



## Lojistik firma web sitelerinin performanslarının çok kriterli değerlendirilmesi

Gülçin Büyükoçkan\*, Sezin Güleriyüz

Galatasaray Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Departmanı, Ortaköy, İstanbul 34357, Türkiye

### ÖNEÇIKANLAR

- Web sitesi kalite performansının değerlendirilmesi
- Çok kriterli karar verme tekniklerinin uygulanması

#### Makale Bilgileri

Geliş: 24.03.2015

Kabul: 23.06.2016

#### DOI:

10.17341/gazimmfd.278444

#### Anahtar Kelimeler:

Web sitesi kalite performansı,  
çok kriterli karar verme,  
analitik Hiyerarşi Süreci,  
TOPSIS  
bulanık mantık

#### ÖZET

Web siteleri e-iş yapısının kullanıcı ile etkileşiminin gerçekleştiği ara yüzüdür. Bu nedenle web sitelerinin kalitesi müşteri memnuniyeti için esastır. Bu çalışmada lojistik firma web sitelerinin kalite performanslarının ölçümü problemine bir çözüm önerilmektedir. Web sitelerinin kalitesinin ve performansının analiz edilmesinde kullanılan ve herkes tarafından kabul edilen standart bir yapı yoktur. Oysa standart bir değerlendirme yapısı ile başarılı web sitelerinin belirlenmesi daha sağlıklı ve hızlı olacaktır. Bu doğrultuda bu çalışmada lojistik firma web sitelerinin kalitesini daha etkin bir şekilde değerlendirmek amacıyla bulanık mantık temelli bütünlük çok kriterli karar verme (ÇKKV) yaklaşımı önerilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında detaylı yazın taraması ve uzman görüşleri ile web sitesi değerlendirme kriterleri ve kriter hiyerarşisi belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında değerlendirme kriter ağırlıkları ÇKKV yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) tekniğinin bulanık uygulaması ile hesaplanmıştır. Son aşamada ise, Türk lojistik sektöründe öncü sayılan 15 firmanın web sitelerinin performansları bulanık TOPSIS tekniği uygulanarak iyiden kötüye doğru sıralanmıştır. Ayrıca kriter ağırlıklarındaki olası değişimlerin web sitesi sıralamasına etkilerini araştırmak amacıyla duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu çalışma araştırmacıların web sitesi değerlendirme problemini teorik olarak daha iyi anlayabilmeleri, firmaların ise daha memnuluk verici web siteleri tasarlayabilmeleri için yazına katkı sağlamaktadır.

## Multi criteria evaluation of logistics firms' web site performance

### HIGHLIGHTS

- Web site quality performance evaluation
- Application of multi criteria decision making techniques

#### Article Info

Received: 24.03.2015

Accepted: 23.06.2016

#### DOI:

10.17341/gazimmfd.278444

#### Keywords:

Web site quality performance,  
multi criteria decision making,  
analytical hierarchy process,  
technique for order preference by similarity to ideal solution,  
fuzzy logic

#### ABSTRACT

Web sites constitute the interface where e-businesses interact with their customers. Therefore, the quality of company web sites is instrumental for customer satisfaction. This paper proposes a solution to the problem of quality performance evaluation for web sites in the logistics industry. There exists no standard, widely accepted structure for analyzing the quality and performance of corporate web pages. On the other hand, a standardized evaluation method can help quickly compare and identify successful web sites. For this purpose, an integrated approach based on Multi Criteria Decision Making (MCDM) and fuzzy logic is introduced in this paper, which aims to more effectively assess the quality of logistics firms' web sites. In the first part, web site evaluation criteria and their hierarchy are determined based on a detailed literature review and expert opinions. In the second part, the weights of the evaluation criteria are calculated with the fuzzy logic application of Analytical Hierarchy Process (AHP), an MCDM technique. In the final part, the web sites of the top 15 logistics companies in Turkey are ranked in decreasing quality, using fuzzy TOPSIS method. Furthermore, in order to assess how far the criteria weights have an impact on the ranking of the web sites, a sensitivity analysis is carried out. This study can be useful to researchers to better understand web site evaluation problem theoretically, as well as to organizations in designing better satisfying web sites.

\* Sorumlu Yazar/Corresponding author: gulcin.buyukozkan@gmail.com / Tel: +90 212 227 4480 - 428

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bilişim teknolojilerindeki ve internet alanındaki hızlı ilerlemeler, kalite alanındaki gelişmeler, müşteri beklentilerindeki ve taleplerindeki artış, şirketleri sadece iç pazarda değil, küresel pazarda da rekabetçi davranmaya yöneltmiştir. Bu rekabetçi ortamda, şirketlerin her bir müşterinin beklenti ve taleplerine nitelikli hizmet vererek, müşteri tatminini sağlayabilmesiyle hizmet kalitesi elde edilir [1-4]. Her sektörde olduğu gibi lojistik sektöründe de hizmet kalitesi kavramı oldukça önemlidir. Lojistik firmaların marka ve firma bilinirliğini artırmak, mevcut ve potansiyel müşterileriyle bilgi paylaşımında bulunmak ve olası bazı hizmetlerini on line platformda gerçekleştirmek için web sitelerinden faydalanmaktadırlar. Web siteleri müşteriler ile firma arasındaki etkileşimin gerçekleştiği temas noktasını oluşturduğundan web sitelerinin etkin bir yapıda tasarlanması ve müşterilerin beklentilerini karşılayacak performansta olması oldukça önemlidir. Web tabanlı elektronik hizmet kalitesi kavramı da elektronik (e-)ticaretin ortaya çıkmasıyla birlikte sürekli artan bir ivmeyle araştırmacıların dikkatini çekmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmada birçok yazar tarafından kullanılan elektronik (e-)hizmet kalitesi [1-12] ele alınmaktadır. E-hizmet kalitesi ölçümü, web sitelerinin çok boyutlu kalite özellikleri, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi olarak düşünülebilir [9]. Bu çalışmada lojistik firma web sitelerinin kalite performanslarının ölçümü problemi için analitik hiyerarşi süreci (AHP) [14] yöntemi değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının bulunması için ve TOPSIS [15] metodolojisi, belirlenen web sitesi alternatiflerinin kalite performanslarına göre sıralanabilmesi için bulanık mantık temelli olarak önerilmektedir. Kullanılan bulanık küme teorisi [16] ile insanların öznel değerlendirmelerinde oluşturdukları belirsizliğin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. İlk olarak çalışma amacının açıklandığı giriş bölümünün ardından ikinci bölümünde web sitesi hizmet kalitesi kriterleri ile kullanılacak olan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde ise önerilen entegre yaklaşım ve metodolojiler sunulmuştur. Dördüncü bölümde Türk lojistik endüstrisinden bir uygulama gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Çalışmanın beşinci bölümünde ise farklı kriter ağırlıkları söz konusu iken yapılan duyarlılık analizi yer almaktadır. Altıncı ve son bölümde ortaya çıkan sonuçlar yorumlanmış olup nihai değerlendirme yapılmıştır.

## 2. YAZIN TARAMASI (LITERATURE SURVEY)

### 2.1. Web Tabanlı Elektronik Hizmet Kalitesi Kavramı (The Concept of Web Based Electronic Service Quality)

Son on yılda teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte internet kullanımında önemli ölçüde artış görülmektedir. Bu sürekli gelişen ve değişen ekonomide internet, şirketlerin tüm iş süreçlerini de kapsayarak e-ticaretin doğmasına

sebebi olmuştur. E-ticaret tüm pazarlama, müşteri ilişkileri, lojistik ve ürün ödeme süreçlerini içine alan kapsamlı aktiviteler bütünüdür [11, 17]. E-hizmet kalitesi başarılı e-ticaretin en önemli bileşenlerinden birisidir [11, 13] ve bu kavram web sitelerinin değerlendirilmesiyle birlikte kullanılmaya başlanan geleneksel hizmet kalitesi kavramına göre yeni bir kavramdır [4, 11]. İlk olarak web sitesi hizmet kalitesi kavramı Parasuraman vd. [18] tarafından sunulmuştur. Parasuraman vd. [18] ve Zeithaml vd. [19] e-hizmet kalitesi kavramını web sitesinin sağladığı etkin ve etkili alışveriş, satın alma, ürünler ve hizmetlerin ulaştırılmasına yardımcı olarak tanımlamıştır. Aladwani ve Palvia [20] web sitesi kalite değerlendirmesinin çok kriterli ve karmaşık yapıya sahip olduğunu belirtmiştir. Bu sebeple farklı yazarlar tarafından e-hizmet kalitesi kriterleri ele alınmıştır. Örneğin Zeithaml vd. [19] yaptığı çalışmada e-hizmet kalitesini iki skalaya ayırarak birinci skalada, verimlilik, memnuniyet, güvenilirlik ve güvenlik; ikinci skalada ise telafi edebilirlik, heveslilik ve iletişim olmak üzere yedi kriterde tanımlamıştır. Parasuraman vd. [18] ise ilki temel hizmet kalitesi diğeri ise problem çözümü olmak üzere iki skala olarak tanımlamışlardır. Kim [21] satış siteleri için dokuz kriter belirleyerek orijinal hizmet kalitesi modeline ilave kişiselleştirme, bilgi ve grafik stilleri kriterlerini eklemiştir. Ho ve Lee [22] çalışmalarında bilgi kalitesi, güvenlik, fonksiyonellik, müşteri ilişkileri ve karşılık verebilme olmak üzere beş temel kriter kullanmışlardır. Barnes vd. [23] oluşturdukları skalada kullanılabilirlik, tasarım, bilgi, güven ve empati kriterlerini ele almışlardır. Modele ek olarak uygulama alanlarında hizmet kalitesi Hsu vd. [11] tarafından gezi seyahat sitelerine uygulanmış, Cheng [13] ise toplu taşıma sisteminin web sitesi hizmet kalitesinin ölçülmesi konusunda çalışmıştır. Büyüközkan vd. [9] sağlık sektöründe özel hastanelerin web siteleri için yeni bir model yaklaşımı geliştirmiştir. Chou ve Cheng [24] muhasebe firmalarının web sitelerini incelemek için birleşik bir model geliştirmiştir. Tsai vd. [25] doğal yaşam parklarının web sitelerini değerlendirerek kapsamlı ve sistematik bir yapı sunmuştur. Güncel bir çalışmada ise Akıncılar ve Dağdeviren [5], otel web sitelerinin performanslarını ölçümlemek için birleşik bir model uygulamışlardır. Bu çalışmalara ek olarak literatürde lojistik web sitelerinin kalite performanslarının e-hizmet kalitesiyle değerlendirilmesi konusunda yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bienstock vd. [26] yaptıkları çalışmada lojistik hizmet kalitesinin ölçülmesi konusunu ele almışlardır ancak web siteleri ile ilgili bir çalışma değildir. Dolayısıyla bu alanda bir boşluk olduğu açıkça görülmektedir. Bu sebeple literatürdeki boşluğu doldurmak amacıyla yapılan detaylı yazın araştırmaları sonucunda lojistik firma web sitelerinin kalite performanslarının ölçümü için oluşturulan hizmet kalitesi boyutları, görsel ve fiziksel yapı, karşılık verebilme, güvenilirlik, bilgi kalitesi, güvence ve empati olmak üzere altı ana kriter ve onlara bağlı yirmi altı kriter olarak belirlenmiş ve aşağıda özetlenmiştir.

**Tablo 1.** Lojistik web siteleri için hizmet kalitesi değerlendirme kriterleri  
(Service quality evaluation criteria for the web sites of logistics companies)

Kriterler	Alt kriterler	Tanımlar
Görsel ve fiziksel yapı	Kullanışlılık Animasyon Tasarım İşlevsellik	Web sitesinin kullanım kolaylığı ve sitede gezinim Siteyle ilgili etkileyici görsel yapılar, hareketli görüntüler ve müzikler Sitenin estetiği ve grafik tasarımını içeren görünümle ilgili her şey Web sitesinin işletim ve yürütme komutlarını müşterilere yayma becerisi
Karşılık verebilme	Müşteri İlişkileri Teknik Performans Etkileşimlilik	Müşterilere geri dönüş ve problemlerinin çözümünde yardım Hızlı ve zamanında servis sürecine destek, ulaşılabilirlik Problemlere karşı müşterilerle iletişim sağlama ve çevrimiçi buluşma
Güvenilirlik	Uzmanlaşma Standardizasyon İtibar Hizmet Doğruluğu	Güvenilirlik sağlamak için belirlenen uzman otoritenin varlığı Web sitesindeki prosedürlerin açıklığı ve standartlara uygunluk Firmanın /web sitesinin medya ve çevrede bilinirliği Web sitesinde hizmetin net bir biçimde verilmesi ve insanlarda güven oluşturma
Bilgi kalitesi	Bilgi Zenginliği Bilgi Doğruluğu Bilginin Güncel Olması	Web sitesinin sunduğu hizmet hakkında geniş kapsamlı bilgi varlığı Bilginin açık, tutarlı ve işe yararlı olması Web sitesinde sunulan bilginin güncel olması
Güvence	Telafi edebilirlik Güven Gizlilik/Güvenlik	Müşterilerin problemlerini telafi edebilme yetisi Web sitesinde müşterilerin hissettiği rahatlık Web sitesinin ve müşterilerin gizli bilgilerinin güvenliğinin sağlanması
Empati	Müşteri Özenu Bağlantılar Kişiselleştirilmiş Müşteri İlgisi	Müşterilere ilgi gösterme ve web sitesinde onlara yol gösterici olma İlgili kurumlar veya diğer web siteleriyle olan bağlantı linkleri Müşterilere kişisel ilgi gösterilmesi ve müşteri geçmişinin saklanması

*Görsel ve fiziki yapı:* Bu kriter e-hizmet kalitesinde web sitesiyle ilgili tüm somut kavramları içerir [1, 20, 27]. Alt kriterleri, *kullanışlılık* [1, 5, 9, 12, 25], *animasyon* [1, 9, 25], *tasarım* [1, 9, 25] ve *işlevsellik* [1, 9, 24, 25] olarak sınıflandırılmıştır. *Karşılık verebilme:* Müşterilere her türlü yardımda hazır bulunma ve onlara istedikleri zamanda doğru hizmet sağlama olarak tanımlanır [1, 8], [27-29]. Karşılık verebilme kriteri *müşteri ilişkileri* [1, 9], *teknik performans* [1, 5, 25] ve *etkileşimlilik* [1, 12, 24, 25] gibi alt kriterleri içerir. *Güvenilirlik:* Web sitesinin sunduğu hizmetin doğruluğuna ve hizmetin söz verilen şekilde yapılacağı garantisine müşteriye inandırma yetisidir [1, 5, 8, 27, 28, 30, 31]. Alt kriteri *uzman varlığı* [1, 9], *standardizasyon* [9, 25], *itibar* [9, 11] ve *hizmetin doğruluğu* [1, 9, 12, 25] olarak sıralanabilir. *Bilgi kalitesi:* Müşterinin web sitesinde aradığı her bilgiyi bulabilmesini tanımlamaktadır [1, 5, 8, 10], [32-36]. *Bilgi zenginliği* [1, 9, 12, 29, 30], *bilgi doğruluğu* [1, 9, 12, 29, 30] ve *bilginin güncel olması* [1, 9, 12, 29, 30] bu kriterin alt bileşenleri olarak belirlenmiştir. *Güvence:* Müşterilerin bir web sitesiyle ilgilenirken hissettikleri rahatlık ve güven duygusu bu kriteri ortaya çıkarmıştır. *Güven* [1, 5, 33, 34], *telafi edebilirlik* [1, 9, 25] ve *gizlilik/güvenlik* [1, 5, 9, 12, 25] güvence kriterinin alt bileşenleridir. *Empati:* Kısaca müşteriye anlama ve onunla ilgilenme olarak tanımlanır [1, 8, 10, 17, [29-31], 34]. Alt kriterleri, *müşteri özenu* [1, 9, 25], *bağlantılar* [1, 9, 12, 25] ve *kişiselleştirilmiş müşteri ilgisi* [1, 5, 9, 12] olarak sınıflandırılır. Tablo 1'de önerilen modelin tüm kriterleri ve kısa açıklamaları verilmiştir.

## 2.2. Önerilen Entegre Araştırma Metodolojisi (Proposed Integrated Research Methodology)

Literatürde farklı organizasyonel sektörlerden web siteleri için çeşitli değerlendirme çalışmaları yapılmıştır. Gezi ve seyahat [39, 43], hastane ve sağlık sektörü, [1, 4, 9], turizm

[5], doğal yaşam parkları [25], kamu [12], eğitim ve online öğrenme [44-46] gibi farklı dallarda web siteleri hizmet kalitesinin ölçüm ve değerlendirme süreçleri ele alınmıştır. Yapılan uygulamalarda çok çeşitli teknikler kullanılmış ve herkes tarafından kabul gören tek bir metot veya tekniğe rastlanılmamıştır. Çalışmalarda özellikle web sitesi hizmet kalitesinin ölçülmesi aşamasında istatistiksel yaklaşımlar [27, 34, 35], kalite fonksiyon yayılımı (QFD) [27], kıyaslama için çok kriterli memnuniyet analizi [30], AHP [9, 36, 45, 46], AHP ve PROMETHEE [1, 5], bulanık AHP-TOPSIS [4, 12, 17] ve bulanık PROMETHEE [1] teknikleri kullanılmıştır. Bu çalışmada literatürde sıklıkla kullanılan bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemleri bütünleşik bir yapı olarak kullanılacaktır. İş hayatının çeşitlenmesiyle e-hizmet kalitesi farklı insanlar tarafından farklı algılandığı ve belirsizlik içerdiği için bulanık mantık ile ifade edilmesi uygun bulunmuştur. Ayrıca bulanık tabanlı AHP ve TOPSIS özellikle çoklu kriterlerin olduğu sıralama problemlerinde sık kullanılan güçlü araçlardır [4, 12, 17, 37, 38]. Bulanık uygulamalarda bu iki yöntemin birleştirilmiş yaklaşımı uygulamada kullanılmakla birlikte, hizmet kalitesinin değerlendirilmesi boyutunda kısıtlı uygulamalara sahiptir. Tsaur vd. [47] yaptıkları çalışmada havayolu hizmet kalitesinin değerlendirilmesinde bulanık AHP ve TOPSIS'in kullanılmasını ele almışlardır. Benzer şekilde, Büyüközkan ve Ruan [12] bu iki tekniği birlikte kullanarak kamu web sitelerinin değerlendirmesini gerçekleştirmişlerdir. Kaya [17] yaptığı çalışmada Bulanık AHP-TOPSIS'i kullanarak, Türkiye'deki popüler e-iş sitelerini incelemiş ve bu siteler için kalite değerlendirmesi yapmıştır. Daha sonra Büyüközkan ve Çifçi [4] bulanık AHP-TOPSIS tekniği yardımıyla Türkiye'de sağlık sektöründe faaliyet gösteren özel hastanelerin web sitelerini ele almıştır. Bu çalışmalardan elde ettiğimiz veriler sonucunda, web siteleri hizmet kalitesinin ölçülmesinde karşılaşılabilecek tüm verileri en iyi şekilde kapsayan yöntemin

AHP olduğu ve uzman görüşlerinden doğabilecek belirsizlikleri gidermek için de bulanık mantığın kullanılması gerektiği sonucu çıkarılmıştır [48, 49]. Aynı zamanda ağırlıkların sıralaması için de bulanık TOPSIS yönteminin tutarlı sonuçlar verdiği düşünülmüştür. Çalışmada önerilen entegre metodoloji aşağıda Şekil 1'de görülmektedir [50, 51].

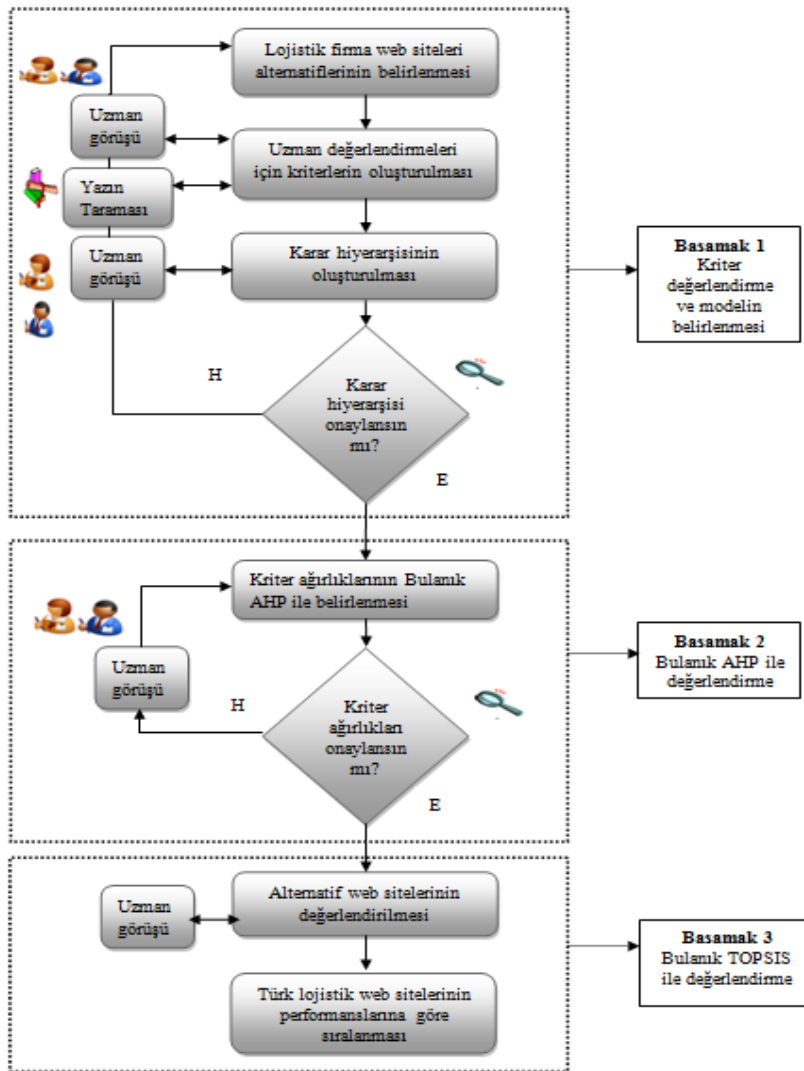
### 3. BULANIK TABANLI ENTEGRE AHP-TOPSIS METODOLOJİSİ (FUZZY BASED INTEGRATED AHP-TOPSIS METHODOLOGY)

#### 3.1. Bulanık AHP (Fuzzy AHP)

ÇKKV teknikleri nitel ve nicel faktörü bir arada değerlendirebilen bilimsel yöntemlerdir [52-54]. Bu yöntemlerden ile AHP [14] çoklu ölçütler, çoklu insan ve çoklu dönem problemlerini hiyerarşik bir şekilde uygulayarak sonuca ulaşan analitik bir tekniktir. AHP, bir

karar hiyerarşisi üzerinde, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanarak, kararı etkileyen faktörler ve bu faktörler açısından karar noktalarının önem değerleri ile birebir karşılaştırmalarına dayanmaktadır [55-59]. Geleneksel AHP yöntemi insanların düşünce tarzındaki belirsizliklerde yetersiz kalabilir. Bu nedenden dolayı bulanık AHP, hiyerarşik bulanık problemleri çözmek için geliştirilmiş ve birçok yazar tarafından önerilmiştir [60-64].

Bir karar verme probleminin bulanık AHP ile çözümlenebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken beş aşama aşağıda tanımlanmıştır. İlk aşamada her bir faktörün tanımları yapılır, performans skorları karşılaştırılır. Aynı hiyerarşideki eleman ikililerinin göreceli ağırlıkları dilsel terimler kullanılarak gösterilir. Daha sonra ikinci adımda, bulanık karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Üçgenel bulanık sayılar kullanılarak ve ikili karşılaştırmalarla, bulanık karar verme matrisi aşağıda Eş. 1'deki gibi oluşturulur.



Şekil 1. Lojistik firma web sitelerinin kalite performanslarının değerlendirilmesi için önerilen yaklaşım  
(Proposed approach for the evaluation of quality performance of logistics companies' web sites)

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{\alpha}_{11} & \tilde{\alpha}_{12} & \dots & \tilde{\alpha}_{1n} \\ \tilde{\alpha}_{21} & \tilde{\alpha}_{22} & \dots & \tilde{\alpha}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{\alpha}_{n1} & \tilde{\alpha}_{n2} & \dots & \tilde{\alpha}_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Üçüncü adımda bulanık eigen değerler çözümlenir. Bir bulanık eigen değeri olan  $\lambda$  Eş. 2’deki gibidir.

$$\tilde{A}\tilde{x} = \tilde{\lambda}\tilde{x} \quad (2)$$

Burada bulanık  $\lambda$ , bulanık karar matrisinin en büyük eigen değeridir. Bulanık  $x$  içinde sıfır olmayan  $n \times 1$  bulanık vektör içerir.  $\alpha$  kesim kullanarak bulanık çarpım ve aralık aritmetiği Eş. 3’ de gösterilmiştir [9].

$$[\tilde{\alpha}_{i1}^\alpha \tilde{x}_{i1}^\alpha, \tilde{\alpha}_{i2}^\alpha \tilde{x}_{i2}^\alpha] \oplus \dots \oplus [\tilde{\alpha}_{in}^\alpha \tilde{x}_{in}^\alpha, \tilde{\alpha}_{iu}^\alpha \tilde{x}_{iu}^\alpha] = [\lambda x_{i1}^\alpha, \lambda x_{iu}^\alpha],$$

$$\tilde{A} = [\tilde{\alpha}_{ij}^\alpha], \tilde{x}^t = (\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n), \quad (3)$$

$$\tilde{\alpha}_{ij}^\alpha = [\alpha_{ijl}^\alpha, \alpha_{iju}^\alpha], \tilde{x}_{ij}^\alpha = [x_{ijl}^\alpha, x_{iju}^\alpha], \tilde{\lambda}^a = [\lambda_l, \lambda_u]$$

Tüm  $0 < \alpha \leq 1$  ve tüm  $i, j$  için  $i=1,2,\dots,n$  ve  $j=1,2,\dots,n$

Bir alfa kesme düzlemi, uzman ve karar vericilerin kararındaki güveni gösterir. Karar matrisi  $\tilde{A}$  için memnuniyet derecesi  $\mu$  iyimserlik indeksi ile tahmin edilir. Bu indeks ne kadar yüksek olursa o kadar yüksek iyimserlik derecesi belirtilmiş olur. İyimserlik indeksi lineer konveks kombinasyondur ve Eş. 4’de gösterilmiştir [9]:

$$\tilde{\alpha}_{ij}^\alpha = \mu \alpha_{iju}^\alpha + (1 - \mu) \alpha_{ijl}^\alpha, \forall \alpha \in [0,1] \quad (4)$$

Eğer  $\alpha$  sabitlenirse  $\mu$  indeksini sabitledikten sonra ilgili matris memnuniyet düzeyini tahmin için oluşturulur ve Eş. 5’de gösterilmiştir.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{\alpha}_{11}^\alpha & \tilde{\alpha}_{12}^\alpha & \dots & \tilde{\alpha}_{1n}^\alpha \\ \tilde{\alpha}_{21}^\alpha & \tilde{\alpha}_{22}^\alpha & \dots & \tilde{\alpha}_{2n}^\alpha \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{\alpha}_{n1}^\alpha & \tilde{\alpha}_{n2}^\alpha & \dots & \tilde{\alpha}_{nn}^\alpha \end{bmatrix} \quad (5)$$

Eigenvektör,  $\mu$  değeri sabitlendikten sonra ve en yüksek eigen vektör tanımlandıktan sonra hesaplanır. Dördüncü basamakta metodun geçerliliğini ve sonucun tutarlılığını ölçmek için, her bir matrisin ve bütün hiyerarşideki tutarsızlık oranları hesaplanır.  $CR$  (Tutarlılık oranı) ikili karşılaştırmaların tutarlılıklarını doğrudan tahmin etmeye yardımcı olur ve formüller Eş. 6’da gösterilmiştir.

$$CR = CI/RI \text{ ve } CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

İkili karşılaştırmaların uygun kabul edilmesi için  $CR$  değeri 0,1 ve altında olmalı ve bu oranın probleme devam edebilmek için kabul edilebilir nitelikte olması gerekmektedir. Beşinci ve son basamakta, her bir alternatifin öncelik ağırlığı, matris değerlendirme sıralaması ile vektör ölçüt ağırlıkları çarpılarak ve daha sonra bütün nitelikler toplanarak bulunur.

### 3.2 Bulanık TOPSIS (Fuzzy TOPSIS)

ÇKKV yöntemlerinden biri olan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), Chen ve Hwang [65] tarafından Hwang ve Yoon’un [15] çalışmaları referans gösterilerek ortaya konmuştur. Bu yöntemde, alternatif seçeneklerin belirli kriterler doğrultusunda ve kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal duruma göre karşılaştırılıp derecelendirilmesi amaçlanır [66-68]. Diğer bir ifadeyle Hwang ve Yoon [15] TOPSIS yöntemini çözüm alternatifinin, pozitif ideal çözüm noktasına en kısa mesafe ve negatif ideal çözüm noktasına en uzak mesafede olacağı varsayımına göre oluşturmuşlardır [69]. TOPSIS yönteminin ideal ve anti ideal çözümde anlık değerlendirme olanağı sağlaması ve kolay programlanabilir sayısal sürece sahip olması gibi birçok avantajı olmasına rağmen, nicel ölçütleri ilgilendiren kesin (crisp) sayılara ihtiyaç duyar. Ancak, pratikte kesin veriler kullanmak modelleme sürecinde tatmin edici olmayan sonuçlara sebep olabilir. Aynı zamanda, karar vericilerin yaptıkları değerlendirmelerin öznelliğe dayanması ve belirsizlik içermesi gibi nedenlerden ötürü alternatiflerin ve kriterlerin karşılaştırılması durumlarında Bulanık TOPSIS kullanmak oldukça faydalıdır. Bulanık TOPSIS yönteminde değerlendirmeler dilsel değişkenler yardımıyla yapılır, daha sonra bulanık sayılar biçiminde tanımlanır. Bunlarla birlikte yöntem her bir kriterin görece önem derecesini içeren ön bilgiye ihtiyaç duyar. Bu önemde, bulanık AHP yönteminden gelen her bir kriterin ağırlığı ( $w_j$ ) ile değerlendirilir. Aşağıda bulanık TOPSIS yönteminin [70] adımları tanımlanmıştır.

İlk adımda karar matrisi oluşturulur. Alternatif için oluşturulan bulanık karar matrisi aşağıdaki Eş. 7’de gösterildiği gibidir. Matriste  $m$  alternatif sayısını,  $n$  kriter sayısını verir. Bu yapıda “H” alternatifleri “C” ise kriterleri sembolize etmektedir.

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} H_1 \\ H_2 \\ H_3 \\ H_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

ve  $i = 1,2, \dots, m; j = 1,2, \dots, n$

İkinci adımda karar matrisi normalize edilir. Karar matrisi öncelikle elemanların birimsiz olması gerekçesiyle normalize edilmelidir. Ham veriler doğrusal skala dönüştürme yardımıyla karşılaştırılabilir biçime getirilir. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi aşağıdaki gibidir ve Eş. 8 ve Eş. 9 yardımıyla hesaplanır.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1,2, \dots, m; j = 1,2, \dots, n \quad \text{ve,}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right) \text{ ve } c_j^+ = \max_i c_{ij} \quad (\text{Fayda kriteri}) \quad (8)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_j^-}{c_{ij}^-}, \frac{a_j^-}{b_{ij}^-}, \frac{a_j^-}{a_{ij}^-} \right) \text{ ve } a_j^- = \min_i a_{ij} \text{ (Maliyet kriteri)} \quad (9)$$

Burada normalize edilmiş karar matrisi hesaplanması kriterin fayda veya maliyet olmasına göre değişir. Örneğin fayda kriteri olduğunda, sıralama yapılırken skalanın üst kısmındaki dilsel terimlerden yararlanılır ve Eş. 8 yardımıyla normalize karar matrisi hesaplanır. Diğer şekilde yani maliyet kriteri dikkate alınırken ise skalanın alt kısmındaki dilsel terimler ve Eş. 9 ile normalize karar matrisi hesaplanır [71, 72]. Üçüncü adımda ağırlıklı standart matris hesaplanır. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi, kriter j için oluşturulmuş ağırlıklar ile normalize edilen bulanık karar matrisinin çarpımıyla bulunur ve Eş. 10'daki gibi hesaplanır:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j \quad \tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

Dördüncü adımda, bulanık pozitif ideal çözüm (FPIRP) ve bulanık negatif ideal çözüm (FNIRP) oluşturulur [61]. Ek olarak, üçgensel bulanık sayılar [0, 1] aralığında oldukları için pozitif ve negatif ideal referans noktaları, Eş. 11 ve Eş. 12 ile tanımlanır.

$$A^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+) \text{ ve } A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) \quad (11)$$

$$v_j^+ = (1, 1, 1), v_j^- = (0, 0, 0) \quad (12)$$

Beşinci adımda alternatiflerin bulanık pozitif ideal ve negatif ideal çözümlere göre uzaklığı hesaplanır. Bu uzaklıkların hesaplanması Eş. 13 ve Eş. 14'de gösterilmiştir:

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d_v(v_{ij}, v_j^+), \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(v_{ij}, v_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

Mesafe ölçümü için, iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı ölçmeye yarayan ve Vertex metodu kullanılarak hesaplanan uzaklık Eş. 15'de gösterilmiştir:

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (15)$$

Altıncı adımda ideal çözüme göreli yakınlık ( $CC_i$ ) hesaplanır. Göreli yakınlık  $CC_i$  bulanık ideal ( $A^+$ ) ve bulanık negatif ideal ( $A^-$ ) ayırım ölçülerinden yararlanılır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması Eş. 16'da gösterilmiştir:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (16)$$

Burada  $CC_i$  değeri  $0 \leq CC_i \leq 1$  aralığında değer alır ve  $CC_i=1$  ilgili karar noktasının ideal çözüme  $CC_i=0$  ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir. Son adımda farklı alternatifler  $CC_i$ 'ye göre azalan ölçüde sıralanır. En iyi alternatif FPIRP'ye en yakın ve FNIRP'dan en uzak olandır.

#### 4. UYGULAMA (APPLICATION)

Lojistik sektörü, ülkemizde son yıllarda hızlı büyüme ve gelişme gösteren, hem kendi içinde taşıdığı büyüme potansiyeli hem de Türkiye'nin 2023 yılına ilişkilendirdiği birçok ekonomik hedefe ulaşılmasında oynayacağı temel roller itibari ile Türkiye için büyük önem taşıyan bir sektördür. Önerilen yaklaşım, Türkiye'de faaliyet gösteren lojistik sektör oyuncularından lojistik hizmet sağlayan firmaların web sitelerinin performans değerlendirme için uygulanmıştır. Uygulamanın amacı hizmet kalitesi bakımından en uygun lojistik firma web sitesinin bulunmasıdır. Uygulama sırasında bilişim teknolojileri ve lojistik sektöründe uzman olan kişilerin oluşturduğu bir grup karar verici olarak değerlendirmeleri gerçekleştirmiştir.

**Adım 1:** Lojistik web sitelerinin değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi. Önerilen e-hizmet kalite kriterleri ve alt kriterleri Bölüm 2.1'de verilmiş ve ilgili hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Çalışmada değerlendirme kriterlerinin birbirinden bağımsız olduğu kabul edilmiştir.

**Adım 2:** Değerlendirmede kullanılacak skalanın belirlenmesi ve bulanık AHP adımlarının uygulanması. Her bir web sitesi değerlendirme kriterinin görece önemi Tablo 2'de verilen skala yardımıyla belirlenmiştir.

**Tablo 2.** Bulanık skalanın tanımı ve üyelik fonksiyonları (Definition and membership function of fuzzy scale)

Önem derecesi	Bulanık Sayı	Dilsel terim	Üyelik Fonksiyonu
9	9̃	Son derece önemli (SDÖ)	(8, 9, 10)
7	7̃	Çok önemli (ÇÖ)	(6, 7, 8)
5	5̃	Önemli (Ö)	(4, 5, 6)
3	3̃	Orta önemli (OÖ)	(2, 3, 4)
1	1̃	Eşit önemli (EÖ)	(1, 1, 1)

İlk aşamada, ikili karşılaştırma değerlendirmeleri sonucu ortaya çıkan değerler dilsel ve bulanık biçimde sunulur. Daha sonra, gerekli veriler bulanık karşılaştırma matrislerine girilir ve tutarlılıklar hesaplanır. Örnek olarak amaca göre değerlendirmeye alınan temel kriterler değerlendirme matrisleri Tablo 3'te verilmiştir. Burada, kriterler arası dilsel değerlendirme matrisi, uzmanların ortak görüş birliği sonucu oluşturduğu bir matris olup bulanık sayı karşılığı Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Boyutlar için dilsel değerlendirme matrisi (The linguistic evaluation matrix for the dimensions)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Fiziksel boyutlar (C1)	-	EÖ	OÖ	OÖ	OÖ	OÖ
Karşılık verebilme (C2)	EÖ	-	EÖ	EÖ	OÖ	OÖ
Güvenilirlik (C3)		EÖ	-		OÖ	OÖ
Bilgi kalitesi (C4)		EÖ	OÖ	-	OÖ	OÖ
Güvence (C5)					-	EÖ
Empati (C6)					EÖ	-

Alfa değerine göre bulanık sayıların alt ve üst limitleri tanımlanır.  $\alpha=0,5$  tanımlanarak  $\alpha$  kesim bulanık matrisler elde edilir. Ana kriterler için oluşturulan  $\alpha$  kesim bulanık karşılaştırma matrisi Tablo 5'te ayrıntılı bir biçimde incelenebilir. Eş. 4 dikkate alınarak ve  $\mu=0,5$  seçilerek, Eş. 2 ve Eş. 3 yardımıyla tüm karşılaştırmaları içeren eigen vektörler hesaplanır.

**Tablo 4.** Boyutlar için bulanık formda oluşturulan matris (The fuzzy evaluation matrix for the dimensions)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	(1,1,1)	(2,3,4)	(2,3,4)	(2,3,4)	(2,3,4)
C2	(1,1,1)	1	(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,4)	(2,3,4)
C3	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	1	(1/4,1/3,1/2)	(2,3,4)	(2,3,4)
C4	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(2,3,4)	1	(2,3,4)	(2,3,4)
C5	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	1	(1,1,1)
C6	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	1

**Tablo 5.** Kriter önem dereceleri için amaca yönelik alfa kesim bulanık karşılaştırmalar matrisi ( $\alpha=0,5, \mu=0,5$ ) ( $\alpha$  cut fuzzy comparison matrix for the relative importance of the criteria with respect to goal)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	[1, 2]	[2,4]	[2,4]	[2,4]	[2,4]
C2	[1, 2]	1	[1, 2]	[1, 2]	[2,4]	[2,4]
C3	[1/4,1/2]	[1, 2]	1	[1/4, 1/2]	[2,4]	[2,4]
C4	[1/4, 1/2]	[1, 2]	[2,4]	1	[2,4]	[2,4]
C5	[1/4, 1/2]	[1/4, 1/2]	[1/4, 1/2]	[1/4, 1/2]	1	[1, 2]
C6	[1/4, 1/2]	[1/4, 1/2]	[1/4, 1/2]	[1/4, 1/2]	[1, 2]	1

Son olarak Eş. 6 ile tutarlılıklar kontrol edilir. Bu değerlendirmeler için hesaplanan CR değeri 0,088'tir ve bu değer 0,10'dan küçük olduğundan yapılan ikili karşılaştırmalar uygun kabul edilmiştir. Diğer oranlar ve

kriterlere ait ilgili değerler *Eka* bölümünde bulunmaktadır. Ana kriterlerin amaca göre ağırlık vektörü  $W= (0,293, 0,200, 0,154, 0,209, 0,072, 0,072)$  şeklinde hesaplanmıştır. Ayrıca tüm alt kriterlerin değerlendirme matrisleri benzer biçimde hesaplanmıştır.

**Adım 3:** Bulanık AHP yöntemi ile web sayfası hizmet kalitesi kriterlerinin final önem dereceleri Tablo 6'da verildiği gibi elde edilir. Görüldüğü gibi lojistik web sitelerinin hizmet kalitesi için en önemli 3 kriter sırasıyla Bilgi zenginliği (C41), Teknik performans (C22) ve İşlevsellik (C14) olarak belirlenmiştir.

**Adım 4:** Web sitesi değerlendirmesine dâhil edilecek lojistik firmalar belirlenir. Bu çalışmada dikkate alınan 15 lojistik hizmet veren firmanın isimleri ve web sayfalarının adresleri Şekil 2'de verildiği gibidir.

**Adım 5:** Bulanık TOPSIS yöntemi adımları uygulanarak web sitelerinin sıralaması yapılır. Alternatif web siteleri için uzman görüş birliği sonucu oluşturulan dilsel formdaki değerlendirmeler Tablo 2'de verilen skala kullanılarak Tablo 7'de sunulmuştur. Çalışmada kriterlerin birbirinden bağımsız olduğu varsayılmıştır. Yapılan değerlendirmelere göre bulanık TOPSIS adımları uygulanır. Dilsel değerlendirmelerden sonra veriler bulanık karar matrisine dönüştürülür. Daha sonra, bulanık Eş. 8 ile veriler normalize edilir ve Eş. 10 yardımıyla ağırlıklandırılmış matris hesaplanır. Ağırlıklandırılmış matristen yararlanarak her bir alternatifin pozitif ideal ve negatif ideal sonuca uzaklıkları, Eş. 11 ve Eş. 15 yardımıyla hesaplanır ve Tablo 8'de verildiği şekilde gösterilir.

**Tablo 6.** Bulanık AHP yöntemi ile hesaplanan web sitesi hizmet kalitesi kriterlerinin ağırlıkların özet tablosu (Summary of evaluation criteria weights calculated with fuzzy AHP)

Kriterler	Yerel önem değeri	Alt kriterler	Yerel önem değeri	Global önem değeri
C1 (Fiziksel yapı)	0,293	C11 (Kullanışlılık)	0,286	0,084
		C12 (Animasyon)	0,104	0,031
		C13 (Tasarım)	0,230	0,067
		C14 (İşlevsellik)	0,380	0,111
C2 (Karşılık verebilme)	0,200	C21 (Müşteri ilişkileri)	0,205	0,041
		C22 (Teknik performans)	0,590	0,118
		C23 (Etkileşimlilik)	0,205	0,041
C3 (Güvenilirlik)	0,154	C31 (Uzman varlığı)	0,131	0,020
		C32 (Standardizasyon)	0,369	0,057
		C33 (İtibar)	0,131	0,020
		C34 (Hizmet doğruluğu)	0,369	0,057
C4 (Bilgi kalitesi)	0,209	C41 (Bilgi zenginliği)	0,590	0,123
		C42 (Bilgi doğruluğu)	0,205	0,043
		C43 (Bilginin güncelliği)	0,205	0,043
C5 (Güvence)	0,072	C51 (Dengelenebilirlik)	0,205	0,015
		C52 (Güven)	0,590	0,043
		C53 (Güvenlik/Gizlilik)	0,205	0,015
C6 (Empati)	0,072	C61 (Müşteri özeni)	0,590	0,043
		C62 (Bağlantılar)	0,205	0,015
		C63 (Kişiselleşmiş müşteri ilgisi)	0,205	0,015

A1	Mars Hava ve Deniz Kargo Taşımacılığı A.Ş.: www.marslogistics.com
A2	Alışan Ulus. Taşımacılık ve Tic. A.Ş. : www.alisangroup.com
A3	Barsan Global Lojistik: www.barsan.com
A4	Ekol Lojistik A.Ş.: www.ekol.com
A5	Borusan Lojistik Dağıtım Depolama Taş. Ve Tic. A.Ş.: www.borusanlojistik.com
A6	Fillo Lojistik: www.fillo.com.tr
A7	Horoz Lojistik Kargo Hizmetleri ve Tic. A.Ş. : www.horoz.com.tr
A8	Hoscan Lojistik:www.hoscan.com
A9	Inci Lojistik:http: www.incilojistik.com
A10	ICL Intercombi : www.intercombi.com
A11	Karınca Lojistik:www.karincalogistics.com
A12	Omsan Lojistik A.Ş. : www.omsan.com.tr
A13	Reysaş Lojistik A.Ş. : www.reysas.com
A14	DHL Worldwide Express Taşımacılık ve Ticaret A.Ş.: www.dhl.com.tr
A15	Schenker Arkas Nakliyat ve Ticaret A.Ş. :www.schenkerarkas.com

**Şekil 2.** Çalışmada incelenen lojistik firmalarının isimleri ve online adresleri  
(The titles and domain names of the analyzed logistics companies)

**Tablo 7.** Alternatiflerin dilsel değerlendirmeleri (K=Kriterler, A=Alternatifler)  
(Linguistic evaluation of alternatives)(Linguistic evaluation of alternatives; (C=Criteria, A=Alternatives))

K/A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
C <sub>11</sub>	ÇÖ	Ö	ÇÖ	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	OÖ	ÇÖ	Ö	ÇÖ	ÇÖ	Ö	SDÖ	Ö
C <sub>12</sub>	Ö	OÖ	SDÖ	SDÖ	ÇÖ	SDÖ	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	ÇÖ	Ö	ÇÖ	ÇÖ
C <sub>13</sub>	OÖ	ÇÖ	ÇÖ	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	Ö	ÇÖ	Ö	Ö	ÇÖ	Ö	ÇÖ	Ö
C <sub>14</sub>	OÖ	Ö	ÇÖ	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	OÖ	Ö	OÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ
C <sub>21</sub>	OÖ	OÖ	Ö	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	EÖ	OÖ	Ö	Ö	ÇÖ	Ö	Ö	Ö
C <sub>22</sub>	ÇÖ	Ö	ÇÖ	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	OÖ	Ö	Ö	Ö	SDÖ	Ö	ÇÖ	Ö
C <sub>23</sub>	ÇÖ	Ö	ÇÖ	SDÖ	ÇÖ	Ö	Ö	OÖ	ÇÖ	Ö	Ö	SDÖ	Ö	Ö	OÖ
C <sub>31</sub>	ÇÖ	Ö	ÇÖ	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	ÇÖ	Ö	ÇÖ	Ö
C <sub>32</sub>	ÇÖ	OÖ	ÇÖ	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	Ö	Ö	Ö	ÇÖ	Ö	ÇÖ	Ö
C <sub>33</sub>	Ö	ÇÖ	SDÖ	SDÖ	SDÖ	Ö	ÇÖ	EÖ	OÖ	Ö	Ö	ÇÖ	Ö	ÇÖ	Ö
C <sub>34</sub>	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	SDÖ	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	OÖ	OÖ	Ö	ÇÖ	Ö	ÇÖ	Ö
C <sub>41</sub>	ÇÖ	Ö	SDÖ	SDÖ	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	Ö	Ö	Ö	SDÖ	Ö	ÇÖ	ÇÖ
C <sub>42</sub>	ÇÖ	Ö	ÇÖ	SDÖ	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	OÖ	Ö	ÇÖ	Ö	ÇÖ	ÇÖ
C <sub>43</sub>	ÇÖ	Ö	SDÖ	SDÖ	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	Ö	OÖ	Ö	ÇÖ	Ö	Ö	ÇÖ
C <sub>51</sub>	Ö	ÇÖ	ÇÖ	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	Ö	Ö	Ö	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ
C <sub>52</sub>	Ö	Ö	SDÖ	SDÖ	SDÖ	Ö	ÇÖ	Ö	Ö	OÖ	Ö	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ
C <sub>53</sub>	Ö	Ö	Ö	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	OÖ	Ö	ÇÖ	Ö	ÇÖ	ÇÖ
C <sub>61</sub>	Ö	Ö	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	Ö	ÇÖ	Ö	Ö	Ö	Ö	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ	ÇÖ
C <sub>62</sub>	Ö	Ö	Ö	SDÖ	SDÖ	ÇÖ	SDÖ	ÇÖ	OÖ	Ö	Ö	SDÖ	ÇÖ	ÇÖ	SDÖ
C <sub>63</sub>	OÖ	Ö	Ö	SDÖ	ÇÖ	Ö	ÇÖ	ÇÖ	OÖ	Ö	Ö	SDÖ	ÇÖ	SDÖ	ÇÖ



**Tablo 8.** Lojistik web sitelerinin FPIRP ve FNIRP değerleri  
(The FPIRP and FNIRP values for the web sites of logistics companies)

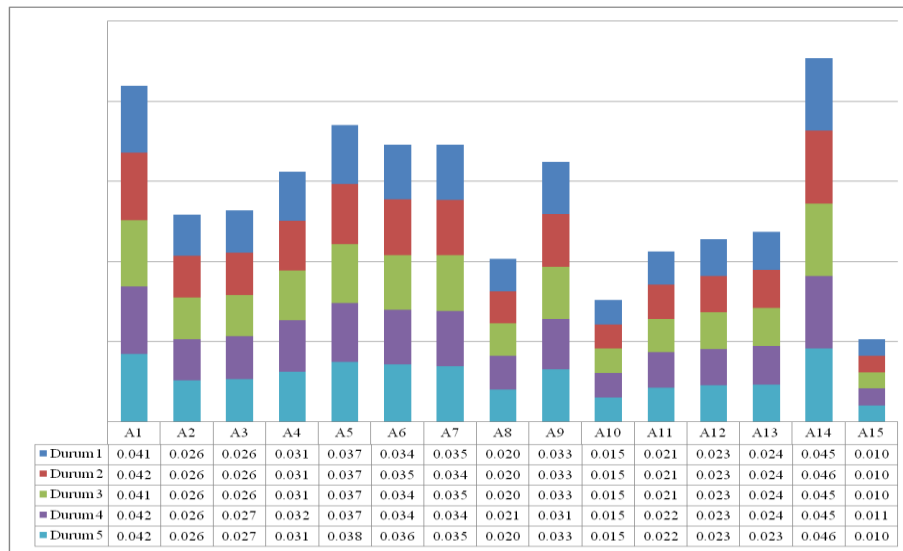
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
D <sup>+</sup>	19,1	19,4	19,4	19,3	19,2	19,3	19,3	19,6	19,3	19,7	19,5	19,5	19,5	19,1	19,8
	7	82	94	80	72	26	07	04	52	09	93	48	34	05	02
D <sup>-</sup>	0,82	0,52	0,51	0,62	0,73	0,67	0,69	0,40	0,65	0,29	0,41	0,45	0,47	0,89	0,20
	7	3	2	5	2	8	7	4	3	9	4	8	2	8	4
CC <sub>i</sub>	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,01
	1	6	6	1	7	4	5	0	3	5	1	3	4	5	0

**Tablo 9.** Lojistik web sitelerinin performanslarına göre sıralanması  
(Ranking of logistic web sites according to final performance indices)

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
Perf. Endeksi	<u>0,041</u>	0,025	0,026	0,030	<u>0,036</u>	0,034	0,034	0,020	0,032	0,015	0,020	0,022	0,023	<u>0,045</u>	0,010
Sıralama	2	9	8	7	3	5	4	13	6	14	12	11	10	1	15

**Tablo 10.** İlgili durumlara göre kriterlerin ağırlıkları (D\*= Durum\*)  
(Criteria weights with respect to the considered cases-C\*=Case\*)

	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	C <sub>34</sub>	C <sub>41</sub>	C <sub>42</sub>	C <sub>43</sub>	C <sub>51</sub>	C <sub>52</sub>	C <sub>53</sub>	C <sub>61</sub>	C <sub>62</sub>	C <sub>63</sub>
D1*	0,084	0,031	0,067	0,111	0,041	0,118	0,041	0,020	0,057	0,020	0,057	0,123	0,043	0,043	0,015	0,043	0,015	0,043	0,015	0,015
D2	0,084	0,031	0,067	<b>0,065</b>	0,041	0,118	0,041	0,020	0,057	0,020	0,057	<b>0,166</b>	0,043	<b>0,050</b>	0,015	0,043	0,015	0,043	<b>0,011</b>	0,015
D3	0,084	0,031	0,067	0,111	0,041	<b>0,154</b>	0,041	0,020	0,057	0,020	<b>0,021</b>	0,123	0,043	0,043	0,015	0,043	0,015	0,043	0,015	0,015
D4	<b>0,040</b>	0,031	<b>0,021</b>	<b>0,101</b>	0,041	<b>0,183</b>	0,041	<b>0,032</b>	0,057	0,020	0,057	0,123	0,043	<b>0,066</b>	0,015	0,043	0,015	0,043	0,015	0,015
D5	0,084	0,031	0,067	<b>0,028</b>	0,041	0,118	0,041	0,020	0,057	0,020	0,057	0,197	0,043	0,043	0,015	0,043	<b>0,033</b>	<b>0,034</b>	0,015	0,015



**Şekil 3.** Lojistik web sitelerikriterlerinin farklı ağırlıklarda olduğu 5 durum için performans duyarlılık analizi  
(Performance evaluation of the web site performance for 5 cases with different criteria weights)

Yöntemin son basamağında, ideal çözüme yakınlıklarına göre, diğer değişle  $CC_i$  değerlerine göre, lojistik web sitelerinin sıralanması süreci ele alınır. Yapılan hesaplamalarda ortaya çıkan sonuçlar Tablo 9'da verilmiştir. Değerlendirme sonuçları hizmet kalite performansı açısından en iyi lojistik firma web sitesinin DHL Worldwide Express Taşımacılık ve Ticaret A.Ş. (A14) olduğunu belirlemiştir. Web sitesi hizmet kalitesi sıralamasında ikinci sırayı MARS Hava ve Deniz Kargo Taşımacılığı AŞ. (A1) ve üçüncü sırayı Borusan Lojistik Dağıtım Depolama Taş. ve Tic. A.Ş (A5) almıştır.

## 5. DUYARLILIK ANALİZİ (SENSITIVITY ANALYSIS)

Karar sürecinin son aşaması olan alternatiflerin önceliklendirilmesi aşamasında final sıralaması önemli ölçüde kriterlerin ağırlıklarına bağlıdır. Bu nedenle, görece ağırlıklarda yapılan olası değişikliklerin final sıralamayı nasıl etkileyeceği araştırılmalıdır. Öyle ki, bu ağırlıklar genellikle uzmanların öznel değerlendirmelerine bağlı olduğu için, değişik kriter ağırlıklarının olduğu durumlarda alternatif sıralandırması büyük önem taşımaktadır. Bu amaç doğrultusunda kriterlerin görece önem derecelerini içeren ve farklı görüşler açısından durumunu yansıtan senaryolar incelenmelidir. Bu durumda, her bir kriter için artan ya da azalan ağırlık verilmesiyle sonuçlarda oluşan değişimlerin önceliklendirilmesi ve alternatiflerin sıralanması gözlenmelidir. Sonuç olarak bu amaçla yapılacak duyarlılık analizi alternatif sıralamasının sabitlenmesi açısından bilgi sağlamaya yardımcı olur. Bu doğrultuda beş farklı durum (senaryo) için değerlendirmeye alınan alternatiflerin final sıralamaları incelenmiştir. Birbirinden bağımsız olarak uzman görüşleri doğrultusunda yapılan ağırlıklardaki değişimler toplam ağırlık %100'ü geçmeyecek şekilde uygulanmıştır. Durum 1, mevcut hesaplanan ağırlıkları yansıtır. Durum 2'de uzman görüşlerine göre  $C_{41}$  ve  $C_{43}$  kriterleri artırılırken,  $C_{62}$  ve  $C_{14}$  azaltılmıştır. Durum 3'de  $C_{22}$  artarken,  $C_{34}$  azaltılmıştır. Durum 4'de  $C_{22}$ ,  $C_{31}$  ve  $C_{43}$  artarken;  $C_{11}$ ,  $C_{13}$  ve  $C_{14}$  azaltılmıştır. Durum 5'de ise  $C_{41}$ ,  $C_{53}$  artırılırken,  $C_{14}$  ve azaltılmıştır. Beş durumda belirtilen kriter ağırlıklarında meydana gelen değişikliklere göre yapılan değerlendirmeler Tablo 10'da görülmektedir. Bu tablodaki verilerden hareketle beş ayrı durum için web sitelerinin performansları yeniden hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, kriterlerdeki söz konusu değişikliklerin bazı alternatiflerin sıralamasında az da olsa değiştirdiği gözlenmiştir. Ancak ilk dört alternatif web sitesi için sonuçlar aynı kalmıştır. Farklı durumlar için söz konusu web sitesi performans değerleri (sıralamaları) özeti Şekil 3'de görülmektedir.

## 5. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

Bu çalışmada, Türk lojistik firmaların web sitelerinin kalite performansları e-hizmet kalitesi yaklaşımıyla değerlendirilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında müşterilerin (iç ve dış) beklentileri ve ihtiyaçlarını belirlemek için e-hizmet kalitesi yaklaşımı temel alınarak ayrıntılı bir yazın

taraması yapılmış ve değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. İkinci aşamada, lojistik web sitelerinin performansları ÇKKV tekniklerinden faydalanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede karşılaşılan belirsizlikler bulanık ÇKKV uygulanarak ortadan kaldırılmıştır. Bulanık AHP yaklaşımı ile lojistik web siteleri için değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları hesaplanmıştır. Belirlenen 15 lojistik firma web sitesinin kalite performansları ise bulanık TOPSIS metodu ile hesaplanarak elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Lojistik web sitelerinin hizmet kalitesi için en önemli üç kriter sırasıyla Fiziksel yapı, Bilgi kalitesi ve Karşılık verebilme olarak saptanmıştır. Önem derecesi en yüksek alt kriterler ise, Bilgi zenginliği (0,123), Teknik performans (0,118) ve İşlevsellik (0,111) olarak belirlenmiştir. Çalışmanın bir çıkarımı olarak lojistik firmaların web sitelerini tasarlarken bu kriterlere daha çok odaklanmaları önerilmektedir. Uygulanan yöntem, lojistik alanında faaliyet gösteren firmalara web sitesi tasarımlarında model olabileceği gibi müşteri beklentisini ön planda tutan farklı alanlardaki işletmeler için de web sitelerini geliştirirken izlenecek adımları göstermesiyle destek sağlayabilir. İlaveten, çalışmanın lojistik web siteleri ile ilgili araştırma yapan akademisyenlere ve endüstride ilgili konuda çalışan uzmanlara faydalı olacağı düşünülmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda kriterler arasında bağımlılığın dikkate alınması ve kriter ağırlıklarının Analitik Ağ Süreci (ANP) yöntemi ile bulunması ele alınabilir. Önerilen değerlendirme modelinde hizmet kalitesinin boyutları kalite perspektifinde incelenmiş; bu doğrultuda sadece fayda kriterleri dikkate alınmıştır. Gelecek çalışmalar için maliyet boyutu da dikkate alınıp elde edilen sonuçların analizi sunulabilir. Ayrıca gelecek çalışmalarda söz konusu web siteleri diğer bulanık mantık temelli ÇKKV yaklaşımlarıyla (örneğin ELECTRE, PROMETHEE ve VIKOR) değerlendirilerek elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir.

## TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Yazarlar editöre, hakemlere ve endüstriyel uzmanlara çalışmaya sağladıkları değerli katkılar için teşekkürlerini sunar. Yazarlar finansal desteği için de Galatasaray Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonuna (Proje numarası 16.402.002) teşekkür eder.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Bilsel R.U., Büyüközkan G., Ruan D., A Fuzzy Preference-Ranking Model for a Quality Evaluation of Hospital Web Sites, International Journal of Intelligent Systems, 21, 1181-1197, 2006.
2. Bose R., Knowledge Management-Enabled Health Care Management Systems: Capabilities, Infrastructure and Decision-Support, Expert Systems with Applications, 24 (1), 59-71, 2003.
3. Chang C.C., The E-Hospital Website Measure Architecture Approach: Integrating Internal and External Customers' Needs in Information Delivery Services, Asian Journal of Health and Information Sciences, 2 (1-4), 116-131, 2007.

4. Büyüközkan G., Çifçi G., A Combined Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Based Strategic Analysis of Electronic Service Quality in Healthcare Industry, *Expert Systems with Applications*, 39, 2341- 2354, 2012.
5. Akıncılar A., Dağdeviren M., A Hybrid Multi Criteria Decision Making Model to Evaluate Hotel Websites, *International Journal of Hospitality Management*, 36, 263-271, 2014.
6. Chou D.C., Chou A.Y., Healthcare Information Portal: A Web Technology for the Healthcare Community, *Technology in Society*, 24, 317–330, 2002.
7. Gruca T.S., Wakefield D.S., Hospital Web Sites: Promise and Progress, *Journal of Business Research*, 57, 1021–1025, 2004.
8. Hadwich K., Georgi D., Tuzovic S., Büttner J., Bruhn M., Perceived Quality of E-Health Services: A Conceptual Scale Development of E-Health Service Quality Based on the C-OAR-SE Approach, *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, 4 (2), 112–136, 2010.
9. Büyüközkan G., Çifçi G., Güleriyüz S., Strategic Analysis of Healthcare Service Quality Using Fuzzy AHP Methodology, *Expert Systems with Applications*, 38, 9407–9424, 2011.
10. Provost M., Koopalum D., Doong D., Martin, B.C., The Initial Development of the Web Med Qual Scale: Domain Assessment of the Construct of Quality of Health Web Sites, *International Journal of Medical Informatics*, 75, 42–57, 2006.
11. Hsu T.H., Hung L.C., Tang J.W., A Hybrid ANP Evaluation Model for Electronic Service Quality, *Applied Soft Computing*, 12, 72–81, 2012.
12. Büyüközkan G., Ruan D., Evaluating Government Websites Based on a Fuzzy Multiple Criteria Decision-Making Approach, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 15 (3), 321–343, 2007.
13. Cheng Y.H., Evaluating Web Site Service Quality in Public Transport: Evidence From Taiwan High Speed Rail, *Transportation Research Part C*, 19, 957–974, 2011.
14. Saaty T.L., *The Analytic Hierarchy Process: Planning Priority Setting*, New York: McGraw Hill, 1980.
15. Hwang C., Yoon K., *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Application*, New York: Springer, 1981.
16. Zadeh L.A., *Fuzzy Set Information and Control*, 8 (3), 338–353, 1965.
17. Kaya T., Multi Attribute Evaluation of Website Quality in E-business Using an Integrated Fuzzy AHP-TOPSIS Methodology, *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 3 (3), 2010.
18. Parasuraman A., Zeithaml V.A., Malhotra A., E-S-QUAL: a multiple-item scale for assessing electronic service quality, *Journal of Service Research*, 7 (3), 213–233, 2005.
19. Zeithaml V.A., Parasuraman A., Malhotra A., Service quality delivery through websites: a critical review of extant knowledge, *Journal of the Academy of Marketing Science*, 30 (4), 362–375, 2002.
20. Aladwani A.M., Palvia P.C., Developing and Validating an Instrument for Measuring User-Perceived Web Quality, *Information and Management*, 39, 467-476, 2002.
21. Kim M., Kim J.H., Lennon S.J., Online service attributes available on apparel retail web sites: an E-S-QUAL approach, *Managing Service Quality*, 16 (1), 51–77, 2006.
22. Ho C.I., Lee Y.L., The development of an e-travel service quality scale, *Tourism Management*, 28 (6), 1434–1449, 2007.
23. Barnes S. J., Vidgen R., An integrative approach to the assessment of e-commerce quality, *Journal of Electronic Commerce Research*, 3 (3), 114–127, 2002.
24. Chou W.C., Cheng Y.P., A Hybrid Fuzzy MCDM Approach for Evaluating Website Quality of Professional Accounting Firms, *Expert Systems with Applications*, 39, 2783–2793, 2012.
25. Tsai W.H., Chou W.C., Lai C.W., An Effective Evaluation Model and Improvement Analysis for National Park Websites: A Case Study of Taiwan, *Tourism Management*, 31, 936–952, 2010.
26. Bienstock C.C., Royne M.B., Sherrell D., Stafford T.F., An expanded model of logistics service quality: Incorporating logistics information technology, *International Journal of Production Economics*, 113, 205-222, 2008.
27. Li Y.N., Tan K.C., Xie M., Measuring Web-Based Service Quality, *Total Quality Management*, 13 (5), 685–700, 2002.
28. Ladhari R., Developing E-Service Quality Scales: A Literature Review, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 17 (6), 464-477, 2010.
29. Wolfenbarger M., Gilly M.C., ETailQ: Dimensionalizing, Measuring, and Predicting Etail Quality, *Journal of Retailing*, 79 (3), 183–198, 2003.
30. Grigoroudis E., Litos C., Moustakis V.A., Politis, Y. ve Tsironis. L., The Assessment of User-Perceived Web Quality: Application of a Satisfaction Benchmarking Approach, *European Journal of Operational Research*, 187, 1346–1357, 2008.
31. Iwaarden J., Wiele T., Ball L., Millen R., Perceptions About The Quality of Web Sites: A Survey Amongst Students at Northeastern University and Erasmus University, *Information and Management*, 41, 947–959, 2004.
32. Yang Z., Peterson R.T., Huang L., Taking the Pulse of Internet Pharmacies, *Marketing Health Service*, 21 (2), 4–10, 2001.
33. Ahn T., Ryu S., Han I., The Impact of Web Quality and Playfulness on User Acceptance of Online Retailing, *Information and Management*, 44, 263–275, 2007.
34. Cristobal E., Flavian C., Guinaliu M., Perceived E-Service Quality (PeSQ): Measurement Validation and Effects on Consumer Satisfaction and Web Site Loyalty, *Managing Service Quality*, 17 (3), 317–340, 2007.

35. Collier J.E., Bienstock C.C., Measuring Service Quality in E-Retailing, *Journal of Service Research*, 8, 260–275, 2006.
36. Liu D., Bishu R.R., Najjar L., Using The Analytical Hierarchy Process as a Tool for Assessing Service Quality, *Industrial Engineering and Management Systems*, 4 (2), 129–135, 2005.
37. Dağdeviren M., Yavuz S., Kılınç N., Weapon Selection Using the AHP and TOPSIS Methods Under Fuzzy Environment, *Expert Systems with Applications*, 36 (8), 143–8151, 2009.
38. Önüt S., Efendilgil T., Kara S.S., A Combined Fuzzy MCDM Approach for Selecting Shopping Center Site: An Example From Istanbul, Turkey, *Expert Systems with Applications*, 37, 1973–1980, 2010.
39. Baloglu S., Pekcan Y.A., The website design and internet site marketing practices of upscale and luxury hotels in Turkey, *Tourism Management*, 27 (1), 171–176, 2006.
40. Doolin B., Burgess L., Cooper J., Evaluating the use of the web for tourism marketing: a case study from New Zealand, *Tourism Management*, 29 (3), 458–468, 2002.
41. Law R., A fuzzy multiple criteria decision-making model for evaluating travel websites, *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 12 (2), 147–159, 2007.
42. Lee Y., Kozar K.A., Investigating the effect of website quality on e-business success: an analytic hierarchy process (AHP) approach, *Decision Support Systems*, 42 (3), 1383–1401, 2006.
43. Wan C.S., The web sites of international tourist hotels and tour wholesalers in Taiwan, *Tourism Management*, 23 (2), 155–160, 2002.
44. Büyüközkan G., Ruan D., Feyzioğlu O., Evaluating e-learning web site quality in fuzzy environment, *International Journal of Intelligent Systems*, 22 (5), 567–586, 2007.
45. Kasli M., Avcikurt C., An investigation to evaluate the websites of tourism departments of universities in Turkey, *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, 7 (2), 77–92, 2008.
46. Shee D.Y., Wang Y.S., Multi-criteria evaluation of the web-based e-learning system: a methodology based on learner satisfaction and its applications, *Computers & Education*, 50 (3), 894–905, 2008.
47. Tsaur S.H., Chang T.Y., Yen, C.H., The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM, *Tourism Management*, 23, 107–115, 2003.
48. Dağdeviren M., Eren T., Analytical hierarchy process and use of 0-1 goal programming methods in selecting supplier firm, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 16 (2), 41-52, 2001.
49. Çifçi, G., Büyüközkan, G., Fuzzy MCDM Approach to Evaluate Green Suppliers, *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 4 (5), 894-909, 2011.
50. Yurdakul M., İç Y.T., An illustrative study aimed to measure and rank performance of Turkish automotive companies using Topsis, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 18 (1), 1-18, 2003.
51. Awasthi A., Chauhan S.S., Goyal S.K., A fuzzy multicriteria approach for evaluating environmental performance of suppliers, *International Journal of Production Economics*, 126, 370–378, 2010.
52. Yüksel M., An integrated approach for evaluating performance by multi-criteria, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 30 (3), 429-441, 2015.
53. Şenol M.B., Dağdeviren M., Kurt M., Multi criteria approach for aircraft cockpit interface evaluation, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 28 (4), 685-693, 2013.
54. Kabak M., Uyar Ö.O., A Multi criteria approach for heavy commercial vehicle selection problem in logistics sector *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 28 (1), 115-125, 2013.
55. Üstün A.K., Anagün A.S., Determination of importance weights of İstanbul's districts using analytic hierarchy process, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 31 (1), 119-128, 2016.
56. Can Ş., Arkan F., Multi criteria subcontractor selection problem and its solution for a defence industry, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 29 (4), 645-654, 2014.
57. Kul Y., Şeker A., Yurdakul M., Usage of Fuzzy Multi Criteria Decision Making Methods in Selection of Nontraditional Manufacturing Methods, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 29 (3), 589-603, 2014.
58. Büyüközkan G., Görener, A., Evaluation of product development partners using an integrated AHP-VIKOR model, *Kybernetes*, 44 (2), 220-237, 2015.
59. Dağdeviren M., Akay D., M. Kurt, Analytical hierarchy process for job evaluation and application, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 19 (2), 131-138, 2004.
60. Büyüközkan G., Determining the mobile commerce user requirements using an analytic approach, *Computer Standards & Interfaces*, 31 (1), 144-152, 2009.
61. Chamodrakas I., Batis D., Martakos D., Supplier Selection in Electronic Marketplaces Using Satisficing and Fuzzy AHP, *Expert Systems with Applications*, 37, 490–498, 2010.
62. Büyüközkan G., Güleriyüz S., A new GDM based AHP framework with linguistic interval fuzzy preference relations for renewable energy planning, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27 (6), 3181-3195, 2014.
63. Aksakal E., Dağdeviren M., Talent management based personnel assignment model and solution proposal, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 30 (2), 249-262, 2015.
64. Dağdeviren M., Personnel selection with fuzzy analytical hierarchy process and an application, *Journal*

- of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 22 (4), 791-799, 2007.
65. Chen S.J., Hwang C.L., In Fuzzy Multiple Attribute Decision-Making Methods and Application, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, New York: Springer, 1992.
  66. Kılıç O., Çerçioğlu H., Application of compromise multiple criteria decision making methods for evaluation of TCDD's railway lines, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 31 (1), 211-220, 2016.
  67. Kılıç Delice E., A fuzzy multicriteria model for airline companies selection, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 31 (2), 263-276, 2016.
  68. İç Y.T., Yıldırım S., Improvement of a product design using multi criteria decision making methods with Taguchi method, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 27 (2), 447-458, 2012.
  69. İç Y.T., Tekin M., Pamukoğlu F.Z., Yıldırım S.E., Development of a financial performance benchmarking model for corporate firms, Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 30 (1), 71-85, 2015.
  70. Chen C.T., Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making Under Fuzzy Environment, Fuzzy Sets and Systems, 114, 1-9, 2000.
  71. Lima-Junior F.R., Carpinetti L.C.R., Combining SCOR model and fuzzy TOPSIS for supplier evaluation and management, International Journal of Production Economics, 174, 128-141, 2016.
  72. Chen C.T., Lin C.T., Huang S.F., A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management, International Journal of Production Economics, 102, 289-301, 2006.

**EKLER (APPENDICES)****EK A. İkili karşılaştırma matrisleri ve tutarlılık oranları (Pairwise comparison matrices and their consistency indexes)****Tablo A1.** C1 için ikili karşılaştırma matrisleri ve tutarlılık oranları

	c11	c12	c13	c14		
c11	1	3	1	1		
c12	0,375	1	1	0,375	$\lambda$	4,082
c13	1	1	1	0,375	CI=	0,027
c14	1	3	3	1	CR=	<b>0,031</b>

**Tablo A2.** C2 için ikili karşılaştırma matrisleri ve tutarlılık oranları

	c21	c22	c23		
c21	1	0,375	1	$\lambda$	3,081
c22	3	1	3	CI=	0,041
c23	1	0,375	1	CR=	<b>0,077</b>

**Tablo A3.** C3 için ikili karşılaştırma matrisleri ve tutarlılık oranları

	c31	c32	c33	c34		
c31	1	0,375	1	0,375		
c32	3	1	3	1	$\lambda$	4,121
c33	1	0,375	1	0,375	CI=	0,040
c34	3	1	3	1	CR=	<b>0,046</b>

**Tablo A4.** C4 için ikili karşılaştırma matrisleri ve tutarlılık oranları

	c41	c42	c43		
c41	1	3	3	$\lambda$	3,081
c42	0,375	1	1	CI=	0,041
c43	0,375	1	1	CR=	<b>0,077</b>

**Tablo A5.** C5 için ikili karşılaştırma matrisleri ve tutarlılık oranları

	c51	c52	c53		
c51	1	0,375	1	$\lambda$	3,081
c52	3	1	3	CI=	0,041
c53	1	0,375	1	CR=	<b>0,077</b>

**Tablo A6.** C6 için İkili karşılaştırma matrisleri ve tutarlılık oranları

	c61	c61	c63		
c61	1	3	3	$\lambda$	3,081
c62	0,375	1	1	CI=	0,041
c63	0,375	1	1	CR=	<b>0,077</b>