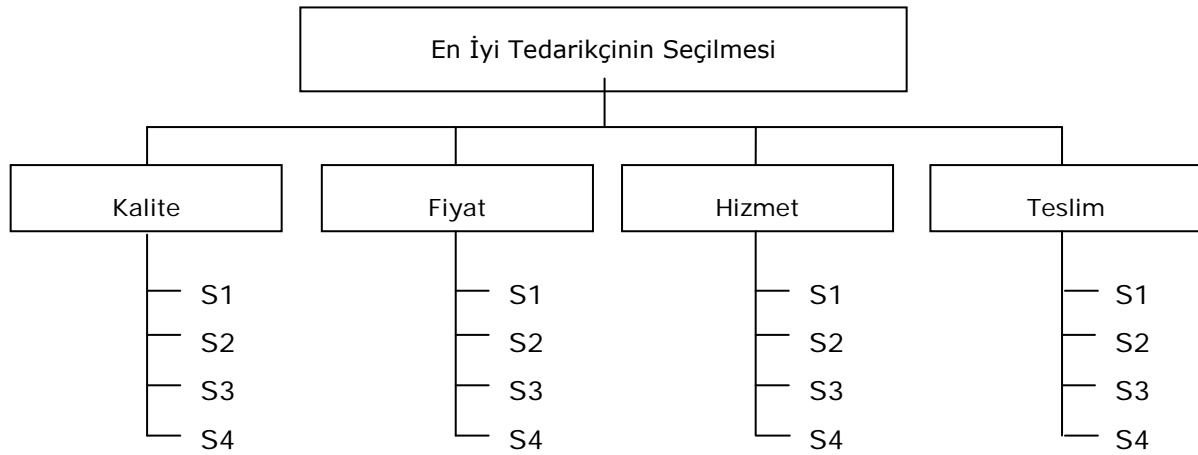
Sonuç olarak, bir alternatif için, karşılaştırılabilir seri en yüksek gri ilişkisel dereceye sahipse bunun anlamı, bu karşılaştırılabilir serinin referans seriye çok benzediğidir ve bu alternatifin en iyi seçenek olduğudur.

### 3. Otomotiv Sektöründe Uygulama

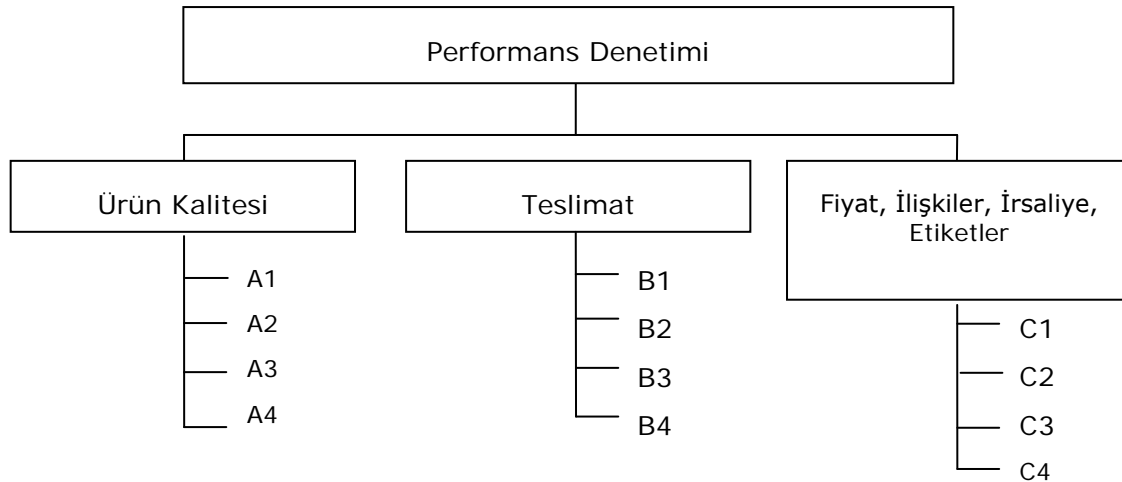
Bu çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet göstermekte olan bir işletme ve bu işletmenin mevcut tedarikçilerinin değerlendirme süreci ele alınmıştır. Uygulama işletmenin sahip olduğu 82 tedarikçisi üzerine yapılmıştır.

İşletmenin mevcut değerlendirme sistemi, tedarikçilerin belirlenen kriterler doğrultusunda puanlaması, elde edilen puanların ağırlıklandırma yapılmaksızın ve ölçek farklılıkları dikkate alınmaksızın toplanması (En Küçük En İyi olan kriterlere ait puanlar negatif değer almaktadırlar.) yöntemine dayandırılmıştır.

Tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılan kriterlere bakıldığında genel olarak fiyat, kalite, hizmet ve teslim kriterlerinden oluşan dörtlü bir tedarikçi seçim hiyerarşisinin oluştuğu görülmektedir.



Şekil 2. Tedarikçi Seçimi Hiyerarşisi [14]



Şekil 3. İşletmeye Ait Tedarikçi Seçimi Hiyerarşisi

A1: Kalite Belgeli Sevkiyat

A2: Malzeme Giriş Değeri

A3: Düzeltici Faaliyet İsteklerini Yerine Getirme Hızı

A4: Teknik Sorun ve Taleplerin Cevaplanması

B3: Standart Ambalaja Uyum

B4: Acil Taleplere Uyum Yeteneği

C1: Fiyat Politikası ve Uygulaması

C2: Maliyet Analizine Uyum

B1: Teslimatlarda Miktar Uyum  
B2: Teslimatlarda Termine Uyum

C3: Maliyet Azaltma Yeteneği  
C4: Sevk İrsaliyesi ve Ürün Tanıtım Etiketleri

Oluşturulan tedarikçi seçim hiyerarşisinde yer alan ve ağırlıkları eşit olarak alınan performans değerlendirme kriterleri için oluşturulan ölçekler ise şu şekildedir:

### 3.1. Ürün Kalitesi

#### 3.1.1. Kalite Belgeli Sevkiyat

Yan sanayilerin üretmiş oldukları ürünlere ait kritik ve önemli parametreleri niteliksel ve /veya niceliksel kontrollere tabi tutmaları ve bulmuş oldukları sonuçları bir rapor şeklinde kaydetmeleri gereklidir. Bu kayıtların birer kopyası da her lotta müşteriye iletilmelidir. Ürünler ile ilgili teknik spesifikasyonlar ise, 6 ayda bir güncellenmelidir. Yan sanayi firmanın bu bölümden alabileceği puan aşağıdaki gösterge baz alınarak hesaplanmaktadır.

Kriterler	Puan
İlgili rapor her lot değişiminde gönderiliyor ise,	5
3 ay içerisinde 1 kez gönderilmemiş ise	4
3 ay içerisinde 2 -4 kez gönderilmemiş ise	3
3 ay içerisinde 5-7 kez gönderilmemiş ise,	2
3 ay içerisinde 7-9 kez gönderilmemiş ise,	1
3 ay içerisinde hiç gönderilmemiş ise,	0

#### 3.1.2. Malzeme Giriş Red Yüzdesi

Yan sanayiden gelen hammadde ve yardımcı malzemeler, Giriş Kalite Kontrol Sorumlusu tarafından bilgisayar ortamında kaydedilir. Bu süreç içerisinde gelen uygunsuz (şartlı kabul ya da red) ürünler de kayıt altına alınır.

Şartlı Kabul / Red Miktarı

= **Malzeme Giriş Red Yüzdesi** (MGRY) hesaplanır.

Gelen Malzeme Miktarı

MGRY	Puan
(%0,5-1)	20
(%1-2)	15
(%2-3)	10
(%3-4)	6
(%4-5)	2
(%5'den büyük)	(-5) ceza puanı

#### 3.1.3. Düzeltici Faaliyet İsteklerini Yerine Getirme Hızı

Açılan Düzeltici ve Önleyici Faaliyetler (DÖF) ile Dış Hata (DH) bildirimlerinde tanımlanan hatalara ilişkin cevap verme hızı ve alınan önlemlerin etkin olması yan sanayi performans puanını olumlu yönde etkiler.

Kriter	Puan
DÖF ve DH bildirimlerine 1 hafta içerisinde cevap verilmesi. Etkin olması	10
DÖF ve DH bildirimlerine 2 hafta içerisinde cevap verilmesi. Etkin olması	5
DÖF ve DH bildirimlerine 2 hafta içerisinde cevap verilmesi. Etkin olmaması.	0

#### 3.1.4. Teknik Sorun ve Taleplerin Cevaplanması

Yan sanayi firmanın, talep edilen teknik içerikli sorun ya da bilgilere karşı duyarlı ve yardımcı olması da performansını olumlu yönde etkiler.

Kriter	Puan
Teknik içerikli konularda yardımcı olan firmalar	5
Teknik içerikli konuları yanıtsız bırakan firmalar	0

### 3.2. Teslimat

#### 3.2.1. Teslimatlarda Miktarla Uyum

Yan Sanayiler, sipariş edilen malzemeler ile ilgili olarak, talep edilen miktarda üretim yapmakla yükümlüdürler. Talep edilen malzemenin istenilen miktarda sevk edilmemesi firma performansını olumsuz yönde etkiler. Performans puanlaması ise, aşağıda belirtilen şekilde yapılır;

Kriter	Puan
Siparişin % 100 nün Sevki	10
Siparişin % 99 ile 85 nin Sevki	8
Siparişin % 84 ile 75 nin Sevki	6
Siparişin % 74 ile 70 nin Sevki	4
Siparişin % 69 ile 65 nin Sevki	2
Siparişin % 65 ve altının sevki	0

#### 3.2.2. Teslimatlarda Termine Uyum

Yan Sanayiler, sipariş edilen malzemeler ile ilgili olarak, talep edilen zamanda üretim yapmakla yükümlüdürler. Talep edilen zamanda sevk yapılamaması, firma performansını olumsuz yönde etkiler. Puanlaması ise, aşağıda belirtilen şekilde yapılır:

Kriter	Puan
Zamanında ve Erken Teslim	10
1-2 Gün Geç Teslim	8
3-4 Gün Geç Teslim	6
5-6 Gün Geç Teslim	4
7 Gün ve Daha Üzeri Geç Teslim	0

#### 3.2.3. Standart Ambalaja Uyum

Yan Sanayi firma üretmiş olduğu ürünleri, belirli bir ambalaj şekline göre sevk etmelidir. Bu ambalaj şekli, iki firma arasında onaylanmış olmalıdır.

Kriter	Puan
Standart,onaylı ve kalite problemi yaratmayacak ambalaj ile sevk	5
Değişken, onaysız ve kalite problemi yaratabilecek ambalaj ile sevk	0

### 3.2.4. Acil Taleplere Uyum Yeteneği

Acil sipariş gerekliliği söz konusu olduğunda, yan sanayi firmanın talep edilen bu acil siparişi istenilen miktar ve zamanda karşılayabilme yeteneği göz önünde bulundurulur.

Kriter	Puan
Firma acil taleplere, istenilen zaman ve miktarda cevap verebiliyor	10
Acil taleplere gecikmeli ya da istenilen miktarın altında cevap verebiliyor	5
Acil taleplere cevap veremiyor	0

### 3.3. Fiyat, İlişkiler, İrsaliye, Etiketler

Bu değerlendirme kriterlerinin puanlanmasında "en küçük en iyi" şeklindeki ölçekler kullanılmıştır.

#### 3.3.1. Fiyat Politikası ve Uygulaması

Yan sanayi firmaların, vermiş olduğu fiyatların sektörel koşullardaki yeri de performans derecesini etkileyen faktörlerden biridir.

Kriter	Puan
Sektör koşulları ile paralel zam talep eden firmalar	0
Sektör koşulları üzerinde zam talep eden firmalar	5

#### 3.3.2. Maliyet Analizine Uyum

Yan sanayi firmalar, üretmiş oldukları ürünler ile ilgili olarak fiyat teklifi verirken bir maliyet analizi çalışması yapmakla yükümlüdürler. Bu maliyet analizi çalışması (fizibilite), yazılı olarak müşteri firmaya gönderilmelidir.

Kriter	Puan
Firma Maliyet Analizi veriyor ise;	0
Firma Maliyet Analizi vermiyor ise;	5

#### 3.3.3. Maliyet Azaltma Yeteneği

Firma birtakım çalışmalar sonucunda maliyeti azaltıcı yönde faaliyetler yapıyor ve bu çalışmayı müşteri fiyatlarına da yansıtıyor ise, bu durumun performans değerlendirmesi üzerinde olumlu etkisi mevcuttur.

Kriter	Puan
Maliyeti azaltıcı yönde çalışmalar yapıyor ve bunu müşteriye yansıtıyor	0
Maliyeti azaltıcı yöndeki çalışmaları yeni başlamış ancak gayretli	5
Maliyeti azaltıcı yönde herhangi bir çalışması mevcut değil ve isteksiz	10

#### 3.3.4. Sevk İrsaliyesi ve Ürün Tanıtım Etiketleri

Sevk İrsaliyesi ve ürün tanıtım etiketleri de tedarikçileri değerlendirmede kullanılan önemli kriterlerdendir. Aşağıda verildiği şekliyle iki alt kriterden oluşmaktadır.

Kriter	Puan
Sevk Edilen Ürün İrsaliyesinde ve Ürün Etiketlerinin Eksiksiz Dol.	0
Sevk İrsaliyesinde Firma Kodu ve Sipariş Numarasının Yazılmaması	5

#### 4. Analiz ve Bulgular

82 tedarikçiye ait performans kriterlerine ait değerler Ek 1'de yer alan Tablo 1'de verilmiştir. Tablo içerisinde yer alan küsuratlı değerler birden fazla karar vericinin değerlendirmelerinin ortalaması alınarak oluşturulmuştur.

Elde edilen verilerin analizi için Microsoft Office Excel programı kullanılmıştır. Çok sayıda alternatifi ve performans kriterinin yer aldığı problemlerin GİA ile çözümünde formülasyon kolaylığı ve hız sağlamaktadır. Her aşama için oluşturulan ayrı sayfalarda, ilgili aşamaya ait hesaplama yöntemleri girilerek bir sonraki aşamanın kullanabileceği verilere dönüştürülmüştür.

C1, C2, C3 ve C4 performans kriterlerinin ölçekleri en küçük en iyi türünden değerler olarak belirlendiğinden gri ilişkisel oluşum aşamasında (2) numaralı formül kullanılarak hesaplama yapılmıştır.

GİA sürecinin adımlarında yapılan işlemler sonucu elde edilen değerler, ilk 10 tedarikçi için, sırasıyla Ek 2'de Tablo 2 ve Tablo 3'de gösterilmiştir.

Gri ilişkisel analizin son aşaması olan gri ilişkisel derecenin (GİD) hesaplanması sürecinde performans kriterlerinin ağırlıkları eşit olduğu varsayıldığından kriter ağırlıkları 1/12 olarak alınarak işlem yapılmıştır. Bu işlem sonrasında elde edilen sonuçlar Tablo 4'de gösterilmiştir.

İşletmenin uygulamakta olduğu, tedarikçilerin belirlenen kriterler doğrultusunda puanlaması, elde edilen puanların ağırlıklandırma yapılmaksızın ve ölçek farklılıkları dikkate alınmaksızın toplanması esasına dayanan mevcut performans değerlendirme sistemi ile elde edilen performans sırası Tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 1: Gri İlişkisel Derece (Performans Değerlendirmesi ve Karşılaştırması)**

Performans Sırası	Gri İlişkisel Analiz Sonuçları		Mevcut Değerlendirme Sistemi	
	GİD	Tedarikçiler	Toplam Puanı	Tedarikçiler
1	0,857666667	T78	55	T78
2	0,800528986	T44	45	T4
3	0,778942424	T30	44,9	T44
4	0,778735294	T46	44,6	T62
5	0,776794872	T54	44,4	T16
6	0,774666667	T4	44,4	T77
7	0,771938967	T39	44	T30
8	0,763097613	T62	44	T54
9	0,761115646	T16	43,7	T39
10	0,760833333	T12	43,5	T68

İlk 10 tedarikçiye ait verilere yer verilen Tablo 4'de her iki yöntemle elde edilen sonuçlara bakıldığında tedarikçilerin performans sıralamalarında büyük farklılıklar görülmektedir.

GİA sonuçlarına göre yapılan sıralamada ilk 10 içerisinde 78, 44, 30, 46, 54, 4, 39, 62, 16 ve 12 numaralı tedarikçiler yer almıştır.



## 5. Sonuç

İşletme tarafından oluşturulan, yukarıdaki performans değerlendirme kriterlerinin yer aldığı tedarikçi değerlendirme formu ile 82 tedarikçi firmadan toplanan verilerin oluşturduğu tablo Ek 1'de ve GİA uygulamasının adımları Ek 2'de yer almaktadır (Örnek olarak ilk 10 tedarikçiye ait veriler gösterilmiştir).

GİA sonucunda en iyi tedarikçi olarak T78 belirlenmiştir. İşletmenin uyguladığı mevcut değerlendirme yöntemiyle de belirlenen en iyi tedarikçi T78 olmuştur. Ancak bu yöntemler, mevcut değerlendirme yönteminin, farklı ölçeklere sahip kriterlerin değerlendirilmesindeki eksikliğinden dolayı en iyi tedarikçi haricindeki diğer sıralamalar için farklı sonuçlar ortaya koymuşlardır.

Sonuç olarak GİA'nın, çok sayıda alternatif ve kritere sahip çok nitelikli karar verme problemlerinin çözümünde de etkili bir yöntem olduğu söylenebilir. Formülasyon kolaylığı ve bilgisayar aracılığı ile çok kısa sürede hesaplanabilmesi GİA yöntemini çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde önemli bir yere taşımaktadır.

## Kaynakça

- [1] C.H. Kağınçoğlu, Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi, *Anadolu Üniversitesi Yayınları*, Eskişehir, (2007).
- [2] Y. Kuo, T. Yang, G. W.Huang, The use of grey relational analysis in solving multiple attribute decision-making problems, *Computers & Industrial Engineering*, 55, 80-93, (2008).
- [3] M.F Chen, ve Tzeng, G.H., Combining grey relation and topsis concepts for selecting an expatriate host country, *Mathematical and Computer Modelling*, Vol.40, pp. 1473-1490, (2004).
- [4] B. Bass, G. Huang, ve J. Russo, Incorporating climate change into risk assessment using grey mathematical programming, *Journal of Environmental Management*, Vol. 49, pp. 107-123, (1997).
- [5] C.N. Chen, ve S.C. Ting, A study using the grey system theory to evaluate the importance of various service quality factors, *The International Journal of Quality and Reliability Management*, 19(6/7): 838-861, (2002).
- [6] C.L. Chang, P.H. Liu, ve C.C. Wei, Failure mode and effect analysis using grey theory, *Integrated Manufacturing System*, Vol.12 No.3, pp. 153-158, (2001).
- [7] J.L. Lin, ve C.L. Lin, The use of grey-fuzzy logic for the optimization of the manufacturing process, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol.160, pp. 9-14, (2005).
- [8] C.H Wang ve L.I, Tong, Optimization of dynamic multiresponse problem using grey multiple decision making, *Quality Engineering*, Vol 17: pp. 1-9, (2005).
- [9] A.İ. Özdemir, ve M. Deste Gri İlişkisel Analiz ile Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, 9. *Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, Eskişehir, pp. 429-437, (2009).
- [10] J.L. Deng, Introduction to Grey System, *The Journal of Grey System*, Vol.1 No.1, pp.1-24, (1989).
- [11] J. Zhang, D. Wu, ve D.L. Olson, The method of grey related analysis to multiattribute decision making problems with interval numbers, *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 42: pp. 991-998, (2005).

- [12] H.H. Wu, A comparative study of using grey relational analysis in multiple attribute decision making problems, *Quality Engineering*, 15(2): pp. 209-217, (2002).
- [13] A. Demiray, Makine Seçim Probleminin Hiyerarşik Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Çözümü, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, (2007)*.
- [14] R.L. Nydick, ve R. P. Hill, Using the Analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Procedure, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 28- 2, ABI/INFORM Global, pg. 31, (1992).