

## Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılmasına Odaklı Bir Hizmet Kalitesi Uygulaması

**Ahmet Serhat ULUDAĞ**

*Sorumlu Yazar, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi  
serhat.uludag@omu.edu.tr*

**Hatice DOĞAN**

*Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu  
hatice.dogan@giresun.edu.tr*

### Öz:

Bilimsel bir karar verme süreci, kriterlerin ve amaca uygun karar verme yönteminin seçilmesini gerektirmektedir. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), karar verme yöntem ve teknikleri arasında sunduğu avantajlardan ötürü en sık kullanılanların başında gelmektedir. AHS'nin, farklı yöntemlerle bir arada kullanıldığı çalışmaların büyük çoğunluğunda temel işlevi, ana ve alt kriter ağırlıklarının hesaplanması olup; bu açıdan, Bulanık AHS de AHS ile aynı işlevi görmektedir. Bu çalışmanın amacı, farklı karar verme yöntem ve teknikleriyle bir arada kullanıldığı durumlarda AHS ve Bulanık AHS yöntemleriyle elde edilen ağırlıkların, nihai sonuç üzerinde değişikliğe neden olup olmadığını belirleyebilmektir. Bu amaçla, dört cep telefonu markasının sunmuş oldukları hizmetlerin kalitesi "AHS+TOPSIS", "Bulanık AHS+TOPSIS", "AHS+VIKOR" ve "Bulanık AHS+VIKOR" yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Sonuçlar, karar kriterlerinin ağırlıklarının AHS ya da Bulanık AHS'de elde edilmiş olmasının TOPSIS ve VIKOR yöntemleriyle ulaşılan nihai karar üzerinde bir değişikliğe neden olmadığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Bulanık AHS, TOPSIS, VIKOR, Hizmet Kalitesi

**JEL Sınıflandırma Kodları:** C44, M11

**A Service Quality Application Focusing on the Comparison of Multi-Criteria Decision Making Methods<sup>1</sup>**

### Abstract:

Scientific decision making process requires determining the criteria for the decision and choosing a suitable method and technique related to the decision. Analytic Hierarchy Process (AHP) is among the methods used very often since it provides more conveniences than any other decision making methods and techniques. The main function of AHP in the majority of the studies, which involve different methods in addition to AHP, is the calculation of the weights of the main and sub-criteria and in this respect, Fuzzy AHP has same function as AHP. The aim of this study is to determine whether the weights obtained by AHP and fuzzy AHP methods has any effect on any change in the final decision when they are used together with different decision making methods and techniques. With this objective in mind, the quality of the services offered by four different mobile brands were evaluated in terms of "AHP+TOPSIS", "Fuzzy AHP+TOPSIS", "AHP+VIKOR" and "Fuzzy AHP+VIKOR". The results suggested that whether the weights of decision criteria were obtained by AHS or fuzzy AHS did not cause any change on the final decision arrived by TOPSIS and VIKOR methods.

**Keywords:** Multi-Criteria Decision Making, Analytic Hierarchy Process, Fuzzy AHP, TOPSIS, VIKOR, Service Quality

**JEL Classification Codes:** C44, M11

<sup>1</sup> Extended abstract is presented at the end of the article.

## 1.Giriş

Bireylerin, örgütlerin çeşitli amaç ve/veya hedefleri; bunlara ulaşmalarını sağlayacak farklı alternatifleri mevcuttur. Bunlar arasından seçim yapılması, en basit ifadeyle, karar olarak tanımlanmaktadır. Hiç şüphesiz ki; karar verme süreci, ulaşılabilecek sonuç(ların) bireyle, grupla, organizasyonla ve/veya kararın rutin bir konuyla ilişkili olup olmamasına bağlı olarak farklılaşabilmektedir. Çoğu zaman rutin kararlar vermek durumunda kalan bireyler, bu süreçte ağırlıklı olarak, sezgisel yaklaşımları benimserken; bir işletme ya da grubu ilgilendiren durumlarda sezgisel yaklaşımların yerini bilimsel temellere dayalı olanların alması bir zorunluluk haline gelmektedir. Kriterlerin belirlenmesi ve uygun yöntemin seçilmesi olmak üzere iki temel aşamaya indirgenebilecek bilimsel bir karar süreci; rasyonellik ve etkinlik için mantıklı hareket edebilmeyi de gerekli kılmaktadır. Budan dolayıdır ki, mantık ve karar arasındaki ilişki öteden beri ilgi duyulan bir konu olmuştur.

Mantığı sistematik olarak ilk ele alan Aristo olup; mantık klasik, sembolik ve bulanık olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Paksoy vd., 2013, 9). Kavram, önerme, kıyas ve ilim-ispatek teorisinin, temel konularını oluşturduğu Aristo mantığının odak noktasında, sınıf-üye ilişkisi olarak ifade edilen bir çıkarsama türü yer almaktadır (Vural, 2002, 180). Klasik mantığın, özdeşlik, çelişmezlik ve üçüncü halin imkansızlığı olmak üzere üç temel prensibi bulunmaktadır. Bu üç ilkeye, Leibniz yeter-sebepek ilkesini eklemiş, hatta mantığın temel ilkelerinin çelişmezlik ve yeter-sebepek ilkeleri olduğunu ileri sürmüştür (Öner, 1969, 285).

Aristo mantığının üyelik ilişkisini belirleme noktasında ara değerleri dikkate almaması araştırmacıları gerçek hayatta karşılaşılan problem yapılarına daha uygun yeni yöntemleri geliştirme yönünde arayışlara yöneltmiştir. 1965 yılında L.A.Zadeh, Bulanık Mantık Teorisi'ni geliştirerek (Trillas, 2011, 576) bahsedilen bu eksikliğin giderilmesi noktasında önemli katkı sağlamıştır. Bulanık mantık, Aristo mantığındaki kati değerleri reddetmeyen bununla birlikte üyelik ilişkisini açıklarken ara değerleri de dikkate alan; başka bir ifadeyle herhangi bir elemanın herhangi bir küme ile üyelik ilişkisi tam ise "1", üyelik ilişkisi yoksa "0", kısmi üyelik ilişkisi var ise "0-1" arasında değişen üyelik dereceleri atayan, merkezinde bulanık kümelerin yer aldığı bir mantık türüdür (Paksoy vd., 2013, 24).

Literatürde çok kriterli karar verme (ÇKKV) olarak bilinen problemlerin çözümü maksadıyla araştırmacılar tarafından klasik ya da bulanık mantık temelli pek çok yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Analitik Ağ Süreci (AAS), MAUT, UTA, MACBETH, PROMETHEE, ELECTRE I, TOPSIS, Amaç Programlama, Veri Zarflama Analizi seçenekler arasında seçim; AHS, AAS, MAUT, UTA, MACBETH, PROMETHEE, ELECTRE III, TOPSIS derecelendirme; AHSSort, UTADIS, FlowSort, ELECTRE-Tri sınıflandırma;

GAIA ve FS-Gaia gibi yöntemler ise tanımlama yapılmak istendiğinde önerilen yöntemlerdir (Ishizaka ve Nemery, 2013, 5, Yıldırım ve Önder, 2014, 19).

AHS, matematiksel işlemler ve anlaşılabilirlik açısından kullanıcılara önemli kolaylıklar sağladığından, adı geçen yöntemler arasında en sık tercih edilenlerin başında gelmektedir. AHS, ÇKKV problemlerinde tek başına kullanılabilirdiği gibi farklı yöntemlerle bir arada da rahatlıkla kullanılabilir. Bu gibi durumlarda genellikle AHS ile elde edilen ağırlıklar, farklı yöntemlerde girdi olarak kullanılmaktadır. Bu açıdan Bulanık AHS de, AHS ile aynı işlevi görmektedir. Fakat, Bulanık AHS yapılması gereken matematiksel işlemleri AHS'ye göre nispeten arttırmakta ve zorlaştırmaktadır.

Bu çalışma, “herhangi bir ÇKKV probleminde AHS veya Bulanık AHS'nin kullanımının nihai sonucu farklılaştırıp farklılaştırmayacağı sorusu” ndan hareketle zühür etmiştir. Eğer, söz konusu yöntemler problemin çözümü için tek başlarına kullanılıyor ise; bu sorunun cevabı muhtemelen sonuçların birbirinden farklılık arz edeceği şeklinde olacaktır. Fakat, adı geçen yöntemlerden elde edilen ağırlıklar çözüm için ödünleşme ya da uzlaşma esasına dayanan farklı yöntemlere girdi olarak aktarılmış ise bu durumda sonuçlar da bir değişiklik olacak mıdır? Bu çalışma işte tam da bu soruya yönelik cevap arayışının bir sonucudur. Bu soruya cevap verebilmek adına çalışmada, cep telefonu markalarının sundukları hizmetlerin kalitesinin değerlendirilmesine yönelik bir ÇKKV problemi; “AHS+TOPSIS”, “Bulanık AHS+TOPSIS”, “AHS+VIKOR”, “Bulanık AHS+VIKOR” yöntemleri bir arada kullanılarak çözülmüş ve sonuçlarda bir farklılaşma olup olmadığı araştırılmıştır. Eğer süreç sonunda ortaya çıkacak nihai kararda bir farklılaşma olmayacak ise, AHS'nin kullanımı matematiksel işlemlerin basitliği ve sürecin sadeliği nedeniyle araştırmacılara avantaj sağlayacaktır.

Günümüzde, kaliteli mal ve/veya hizmetlerin sunumu, müşteri memnuniyetinin sürekli ölçülmesi, varsa memnuniyetsizliğe neden olan konuların tespiti ve olabildiğince hızlı çözüme kavuşturulması müşteri tatmini, sadakati ve sürdürülebilir karlılık için ön koşuldur. Bu nedenledir ki, uygulamada hizmet kalitesi ve sunulan hizmetlerin kalitesinin kritik öneme sahip olduğu cep telefonu sektörü uygulama alanı olarak seçilmiştir. Çalışmanın bundan sonraki kısmı, dört alt başlıkta incelenen literatür bölümünden; kullanılan yöntemlerin matematiksel ifadelerinin detaylı bir şekilde açıklandığı yöntem kısmından; uygulama bölümünden ve son olarak ulaşılan sonuçların ve bazı önerilerin sunulduğu sonuç kısmından oluşmaktadır.

## 2.Literatür

Bu bölümünde, makalenin amacına benzerlik sergileyen çalışmalara ve uygulamada kullanılan yöntemlere yönelik gerçekleştirilen literatür araştırmasına yer verilmiştir.

## 2.1.AHS ve Bulanık AHS'nin Sonuçlarının Karşılaştırıldığı Çalışmalara Yönelik Literatür

Bu çalışmanın amacı herhangi bir ÇKKV probleminde AHS ve Bulanık AHS'nin kullanımının nihai sonucu farklılaştırıp farklılaşmadığını araştırmaktır. AHS veya Bulanık AHS söz konusu problemin çözümü için tek başlarına kullanılıyor ise; bu sorunun cevabı Manap Davras ve Karaatlı (2014) tarafından yapılan çalışma da olduğu gibi kuvvetle muhtemel evet olacaktır. Söz konusu çalışmada, hizmet işletmelerinde tedarikçi seçim süreci, AHS ve Bulanık AHS yöntemleri kullanılarak incelenmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, alternatifler arasındaki nihai sıralamanın AHS ve Bulanık AHS göre farklılaştığını göstermiştir. Buna ek olarak, belirsizlik içeren durumlarda Bulanık AHS'nin, aksi durumlarda AHS'nin kullanımının daha faydalı sonuçlar vereceği dile getirilmiştir. Bir başka çalışmada Alp ve Gündoğdu (2012), bir tekstil imalatçısının kuruluş yeri seçim probleminde AHS ve Bulanık AHS yöntemlerini kullanmışlar ve sonuçları değerlendirmişlerdir. Ulaşılan bulgular, alternatiflerin sıralamasının kullanılan yönteme göre önemli farklılıklar sergilemediğini göstermiştir. Araştırmacılar, AHS ile ulaşılan sonuçların doğruluğu için ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması aşamasında özen gösterilmesinin ve uzman kişilerin seçiminin önemine işaret ederken; Bulanık AHS'nin AHS'deki belirsizlikleri giderme noktasında avantaj sağladığını ifade etmişlerdir. Thengane vd. (2014) ise çalışmalarında, sekiz farklı hidrojen teknolojisinin değerlendirilmesi için AHS ve Bulanık AHS yöntemlerini kullanmışlar ve sonuçları kıyaslamışlardır. Sonuçlar, alternatiflerin sıralamasının seçilen yönteme göre farklılaştığını ve teknoloji seçimi gibi konularda AHS'nin daha etkili olduğunu göstermiştir. Adı geçen üç çalışmada da, AHS ve Bulanık AHS çözüm için hibrid bir yaklaşımla değil; tek başlarına kullanılmışlardır.

## 2.2.AHS'nin Kullanıldığı Çalışmalara Yönelik Literatür

Hesaplanabilirlik, anlaşılabilirlik açısından sağladığı kolaylıklar ve Excel programında çözüme imkan vermesi, AHS'yi literatürde en sık kullanılan yöntemlerden biri haline getirmiştir. Literatürde, yöntemin ÇKKV problemlerinin çözümü için tek başına ve farklı yöntemlerle bir arada kullanıldığı pek çok çalışma yer almaktadır.

AHS'nin ele alınan problemin çözümü için, tek başına kullanıldığı çalışmalardan bazılarında Lombardi vd. (2016) izole güç sistemi kombinasyonunu belirlemeye; Kumru ve Kumru (2014) ise en iyi taşıma modunu seçmeye çalışmışlardır. Koç ve Burhan (2014), Verma ve Pateriya (2013), Asamoah vd (2012), Chan ve Chan (2010), Levary (2008) ise çalışmalarında AHS'yi tedarikçi seçimi için kullanmışlardır. Daim vd. (2013), Sharma vd. (2008), lojistik, tedarik zinciri yönetimi ve dağıtım konularıyla alakalı problemlerde kullanırlarken; Yavuz

(2012) otomobil tercihleri ve seçimi; Oğuzlar (2007) müşteri şikayetlerinin değerlendirilmesi için kullanmışlardır.

AHS'nin farklı yöntemlerle bir arada kullanıldığı çalışmaların bazılarında ise Dağdeviren ve Eren (2001) 0-1 Hedef Programlama; Ghodsypour ve Brien (1998) doğrusal programlama; Dinçer ve Hacıoğlu (2013) bulanık VIKOR; Tayyar vd. (2014) Gri İlişkisel Analiz; Ömürbek vd. (2014) PROMETHEE; Bhutia ve Phipon (2012) Jayant vd. (2014) ve Tyagi vd. (2014) TOPSIS; Büyüközkan ve Görener (2015) ise VIKOR ile AHS'yi bir arada kullanmışlardır.

### 2.3. Bulanık AHS'nin Kullanıldığı Çalışmalara Yönelik Literatür

Bulanık AHS'nin kullanımı, AHS kadar yaygın olmasa da bulanık mantığın insan düşünce sistemi için daha uygun olan yapısı ile AHS'nin avantajları bir araya gelince Bulanık AHS'nin cazibesi artmaktadır.

Kılıç vd. (2014) stokların sınıflandırılması; Sofyalıoğlu (2009) uygun altı sigma metodolojisinin seçimi; Akyüz (2012) imalat performansının değerlendirilmesi; Vatansver (2013) satın alma kararların değerlendirilmesi; Ertuğrul (2007) makine seçimi; Göksu ve Güngör (2008) üniversite tercih sıralaması; Shukla vd. (2014) tedarik zinciri koordinasyonu; Alarcin vd. (2014) deniz dizel motorlarında hata tespiti; Vinodh vd. (2014) plastik geri dönüşüm metodunun seçimi; Patil ve Kant (2014) tedarik zincirine uyumda bilgi sistemlerinin sıralanması; Taylan vd. (2014) inşaat projesi seçimi ve risk değerlendirmesi; Junior vd. (2014) tedarikçi seçimi; Prakash ve Barua (2015) tersine lojistik; Macuzic vd. (2016) süreç endüstrisinde örgütsel esneklik faktörlerinin sıralanması; Hacıoğlu ve Dinçer (2015) sermaye piyasalarında risk değerlendirmesi gibi konularda Bulanık AHS'yi kullanmışlardır.

### 2.4. TOPSIS'in Kullanıldığı Çalışmalara Yönelik Literatür

TOPSIS, "sunduğu avantajlardan ötürü işletme yönetimi ve gündelik yaşamla ilgili ÇKKV problemlerinin çözümünde araştırmacılar tarafından sıkça kullanılmaktadır (Demireli, 2010, 104; Yıldırım ve Önder, 2014, 134).

Behzadian vd. (2012), yöntemin başlıca uygulama alanlarının tedarik zinciri yönetimi ve lojistik, tasarım, mühendislik ve imalat sistemleri, işletme, pazarlama, sağlık, güvenlik, çevre, insan kaynakları, enerji, su kaynakları yönetimi, kimya mühendisliği ve diğer alanlar olduğunu; fakat TOPSIS'in ağırlıklı olarak tedarik zinciri ve lojistik yönetimi, tasarım, mühendislik ve imalat sistemleri ile alakalı olarak kullanıldığını ifade etmişlerdir. Bunun dışında; Huang (2016) hasta portföy analizi yapmak; Lau vd. (2016) müşteri ilişkileri yönetimini geliştirmek ve işletme için en karlı müşteriyi belirlemek; Mehralian vd. (2016) toplam kalite yönetimini etkileyen kritik başarı faktörlerini tespit etmek; Kumar vd. (2016) üretim sistemlerinin bakımı önündeki engelleri belirlemek ve sıralamak; Liu ve Li

(2015) üniversite eğitim kalitesini değerlendirmek; Song ve Zheng (2015) yüksek okullardaki eğitim kalitesini incelemek; Wang ve Wu (2015) en iyi web hizmetlerini tespit etmek; Houska (2012) ülkelerin ekonomik performanslarını değerlendirmek; Parsaei vd. (2012) sipariş kabul sürecini incelemek; Özgüven (2011) perakendecilerin performanslarının değerlendirmek; Ghosh (2011) fakülte performanslarını analiz etmek; Monavvarian vd. (2011) bilgi yönetim stratejisini belirlemek; Jadidi vd. (2010) tedarikçi seçmek için yöntemi çalışmalarında kullanmışlardır.

## 2.5.VIKOR'un Kullanıldığı Çalışmalara Yönelik Literatür

TOPSIS yöntemiyle benzer özellikler sergilemekle birlikte, gerek normalizasyon işlemi gerek kabul ettiği referans noktaları bakımından TOPSIS'ten farklılaşan VIKOR, AHS ve TOPSIS'e göre nispeten daha az tercih edilmektedir.

Bu bağlamda, Ranjan vd. (2016) demiryolu bölgelerinin performanslarının değerlendirilmesinde DEMATEL; Ar vd. (2015) bir tedarikçi seçim probleminde DEMATEL, AAS; Fu vd. (2015) lojistik sektöründe RFID uygulamalarını etkileyen kritik faktörlerinin belirlenmesinde Bulanık AHS; Büyüközkan ve Görener (2015) ürün geliştirme sürecindeki ortak seçiminde AHS; Rezaie (2014) çimento firmalarının değerlendirilmesinde Bulanık AHS; Ar vd. (2014) organize sanayi bölgelerinde yer alacak öncelikli sektörlerin belirlenmesinde AHS; Aktepe ve Ersöz (2014) bir depo seçim probleminde AHS ve MOORA; Fu vd. (2015) lojistik yönetimi alanında Bulanık AHS; Çakır ve Perçin (2013) lojistik firmalarının performanslarının ölçülmesinde CRITIC, SAW, TOPSIS ve Borda Sayım; Karthik vd. (2011) bir tedarikçi seçim probleminde AHS ile VIKOR'u birlikte kullanırlarken; Mir vd. (2016) en iyi belediye katı atık yönetimi metodunun seçiminde yalnızca VIKOR'u çalışmalarında kullanmışlardır.

## 3.Yöntem

Bu bölümde uygulamada kullanılan yöntemlere yönelik açıklamalara ve söz konusu yöntemlerin temel aşamalarına yer verilmiştir.

### 3.1.Analitik Hiyerarşi Süreci

AHS, karmaşık ÇKKV problemlerinin çözümü için 1970'lerde Thomas L.Saaty tarafından geliştirilmiştir (Yıldırım ve Önder, 2014, 21). AHS, problemleri bileşenlerine ayıran (Triantaphyllou vd., 1998, 6); karar vericilerin önceliklerini, konuya ilişkin subjektif değerlendirmelerini kullanarak belirleyen ve bu öncelikler doğrultusunda hiyerarşik bir yapı kurulmasına imkan sağlayan (Saat, 2000, 151); karar vericilerin kriterlere ve alternatiflere ilişkin değerlendirmelerini aynı anda çözüm sürecine dahil edebilen (Albayrak ve Erkut, 2005, 49); üstelik bu değerlendirme ve yargıların başlangıçta belli bir tutarlılıkta olması şartını aramayan (Saaty, 1986, 841); karar sürecini ve nihai sonucu etkileyecek pek çok

farklı nicel ve nitel faktörü bir arada değerlendirmeyi mümkün kılan, çoklu kriter ve bu kriterlerin önem düzeylerinin belirlenmesinde yapısal bir yaklaşım sağlayan (Eleren, 2007, 51); kararların etkinliğini arttırabilen, birden fazla alt amaç ve bir genel amacın var olduğu, alt amaçların birer karar kriteri olarak kabul edildiği, nihai karar için seçeneklerinin belirlenmiş olan karar kriterlerine göre ikili karşılaştırmalarının yapıldığı bir yöntemdir (Dündar ve Ecer, 2007, 198). Yöntem kullanılabilirlik ve anlaşılabilirlik açısından pek çok kolaylık sunmasına rağmen; alternatifler için sıra değiştirmenin geçerliliği, kriter ağırlıklarının ve alternatiflerin değerlendirilmesinin öznel bir süreç olduğu, kriter ve alternatif sayısı arttıkça ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasının zorluğu, ulaşılan sonuçların “kati doğru” olarak nitelendirilemeyeceği gibi hususlarda eleştiri almaktadır (Kuruüzüm ve Atsan, 2001, 93).

AHS'nin temel aşamaları, Saaty (1986), Saaty (1990), Saaty (1994), Saaty (2008), Saaty ve Zofler (2012), Saat (2000), Yıldırım ve Önder (2014) de olduğu gibi pek çok çalışmada benzer şekilde gösterilmektedir. Bu çalışmada, 10 aşamadan oluşan bir süreç benimsenmiştir. Yöntemin ilk beş aşaması sırasıyla; problemin tanımlanması, ana ve alt karar kriterlerinin belirlenmesi ve tanımlanması, alternatiflerin belirlenmesi, hiyerarşik yapının oluşturulması ve nisbi önem ölçeğinin belirlenmesi şeklindedir.

**Tablo 1: Nisbi Önem Ölçeği**

Tanım (Önem Derecesi)	Açıklama
Eşit Önemde (1)	İki faaliyette amaca eşit ölçüde katkıda bulunmaktadır.
Orta Önemde (3)	Bir faaliyet diğerine göre biraz daha fazla desteklenir
Gerekli veya Güçlü Önemde (5)	Bir faaliyeti diğerine göre çok daha fazla desteklenir.
Çok Güçlü Önemde (7)	Bir faaliyet çok güçlü bir şekilde tercih edilir.
Son Derece Güçlü Önemde (9)	Bir faaliyet diğerine göre kati derecede tercih edilir.
Ara değerler (2,4, 6,8)	

**Kaynak:** Saaty, (1990, 1); Saat, (2000, 156)

Aşama 6: “n” adet kriter için ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.

$$K = [k_{ij}]_{n \times n} \quad (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,n) \quad (1)$$

Aşama 7:  $a_1, a_2, \dots, a_n$  ağırlıklar olmak üzere (A) ağırlık matrisinin oluşturulması.

$$A = [a_i]_{n \times 1} \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (2)$$

Aşama 8: (K) karşılaştırma matrisi, “a” öz vektör,  $\lambda_{\max}$  (K) matrisinin en büyük öz değeri, CI Tutarlılık İndeksi, RI Rassal İndeks olmak üzere; Tutarlılık Oranı (CR) nin hesaplanması (RI değerleri Tablo 2’de gösterilmiştir).

$$K.a = \lambda_{\max}.a \quad (3)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (4)$$

**Tablo 2: Rassal Değer İndeksi (RI)**

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,41	1,45	1,49

**Kaynak:** Saaty, (1994, 42)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

Sonuçların güvenilirliği açısından CR değerinin 0,1'i ( $CR \leq 0,1$ ) aşmaması gerekmektedir. Son olarak, aşama 9 ve 10 sırasıyla; problemin geneli için toplam önceliklerin hesaplanması ve önceliklere göre alternatifler arasında sıralama, seçim yapılmasıdır.

### 3.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci

Bulanık AHS, karar vericilerin değerlendirmelerinin dilsel değişkenler vasıtasıyla çözüm sürecine dahil edildiği; bulanık mantığın ve AHS'nin avantajlarını bünyesinde barındıran bir yöntemdir. Dilsel değişkenlerin bulanık sayılarla çözüm sürecine dahil edilmesinin ÇKKV problemlerinde karşılaşılan belirsizliklerin giderilmesini sağladığı (Akman ve Alkan, 2006, 40) sıklıkla dile getirilmektedir. Bu çalışmada, üçgen bulanık sayılar kullanılmış olup Tablo 3'de gösterilmiştir.

**Tablo 3: Dilsel İfadeler ve Bunlara Karşılık Gelen Bulanık Sayılar**

Dilsel İfadeler	Bulanık Sayılar	Ters Bulanık Sayılar
Eşit Önem	(1, 1, 3)	(1/3, 1, 1)
Biraz Daha Önemli	(1, 3, 5)	(1/5, 1/3, 1)
Oldukça Önemli	(3, 5, 7)	(1/7, 1/5, 1/3)
Çok Önemli	(5, 7, 9)	(1/9, 1/7, 1/5)
Son Derece Önemli	(7, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/7)

**Kaynak:** Rao, (2008, 1980'den faydalanılmıştır)

#### 3.2.1. Mertebe Analiz Yöntemi

Bu çalışmada, bulanık ağırlıklarının hesaplanması için Chang (1996) tarafından geliştirilen mertebe analiz yöntemi kullanılmıştır (Chang, 1996, 659; Kahraman ve diğerleri, 2004, 176).

$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_b\}$  nesne seti ve  $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_f\}$  amaç seti olmak üzere; alınan her nesne ve amaç için "f ölçüde" büyüklük analizinin yapılması.

$$O_{gi}^1, O_{gi}^2, \dots, O_{gi}^f \quad (i = 1, 2, \dots, b; \quad j = 1, 2, \dots, f) \quad (6)$$

Burada, tüm  $O_{gi}^j (j = 1, 2, \dots, f)$  ler üçgen bulanık sayılardır.  $i$ . nesne için bulanık sentetik mertebe değeri aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$P_i = \sum_{j=1}^f O_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^f O_{gi}^j \right]^{-1} \quad (7)$$

$O_1 \geq O$ 'nin olabilirlik derecesi aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$V(O_1 \geq O_2) = \sup_{y \geq r} [\min(\mu_{O_1}(y), \mu_{O_2}(r))] \quad (8)$$

$y \geq r$  ve  $\mu_{O_1}(y) = \mu_{O_2}(r)$  durumunu sağlayan  $(y, r)$  gibi bir çift varsa;  $V(O_1 \geq O_2) = 1$ 'dir.  $O_1$  ve  $O_2$  iki konveks bulanık sayı olduğundan;

$$o_1 \geq o_2 \text{ ise; } V(O_1 \geq O_2) = \mu_{O_1}(d) \quad (9)$$

Burada  $d$ ,  $\mu_{O_1}$  ve  $\mu_{O_2}$  arasındaki en yüksek kesişim noktası olan  $D$ 'nin ordinatıdır.  $O_1 = (l_1, m_1, u_1)$  ve  $O_2 = (l_2, m_2, u_2)$  olduğunda;  $D$ 'nin ordinatı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$V(O_2 \geq O_1) = \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} \quad (10)$$

$O_1$  ve  $O_2$ 'nin karşılaştırılmasının yapılabilmesi için  $V(O_1 \geq O_2)$  ve  $V(O_2 \geq O_1)$  değerlerinin her ikisine de ihtiyaç vardır. Konveks bir bulanık sayının  $k$  adet konveks bulanık sayıdan  $O_i (i = 1, 2, \dots, k)$  daha büyük olabilirlik derecesi aşağıdaki biçimde tanımlanır.

$$\begin{aligned} V(O \geq O_1, O_2, \dots, O_k) &= V[(O \geq O_1) \text{ ve } (O \geq O_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (O \geq O_k)] \\ &= \min V(O \geq O_i), \quad (i = 1, 2, 3, \dots, k) \end{aligned} \quad (11)$$

$d'(A_i) = \min V(P_i \geq P_k)$  ve  $k = 1, 2, 3, \dots, n; k \neq i$  için ağırlık vektörü;

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (12)$$

“ $W$ ” bulanık olmayan bir sayı olup; normalize ağırlık vektörü aşağıdaki gibidir:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_i))^T \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (13)$$

### 3.3.TOPSIS

1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen TOPSIS temelinde, karar noktalarının pozitif ve negatif ideal çözümden uzaklıklarının belirlenmesi ve karar noktaları arasında bir sıralama yapılması yatmaktadır (Chen, 2000, 2). Pozitif ideal çözüm (PİDÇ), karar noktalarının yaklaşması arzu edilen noktayı yansıtırken; aksine negatif ideal çözüm (NİDÇ) kaçınılması gereken noktayı ifade etmektedir. TOPSIS yönteminde herhangi bir karar noktasının NİDÇ'den uzaklaştıkça, PİDÇ'ye yaklaştığı kabul edilir ki; bu söz konusu karar noktasının tercih edilebilirliğini arttıran bir durumdur. Yöntemde PİDÇ "1", NİDÇ ise "0" değeri ile temsil edilmektedir. Bu ise, karar noktalarının ancak ve ancak "0" ile "1" arasında değerler alabilmesine imkan vermektedir. Yöntem gereği, PİDÇ ve NİDÇ değerlerinden hareketle her bir karar noktasına ait yakınlık katsayısı hesaplanır ve karar noktaları arasında sıralama yapılır. Bu çalışmada, TOPSIS için Chen ve Hwang (1992), Markovic (2010), Olson (2004) ve Ataei (2013)'ye benzer bir süreç takip edilmiştir. Bu süreç aşağıda gösterilmiştir:

Aşama 1: "m" adet karar noktası ve "n" adet karar kriterinin belirlenmesi.

Aşama 2: Başlangıç karar matrisinin (B) düzenlenmesi.

$$B = [b_{ij}] \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (14)$$

Aşama 3: Normalize değerlerle ( $r_{ij}$ ), normalize karar matrisinin (R) oluşturulması

$$r_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m b_{ij}^2}} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (15)$$

$$R = [r_{ij}] \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (16)$$

Aşama 4: (19) numaralı eşitlikle gösterilen ağırlıklı normalize karar matrisinin (V) oluşturulması. Burada  $w_j$ , j inci kriterin ağırlığı;  $v_{ij}$  ise, i inci karar noktasının j inci karar kriterine göre ağırlıklı normalize değeridir.

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (18)$$

$$V = [v_{ij}] \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (19)$$

Aşama 5: Pozitif ( $A^+$ ) ve Negatif İdeal Çözüm ( $A^-$ ) değerlerinin belirlenmesi

$$A^+ = V_1^+, V_2^+, V_3^+, \dots, V_j^+ \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (20)$$

$$A^- = V_1^-, V_2^-, V_3^-, \dots, V_j^- \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (21)$$

Aşama 6: Pozitif ( $S_j^+$ ) ve Negatif İdeal Çözüm ( $S_j^-$ ) 'den uzaklıkların hesaplanması. ( $i=1,2,\dots,m$  ve  $j=1, 2,\dots,n$ )

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (22)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (23)$$

Aşama 7: Her bir alternatifin yakınlık katsayısının hesaplanması.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (i = 1, \dots, m) \quad (24)$$

Aşama 8: Alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre sıralanması ve seçim işlemi.

### 3.4. VIKOR

Karar vericilerin nihai karar için uzlaşık çözüme ulaşmalarına imkan sağlayan VIKOR yöntemi 1998 yılında Opricovic tarafından geliştirilmiştir. Uzlaşık kavramı ile karar vericilerin herhangi bir alternatif üzerindeki ortak kabulleri ifade edilmektedir. Bu uzlaşık ya da uzlaştırıcı çözüm, maksimum grup faydasını sağlarken, minimum bireysel pişmanlığı da garanti etmektedir (Opricovic ve Tzeng, 2004, 447). VIKOR yönetimi için Opricovic ve Tzeng (2007), Karthik vd. (2011), Yıldırım ve Önder (2014)'de yer alan adımlara benzer aşamalar takip edilmiş ve aşağıda gösterilmiştir:

Aşama 1: “m” adet karar noktası ve “n” adet karar kriterinin belirlenmesi.

Aşama 2: Başlangıç karar matrisinin (X) oluşturulması.

$$X = [x_{ij}] \quad (i = 1, 2, \dots, m ; j = 1, 2, \dots, n) \quad (25)$$

Aşama 3: Her bir kritere ait en iyi ( $f_j^*$ ) ve en kötü ( $f_j^-$ ) değerlerin belirlenmesi. Eğer j inci fonksiyon ya da kriter bir faydayı temsil ediyorsa;

$$f_j^* = \max_i x_{ij} \quad (26)$$

$$f_j^- = \min_i x_{ij} \quad (27)$$

Eğer j inci fonksiyon ya da kriter bir maliyeti temsil ediyorsa;

$$f_j^* = \min_i x_{ij} \quad (28)$$

$$f_j^- = \max_i x_{ij} \quad (29)$$

Aşama 4: Normalize değerlerle ( $r_{ij}$ ), normalize karar matrisinin (R) oluşturulması.

$$r_{ij} = \frac{f_j^* - x_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (30)$$

$$R = [r_{ij}] \quad (31)$$

Aşama 5:  $w_j$  kriter ağırlıklarını,  $v_{ij}$  ağırlıklı normalize değerleri göstermek üzere; ağırlıklı normalize karar matrisinin (V) oluşturulması.

$$v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j \quad (32)$$

$$V = [v_{ij}] \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (33)$$

Aşama 6:  $S_i$  ve  $R_i$  değerlerinin hesaplanması. ( $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ )

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot \frac{f_j^* - x_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \quad (34)$$

$$R_i = \max_j \left( w_j \cdot \frac{f_j^* - x_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \right) \quad (35)$$

Aşama 7:  $S^*$ ,  $S^-$ ,  $R^*$  ve  $R^-$  parametrelerinin ve  $Q_i$  değerinin hesaplanması.

$$\begin{aligned} S^* &= \min_i S_i, & S^- &= \max_i S_i \\ R^* &= \min_i R_i, & R^- &= \max_i R_i \end{aligned} \quad (36)$$

$$Q_i = \frac{q \cdot (S_i - S^*)}{S^- - S^*} + \frac{(1 - q) \cdot (R_i - R^*)}{R^- - R^*} \quad (37)$$

(37) numaralı eşitlikte, “q” değeri, kriterlerin çoğunluğunun ağırlığını veya maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin önemine dikkat çekerken, “1-q”

bireysel pişmanlık değerine karşılık gelmektedir. Uzlaştırıcı çözüm; çoğunluk oyu ( $q > 0,5$ ) ile, konsensus ( $q = 0,5$ ) ile veya veto ( $q < 0,5$ ) ile sağlanabilir (Yıldırım ve Önder, 2014, 122; Opricovic, 2007, 516; Opricovic, 2011, 12984).

Aşama 8: Karar noktalarının sıralanması ve koşulların denetlenmesi

Koşul 1: Kabul edilebilir avantaj koşulu

Kabul edilebilir avantaj koşulundaki  $A^1$ ,  $Q_i$  değerleri küçükten büyüğe sıralandığında ilk sırada yer alan karar noktası;  $A^2$  ise ikinci sıradaki karar noktasıdır.

$$Q(A^1) - Q(A^2) \geq DQ \quad (38)$$

$$DQ = \frac{1}{m-1} \quad (39)$$

Koşul 2: Karar vermede kabul edilebilir istikrar koşulu

Kabul edilebilir istikrar koşulunun sağlanabilmesi için; alternatif  $A^m$ ,  $S$  ve/veya  $R$  değerlerine göre yapılan sıralamada en iyi alternatif olmalıdır (Opricovic ve Tzeng, 2004). Bu durumda, uzlaştırıcı çözüm karar verme sürecinde istikrarlı kabul edilir. Eğer 1. Koşul sağlanmıyorsa;  $A^1$  ve  $A^2$  karar noktalarının her ikisi de uzlaştırıcı ortak çözüm olarak kabul edilir. Eğer 2. koşul sağlanmıyorsa;  $A^1$ ,  $A^2$ , ...,  $A^m$  karar noktalarının tamamı uzlaştırıcı en iyi ortak çözüm kümesinde yer alır ki; burada da üst sınır değeri olan maksimum  $M$ ;  $Q(A^m) - Q(A^1) < DQ$  ilişkisine göre belirlenir. Karar noktalarının  $Q$  değerine göre sıralanması sonucunda minimum değere sahip olan karar noktası seçilir (Yıldırım ve Önder, 2014, 123)

#### 4.Uygulama

Çalışmanın temel amacı doğrultusunda seçilen ÇKKV yöntemlerinin karşılaştırılması, bir saha çalışması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, birbirleriyle rekabet halinde olan, fakat isimleri gizli tutulan, dört telefon markası belirlenmiş ve sunmuş oldukları hizmetlerin kalitelerini değerlendirmeye yönelik bir ÇKKV problemi üzerinde AHS ve Bulanık AHS'nin etkileri araştırılmıştır. Söz konusu problem "AHS+TOPSIS", "Bulanık AHS+TOPSIS", "AHS+VIKOR" ve "Bulanık AHS+VIKOR" yöntemleri bir arada kullanılarak çözülmüştür. Araştırma, Giresun ilinde yürütülmüş olup; kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi için cep telefonu sektöründe uzman 12 kişi belirlenmiştir.  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  ve  $A_4$  olarak kodlanan dört telefon markasının hizmet kalitelerinin değerlendirilmesi için araştırma evrenini temsil edebilecek şekilde 385 kişiye yönelik anket çalışması yapılmıştır. Kriterlerin belirlenmesi noktasında Parasuraman vd. (1985) tarafından geliştirilen "hizmet kalitesi modeli"nden

faýdalanılmış olup; kullanılan kriterler Tablo 4’de gösterilmiştir. İlgili tabloda yer alan kriterlerin ağırlıkları AHS ve Bulanık AHS ile belirlenmiş; buradan TOPSIS ve VIKOR yöntemlerine girdi olarak aktarılmıştır. Tüm hesaplamalar Microsoft Office Excel 2013 programı kullanılarak yapılmıştır.

**Tablo 4: Ana ve Alt Karar Kriterleri**

Ana Kriterler	Alt Kriterler
Fiziksel Özellikler (FÖ)	Teknolojik uyum (TEU)
	Fiziksel özelliklerin görsel çekiciliği (GÖR)
	Telefonun pil ömrü (TPÖ)
	Telefonun ekran çözünürlüğü, işletim sistemi Radyo, mp3 (TEÖ)
	Telefonda kullanılan aparat ve parçaların kalitesi (TKP)
	Telefonun ergonomik olması (TEO)
	Telefon uygulamalarının ücretsiz olması (TUO)
Güvenilirlik (GÜV)	Söz verilen hizmetin zamanında yerine getirilmesi (SYZ)
	Problemlerle karşılaşıldığında problemi çözmek için anlayışlı olması (PGV)
	Hizmetin ilk seferde doğru olarak verilmesi (HİD)
	Hizmetin daha önceden söylenen zamanda verilmesi (HZV)
	Kayıtların hatasız tutulması (KHT)
Heveslilik (HE)	Müşteriye hizmetin tam olarak ne zaman yerine getireceğinin söylenmesi (MZH)
	Hizmeti mümkün olan en kısa zamanda vermek (KSH)
	Çalışanların müşterilere yardım etmek için istekli olması (ÇİO)
	Çalışanların müşteri isteklerine zamanında cevap verebilmesi (ÇHC)
Güven (GÜ)	Çalışanların davranışlarının müşteride güven uyandırması (ÇGU)
	Çalışanların kibar ve saygılı olması (ÇKO)
	Çalışanların bilgili olması (ÇBO)
Empati (EM)	Çalışanların müşterilere ilgi göstermesi (ÇKİ)
	Müşteri çıkarlarının her şeyin üstünde tutması (İMÇ)
	Çalışanların müşterilerin özel isteklerini anlaması (ÇÖİ)

#### 4.1. Ana ve Alt Karar Kriter Ağırlıklarının AHS Yöntemiyle Belirlenmesi

İlk aşamda karar vericilerin (cep telefonu sektöründe uzman 12 kişi) bireysel değerlendirmelerinden yola çıkarak grup yargısına ulaşılabilmesi için geometrik ortalama kullanılmış; bu yolla ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş ve aşağıda tablolar halinde gösterilmiştir.

**Tablo 5: Ana Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi**

	FÖ	GÜV	HE	GÜ	EM
FÖ	1	1	1	1/3	1
GÜV	1	1	3	1	3
HE	1	1/3	1	1	1
GÜ	3	1	1	1	5
EM	1	1/3	1	1/5	1

**Tablo 6: Fiziksel Özellikler Boyutu İçin İkili Karşılaştırma Matrisi**

	TEU	GÖR	TPÖ	TEÖ	TKP	TEO	TUO
TEU	1	3	1	1	1	1	1
GÖR	1/3	1	1	1/3	1	1	1
TPÖ	1	1	1	1	1	1	1
TEÖ	1	3	1	1	3	1	3
TKP	1	1	1	1/3	1	1	3
TEO	1	1	1	1	1	1	1
TUO	1	1	1	1/3	1/3	1	1

**Tablo 7: Güvenilirlik Boyutu İçin İkili Karşılaştırma Matrisi**

	SYZ	PGV	HİD	HZV	KHT
SYZ	1	1	1	1	3
PGV	1	1	1	3	3
HİD	1	1	1	3	3
HZV	1	1/3	1/3	1	3
KHT	1/3	1/3	1/3	1/3	1

**Tablo 8: Heveslilik Boyutu İçin İkili Karşılaştırma Matrisi**

	MZH	KSH	ÇİO	ÇHC
MZH	1	1	1	1/3
KSH	1	1	1	1
ÇİO	1	1	1	1
ÇHC	3	1	1	1

**Tablo 9: Güven Boyutu İçin İkili Karşılaştırma Matrisi**

	ÇGU	ÇKO	ÇBO
ÇGU	1	1	1
ÇKO	1	1	1
ÇBO	1	1	1

**Tablo 10: Empati Boyutu İçin İkili Karşılaştırma Matrisi**

	ÇKİ	İMÇ	ÇÖİ
ÇKİ	1	1	1
İMÇ	1	1	1
ÇÖİ	1	1	1

İkili karşılaştırma matrislerinden sonra, normalize matrisler oluşturulmuş, ardından öncelikler vektörü, kriterlerin yerel ve genel ağırlıkları hesaplanmıştır. ardından tüm ikili karşılaştırma matrisleri için Tutarlılık Oranları hesaplanmış ve tüm matrislerdeki tutarsızlığın kabul edilebilir seviyede olduğu tespit

edilmiştir. Ana ve alt kriter ağırlıkları, ikili karşılaştırma matrislerinin CI ve CR değerleri Tablo 11’de gösterilmiştir.

**Tablo 11: AHS’ye Göre Ana ve Alt Kriterlerin Ağırlıkları, CI, CR Değerleri**

ANA KRİTER CI ve CR DEĞERLERİ	KRİTERLER		AĞIRLIKLAR		ALT KRİTERLER CI ve CR DEĞERLERİ
	ANA (AĞIRLIK)	ALT	YEREL	GENEL	
CI=0,0944 CR=0,8429	FÖ (0,1487)	TEU	0,161035	0,023946	CI=0,0722 CR=0,0535
		GÖR	0,100976	0,015015	
		TPÖ	0,135061	0,020084	
		TEÖ	0,221295	0,032907	
		TKP	0,141987	0,021114	
		TEO	0,135061	0,020084	
		TUO	0,104585	0,015552	
	GÜV (0,28)	SYZ	0,225399	0,063112	CI=0,0501 CR=0,0447
		PGV	0,273399	0,076552	
		HİD	0,273399	0,076552	
		HZV	0,152671	0,042748	
	HEV (0,1501)	KHT	0,075133	0,021037	CI=0,051602 CR=0,057336
		MZH	0,191667	0,028769	
		KSH	0,241667	0,036274	
		ÇİO	0,241667	0,036274	
	GÜVEN (0,3163)	ÇHC	0,325	0,048783	CI=0 CR=0
		ÇGU	0,333333	0,105433	
		ÇKO	0,333333	0,105433	
	EMP (0,1048)	ÇBO	0,333333	0,105433	CI=0 CR=0
		ÇKİ	0,333333	0,034933	
		İMÇ	0,333333	0,034933	
		ÇÖİ	0,333333	0,034933	

#### 4.2. Ana ve Alt Karar Kriter Ağırlıklarının Bulanık AHS Yöntemiyle Belirlenmesi

Bu aşamada, kriterlerin ağırlıkları Bulanık AHS kullanılarak hesaplanmıştır. Bulanık ikili karşılaştırma matrisleri için Tablo 3’de gösterilen bulanık sayılar kullanılmış olup, tablolardaki (l, m, u) bir üçgen bulanık sayıyı temsil etmektedir.

**Tablo 12: Ana Kriterler İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi**

	Fizik. Öz.			Güvenilirlik			Heveslilik			Güven			Empati		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
<b>Fizik. Öz.</b>	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1/5	1/3	1	1	1	3
<b>Güvenilirlik</b>	1	1	3	1	1	1	1	3	5	1	1	3	1	3	5
<b>Heveslilik</b>	1	1	3	1/5	1/3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3
<b>Güven</b>	1	3	5	1	1	3	1	1	3	1	1	1	3	5	7
<b>Empati</b>	1	1	3	1/5	1/3	1	1	1	3	1/7	1/5	1/3	1	1	1

**Tablo 13: Fiziksel Özellikler Boyutu İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi**

	TEU			GÖR			TPÖ			TEÖ			TKP			TEO			TUO		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
TEU	1	1	1	1	3	5	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3
GÖR	1/5	1/3	1	1	1	1	1	1	3	1/5	1/3	1	1	1	3	1	1	3	1	1	3
TPÖ	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3
TEÖ	1	1	3	1	3	5	1	1	3	1	1	1	1	3	5	1	1	3	1	3	5
TKP	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1/5	1/3	1	1	1	1	1	1	3	1	3	5
TEO	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	3
TUO	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1	1	3	1	1	1

**Tablo 14: Güvenilirlik Boyutu İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi**

	SYZ			PGV			HİD			HZV			KHT		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
SYZ	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	3	5
PGV	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	3	5	1	3	5
HİD	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	3	5	1	3	5
HZV	1	1	3	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1	1	1	1	3	5
KHT	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1	1	1

**Tablo 15: Heveslilik Boyutu İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi**

	MZH			KSH			ÇİO			ÇHC		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
MZH	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1/5	1/3	1
KSH	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	1	3
ÇİO	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	3
ÇHC	1	3	5	1	1	3	1	1	3	1	1	1

**Tablo 16: Güven Boyutu İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi**

	ÇGU			ÇKO			ÇBO		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
ÇGU	1	1	1	1	1	3	1	1	3
ÇKO	1	1	3	1	1	1	1	1	3
ÇBO	1	1	3	1	1	3	1	1	1

**Tablo 17: Empati Boyutu İçin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi**

	ÇKİ			İMÇ			ÇÖİ		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
ÇKİ	1	1	1	1	1	3	1	1	3
İMÇ	1	1	3	1	1	1	1	1	3
ÇÖİ	1	1	3	1	1	3	1	1	1

Bulanık karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasının ardından; Chang'ın mertebeye analizi kullanılarak ağırlıklar hesaplanmıştır. Bu aşamada ilk olarak her bir kriter için sentetik mertebeye değerleri tanımlanmış, ardından bu değerler vasıtasıyla bulanık sayıların karşılaştırılması yapılmıştır. Daha sonra ağırlık vektörleri oluşturulmuş, bu vektörlerin normalizasyonu ile kriterlerin öncelik değerleri hesaplanmıştır. Bu bağlamda elde edilen ağırlıklar Tablo 18'de gösterilmiştir.

**Tablo 18: Bulanık AHS'ye Göre Ana ve Alt Karar Kriterlerinin Ağırlıkları**

KRİTERLER		AĞIRLIKLAR		KRİTERLER		AĞIRLIKLAR	
ANA (AĞIRLIK)	ALT	YEREL	GENEL	ANA (AĞIRLIK)	ALT	YEREL	GENEL
FÖ (0,1717)	TEU	0,1588	0,0262	HEV (0,1717)	MZH	0,2166	0,0372
	GÖR	0,1283	0,0210		KSH	0,2443	0,0419
	TPÖ	0,1439	0,0238		ÇİO	0,2443	0,0419
	TEÖ	0,1685	0,0308		ÇHC	0,2948	0,0506
	TKP	0,1283	0,0251	GÜVEN (0,2711)	ÇGU	0,3333	0,0904
	TEO	0,1439	0,0238		ÇKO	0,3333	0,0904
	TUO	0,1283	0,0210		ÇBO	0,3333	0,0904
GÜV (0,2461)	SYZ	0,2184	0,0537	EM (0,1394)	ÇKİ	0,3333	0,0465
	PGV	0,2383	0,0586		İMÇ	0,3333	0,0465
	HİD	0,2383	0,0586		ÇÖİ	0,3333	0,0465
	HZV	0,1960	0,0482				
	KHT	0,1091	0,0268				

#### 4.3.AHS ve TOPSIS Yöntemlerine Göre ÇKKV Probleminin Çözümü

Bu aşamada, söz konusu problem AHS+TOPSIS yöntemleri bir arada kullanılarak çözülmüş; fakat, matrislerin çok geniş yer kaplaması nedeniyle sadece başlangıç karar matrisi ve alternatiflerin yakınlık katsayılarının gösterildiği tablolara yer verilmiştir.

**Tablo 19: Başlangıç Karar Matrisi**

	TEU	GÖR	TPÖ	TEÖ	TKP	TEO	TUO	SYZ	PGV	HİD	HZV
<b>A1</b>	3,870	4,016	2,707	4,049	4,023	3,457	3,429	3,597	3,590	3,787	3,704
<b>A2</b>	4,140	4,187	2,836	4,174	4,021	4,010	3,808	3,610	3,657	3,816	3,673
<b>A3</b>	3,158	3,197	3,499	3,546	3,784	3,758	3,416	3,379	3,452	3,548	3,442
<b>A4</b>	3,000	3,203	2,730	3,281	3,366	3,218	3,249	3,065	3,099	3,226	3,216
	KHT	MZH	KSH	ÇİO	ÇHC	ÇGU	ÇKO	ÇBO	ÇKİ	İMÇ	ÇÖİ
<b>A1</b>	3,842	3,582	3,540	3,577	3,470	3,740	3,860	3,790	3,730	3,249	3,470
<b>A2</b>	3,813	3,665	3,509	3,551	3,530	3,743	3,896	3,842	3,797	3,275	3,548
<b>A3</b>	3,613	3,501	3,366	3,364	3,333	3,509	3,725	3,605	3,540	3,125	3,260
<b>A4</b>	3,304	3,221	3,070	3,169	3,088	3,200	3,533	3,314	3,410	2,849	3,094

Başlangıç karar matrisinden hareketle, sırasıyla, ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi oluşturulmuş, bunu takiben, her bir karar noktasının PİÇ ve NİÇ

değerlerinden uzaklıkları belirlenmiş ve her bir alternatifin yakınlık katsayıları hesaplanarak Tablo 20’de gösterilmiştir.

**Tablo 20: Alternatiflerin Yakınlık Katsayıları (CC<sub>i</sub>)**

	CC <sub>i</sub>	Sıralama
A1	0,822212	2
A2	0,890956	1
A3	0,532459	3
A4	0,004248	4

Sekizinci ve son aşamada, hesaplanan yakınlık katsayılarına göre alternatifler arasında bir sıralama ve seçim yapılmıştır. Yakınlık katsayılarına göre alternatifler, hizmet kalitesi açısından **A2 > A1 > A3 > A4** şeklinde sıralanmıştır.

#### 4.4.Bulanık AHS ve TOPSIS Yöntemlerine Göre ÇKKV Probleminin Çözümü

Bu kısımda, söz konusu problem Bulanık AHS+TOPSIS yöntemleri bir arada kullanılarak çözülmüştür. Başlangıç karar matrisi Tablo 19’deki matrisin aynısı olduğundan aşağıda sadece her bir alternatifin yakınlık katsayıları gösterilmiştir.

**Tablo 21: Alternatiflerin İdeal Çözüme Yakınlık Katsayıları (CC<sub>i</sub>)**

Alternatifler	CC <sub>i</sub>	Sıralama
A1	0,786364	2
A2	0,864948	1
A3	0,517703	3
A4	0,005392	4

“Bulanık AHS+TOPSIS” yöntemlerinin bir arada kullanımında da hizmet kalitesi açısından en yüksek performansı A2 markasının sergilemiştir. Yakınlık katsayılarına göre; alternatifler yine, **A2 > A1 > A3 > A4** şeklinde sıralanmıştır.

Buraya kadar ki süreç neticesinde elde edilen sonuçlar, AHS yöntemine göre en önemli ana kriterin 0,3163 ile güven olduğunu, onu sırasıyla 0,2800 ile güvenilirlik; 0,1501 ile heveslilik; 0,1487 ile fiziksel özellikler ve 0,1048 empati ana kriterinin izlediğini göstermiştir. Fiziksel özellikler ana kriteri altında en önemli alt kriter 0,221295 ile TEÖ; güvenilirlik ana kriteri altında 0,273399 ile PGV ve HİD; heveslilik ana kriteri altında 0,241667 ile ÇHC; güven ana kriteri altında 0,3333 ile ÇGU, ÇKO ve ÇBO; empati ana kriteri altında 0,3333 ile ÇKİ, İMÇ ve ÇÖİ olarak belirlenmiştir.

Bulanık AHS yöntemine göre ise ana kriterler; 0,2711 ile güven; 0,2461 ile güvenilirlik; 0,1717 ile fiziksel özellikler ve heveslilik; 0,1394 ile empati şeklinde sıralanmıştır. Alt kriterlerin önem ağırlıkları bakımından yapılan sıralama,

Bulanık AHS’de de benzer bir durum sergilemiştir. Fiziksel özellikler ana kriteri altında en önemli alt kriter 0,0308 ile TEÖ; güvenilirlik ana kriteri altında 0,2383 ile PGV ve HİD; heveslilik ana kriteri altında 0,2948 ile ÇHC; güven ana kriteri altında 0,3333 ile ÇGU, ÇKO ve ÇBO; empati ana kriteri altında 0,3333 ile ÇKİ, İMÇ ve ÇÖİ en önemli alt kriterler olarak belirlenmiştir. Bulanık AHS ve AHS’ye göre ana ve alt kriter ağırlıkları bir nebze farklılaşmakla birlikte; kriterlerin önem sıralamasında bir değişiklik meydana gelmemiştir. AHS ve Bulanık AHS’den elde edilen ağırlıkların TOPSIS yönteminde kullanılması, Tablo 22’den de açıkça görülebileceği üzere, nihai karar üzerinde bir değişikliğe neden olmamıştır.

**Tablo 22: “AHS + TOPSIS” ve “Bulanık AHS + TOPSIS” Karşılaştırması**

Alternatifler	AHS + TOPSIS (CC <sub>i</sub> )	Sıralama	Bulanık AHS + TOPSIS (CC <sub>i</sub> )	Sıralama
A1	0,822212	2	0,786364	2
A2	0,890956	1	0,864948	1
A3	0,532459	3	0,517703	3
A4	0,004248	4	0,005392	4

#### 4.5.AHS ve VIKOR Yöntemlerine Göre ÇKKV Probleminin Çözümü

TOPSIS ve VIKOR, ilk iki aşamada birbirlerinden farklılaşmamaktadırlar. Bu bağlamda, aşağıda sadece en iyi ve en kötü değerler ile hesaplanan S<sub>j</sub>, R<sub>j</sub>, Q<sub>j</sub> değerlerine yer verilmiştir. En iyi ( $f_i^*$ ) ve en kötü ( $f_i^-$ ) değerler:

$$f_i^* = \{4.1403, 4.1870, 3.4987, 4.1740, 4.0234, 4.0104, 3.8078, 3.6104, 3.6571, 3.8156, 3.7039, 3.8416, 3.6649, 3.5403, 3.5766, 3.5299, 3.7429, 3.8961, 3.8416, 3.7974, 3.2753, 3.5481\}$$

$$f_i^- = \{3.0000, 3.1974, 2.7065, 3.2805, 3.3662, 3.2182, 3.2494, 3.0649, 3.0987, 3.2260, 3.2156, 3.3039, 3.2208, 3.0701, 3.1688, 3.0883, 3.2000, 3.5325, 3.3143, 3.4104, 2.8494, 3.0935\}$$

**Tablo 23: AHS+VIKOR Yöntemlerine Göre S<sub>j</sub>, R<sub>j</sub> ve Q<sub>j</sub> Değerleri**

	S <sub>j</sub>	Sıralama	R <sub>j</sub>	Sıralama	Q <sub>j</sub>	Sıralama
A1	0,119706	2	0,020100	2	0,069604	2
A2	0,023374	1	0,016804	1	0	1
A3	0,458494	3	0,049685	3	0,415943	3
A4	0,967749	4	0,105400	4	1	4

Tablo 23’e göre, 1.koşul olan “kabul edilebilir avantaj” yerine; 2.koşul olan “kabul edilebilir istikrar” koşulu sağlanmıştır. AHS+VIKOR yöntemlerinde de, en iyi performansı A2 sergilemiş; alternatifler A2 > A1 > A3 > A4 şeklinde sıralanmıştır.

#### 4.6.Bulanık AHS ve VIKOR Yöntemlerine Göre ÇKKV Probleminin Çözümü

Bu aşamada; “AHS + VIKOR” yöntemlerinin bir arada kullanıldığı durumdan farklı olarak sadece kullanılan ağırlıklar değişmiştir. Kriter ağırlıkları Bulanık AHS’den elde edilmiş ve VIKOR yönteminde kullanılmıştır. Hesaplanan  $S_j$ ,  $R_j$ ,  $Q_j$  değerleri ise Tablo 24’de gösterilmiştir.

**Tablo 24: Bulanık AHS+VIKOR Yöntemlerine Göre  $S_j$ ,  $R_j$  ve  $Q_j$  Değerleri**

	$S_j$	Sıralama	$R_j$	Sıralama	$Q_j$	Sıralama
A1	0,131157	2	0,023800	2	0,083073	2
A2	0,027543	1	0,019897	1	0	1
A3	0,464041	3	0,042614	3	0,394476	3
A4	0,962752	4	0,090400	4	1	4

$S_j$ ,  $R_j$ ,  $Q_j$  değerlerinin hesaplanmasından sonra koşullar denetlenmiş; yine 1.koşul olan “kabul edilebilir avantaj”ın sağlanamadığı; fakat 2.koşul olan “kabul edilebilir istikrar” koşulunun sağlandığı anlaşılmıştır. Alternatifler arasındaki sıralama, yine,  $A2 > A1 > A3 > A4$  şeklinde gerçekleşmiştir. Söz konusu ÇKKV probleminin “AHS + VIKOR” ve “Bulanık AHS + VIKOR” yöntemleri kullanılarak çözümüyle ulaşılan sonuçlar Tablo 25’de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

**Tablo 25: “AHS + VIKOR” ve “Bulanık AHS + VIKOR” Karşılaştırılması**

	AHS + VIKOR			Bulanık AHS + VIKOR			
	$S_j$	$R_j$	$Q_j$	$S_j$	$R_j$	$Q_j$	Sıra
A1	0,119706	0,020100	0,069604	0,131157	0,023800	0,083073	2
A2	0,023374	0,016804	0	0,027543	0,019897	0	1
A3	0,458494	0,049685	0,415943	0,464041	0,042614	0,394476	3
A4	0,967749	0,105400	1	0,962752	0,090400	1	4

## 7.Sonuç

Bu çalışmayla, hizmet kaliteleri değerlendirilen cep telefonu markalarının sağlayacakları olası ekonomik faydalara odaklanmaktan ziyade; çalışmalarında AHS yerine Bulanık AHS’yi kullanmayı tercih edecek araştırmacılara, AHS’nin kullanımının Bulanık AHS’ye göre çözüm sürecini nispeten daha kolaylaştırdığını ve çözüm için harcanan zamandan tasarruf sağladığını gösterebilmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, AHS ve Bulanık AHS yöntemlerinin farklı karar verme yöntem ve teknikleri ile bir arada kullanılması durumunda, AHS ve Bulanık AHS ile elde edilen ağırlıkların nihai sonuç üzerinde bir değişikliğe neden olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan tüm yöntemler başta AHS ve Bulanık AHS olmak üzere detaylı bir şekilde incelenmiş ve matematiksel gösterimlerine geniş bir yer ayrılmıştır. Bu yolla, yöntemlerin algoritmaları arasındaki farklılıkların ve/veya benzerliklerin daha net görülebilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, her ne kadar, AHS ve Bulanık

AHS'ye göre elde edilen ağırlıkların değiştiğini gösterse de; TOPSIS ve VIKOR yöntemleri kullanılarak alternatifler arasında yapılan sıralama işleminin ve ulaşılan nihai sonucun değişmediğini ortaya koymuştur. Bir anlamda TOPSIS ve VIKOR, AHS ve Bulanık AHS'de farklılaşan ağırlıkları tolere edebilmişlerdir. Hal böyle iken, tüm ÇKKV problemleri için iddia etmek mümkün olmasa da, çalışmada ele alınan problem için karar kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında Bulanık AHS'nin kullanımının AHS'ye göre yapılması gereken matematiksel işlemlerin sayısını arttırmaktan ve Excel programında nihai karara ulaşma süresini nispeten uzatmaktan öteye gidemediği anlaşılmıştır. Bu noktada, şunu hemen hatırlatma fayda vardır ki; bu çalışmada sadece hizmet kalitesinin değerlendirilmesine yönelik bir ÇKKV problemi incelenmiş, AHS ve Bulanık AHS ile elde edilen ağırlıklar sadece TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinde girdi olarak kullanılmıştır. Dolayısıyla, AHS ve Bulanık AHS'nin bahsettiğimiz gibi bir değişikliğe neden olup olmadığının net bir şekilde tespit edilebilmesi için farklı konulara yönelik ÇKKV problemlerinde, farklı yöntem ve tekniklerle birlikte denemelerini gerektirmektedir. Araştırmacıların bu yönde yapacağı çalışmalar, AHS'nin çalışmamızdaki gibi problemlerde Bulanık AHS yerine kullanılıp kullanılmayacağını daha net ortaya koyması bakımından faydalı olacaktır.

#### **Kaynakça**

- Akman, G. ve Alkan A. (2006). Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık Ahp Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9), 23-46.
- Aktepe, A. ve Ersöz, S. (2012). AHP-VIKOR ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Probleminde Uygulanması, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 25(1-2), 2-15.
- Akyüz, G. (2012). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Fabrika İmalat Performansının Ölçümü. *Ege Akademik Bakış*, 12(3), 323-338.
- Alarcin, F., Balin, A., Demirel, H. (2014). Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS integrated hybrid metod for auxiliary systems of ship main engines. *Journal of Marine Engineering & Technology*, 13(1), 3-11.
- Albayrak, Y.E., Erkut, H. (2005). Banka performans değerlendirmede analitik hiyerarşi süreç yaklaşımı. *itü dergisi/d mühendislik*, 4(6), 47-58.
- Alp, S. ve Gündoğdu, C.E. (2012). Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulanması. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14 (1), 7-25.

- Ar, İ.M., Gökşen, H., Tuncer, M.A. (2015). Kablo Sektöründe Tedarikçi Seçimi İçin Bütünleşik DEMATEL-AAS-VIKOR Yönteminin Kullanılması, *Ege Akademik Bakış*, 15(2), 285-300.
- Ar, İ.M., Özdemir, F., Baki, B. (2014). Öncelikli Sektörlerin Belirlenmesinde AHS-TOPSIS ve AHS-VIKOR Yaklaşımlarının Kullanımı: Rize Organize Sanayi Bölgesi Örneği. *Journal of Yasar University*, 9(35) 6099-60xx.
- Asamoah, D., Annan, J. and Nyarko, S. (2012). AHP Approach for Supplier Evaluation and Selection in a Pharmaceutical Manufacturing Firm in Ghana. *International Journal of Business and Management*, 7(10), 49-62.
- Ataei, E. (2013). Application of TOPSIS and Fuzzy TOPSIS Methods for Plant Layout Design. *World Applied Sciences Journal*, 23(12), 48-53.
- Behzadian, M., Otaghsara, S.K., Yazdani, M., Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39, 13051-13069.
- Bhutia, P.W. and Phipon, R. (2012). Application of ahp and topsis method for supplier selection Problem. *IOSR Journal of Engineering*, 2(10), 43-50.
- Büyüközkan, G. ve Görener, A. (2015). Evaluation of product development partners using an integrated AHP- VIKOR model. *Emerald Insight*, 44(2), 220- 237.
- Chan, F.T.S. and Chan, H.K. (2010). An AHP model for selection of suppliers in the fast changing fashion market. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 51(9), 1195-1207.
- Chang, D.Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95, 649-655.
- Chen, C.T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114, 1-9.
- Chen, S.J., Hwang, C.L. (1992). *Fuzzy Multiple Attribute Decisin Making Methods and Applicatons*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Çakır, S. ve Perçin, S. (2013). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü. *Ege Akademik Bakış*, 13(4), 449-459.
- Dağdeviren, M. ve Eren, T. (2001). Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 16(2), 41-52.

- Daim, T.U., Udbye, A., Balasubramanian, A. (2013). Use of analytic hierarchy process (AHP) for selection of 3PL Providers, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24(1), 28-51.
- Demireli, E. (2010). TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 5(1), 101-112.
- Dincer, H. ve Hacıoğlu, U. (2013). Performance evaluation with fuzzy VIKOR and AHP method based on customer satisfaction in Turkish banking sector. *Emerald Insight*, 42(7), 1072- 1085.
- Dündar, S. ve Ecer, F., (2008). Öğrencilerin GSM Operatörü Tercihinin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemiyle Belirlenmesi. *Yönetim ve Ekonomi*, 15(1), 195-205.
- Eleren, A. ve Ersoy, M. (2007). Mermer Blok Kesim Yöntemlerinin Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Madencilik*, 46(3), 9-22.
- Ertuğrul, İ. (2007). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bir Tekstil İşletmesinde Makine Seçim Problemine Uygulanması. *H.Ü.İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(1), 171-192.
- Fu, H., Chang, T., Lin, A., Du, Z., Hsu, K. (2015). Key factors for the adoption of RFID in the logistics industry in Taiwan. *The International of Logistics Management*, 26(1), 61-81.
- Ghodsypour, S.H., O'Brien, C. (1998). A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. *Int. J. Production Economics*, 56-57, 199-212.
- Ghosh, D.N. (2011). Analytic Hierarchy Process & TOPSIS Method to Evaluate Faculty Performance in Engineering Education. *UNIASCIT*, 1(2), 63-70.
- Göksu, A. ve Güngör, İ. (2008). Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3), 1-26.
- Hacıoğlu, Ü. ve Dinçer, H. (2015). A Comparative Performance Evaluation on Bipolar Risks in Emerging Capital Markets Using Fuzzy AHP- TOPSIS and VIKOR Approaches. *İnşinerine Ekonomika- Engineering Economics*, 26(2), 118- 129.
- Houska, M. (2012). Reply to the Paper 'Multi-Criteria Analysis of Economic Activity for European Union Member States and Candidate Countries:

- TOPSIS and WSA Applications' by S. E. Dincer. *European Journal of Social Sciences*, 30(2), 290-295.
- Huang, J-Y. (2016). Patent portfolio analysis of the cloud computing industry. *J. Eng. Technol. Manage.* 39, 45-64.
- Ishizaka, Alessio., Nemery, Philippe. (2013). *Multi-Criteria Decision Analysis Methods and Software*, Wiley & Sons, Ltd., Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, United Kingdom.
- Jadidi, O., Firouzi, F., Bagliery, E. (2010). TOPSIS Method for Supplier Selection Problem. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 47, 956-958.
- Jayant, A., Gupta, P., Garg, S., K. and Khan, M. (2014). TOPSIS- AHP Based Approach for Selection of Reverse Logistics Service Provider: A Case Study of Mobile Phone Industry. *Rrocedia Engineering*, 97, 2147- 2156.
- Junior, F., R., L., Osiro, L. and Carpinetti, L., C., R. (2014). A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied Soft Computing*, 21, 194-209.
- Kahraman, C., Cebeci, U., Ruan, D. (2004). Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey. *International Journal of Production Economics*, 87(2), 171-184.
- Karthik, S.R.G., Mancsh, B., Sivakumaran, S. (2011). Supplier Selection in Retail Industry using Vikor Method. *Advances In Management*, 4(4), 38-44.
- Kılıç, A., Aygün, S., Aydın Keskin, G., Baynalı, K. (2014). Çok Kriterli ABC Analizi Problemine Farklı Bir Bakış Açısı: Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi - İdeal Çözümeye Yakınlığa Göre Tercih Sıralama Tekniği. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(5), 179 -188.
- Koç, E. ve Burhan, H.A. (2014). An Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach to a Real World Supplier Selection Problem: A Case Study of Carglass Turkey. *Global Business and Management Research: An International Journal*, 6(1), 1-14.
- Kumar Sahu, A., Datta, S., Mahapatra, S.S. (2016). Evaluation and selection of resilient suppliers in fuzzy environment. *Benchmarking: An International Journal*, 23(3), 651-673.
- Kumru, M. ve Yıldız Kumru, P. (2014). Analytic hierarchy process application in selecting the mode of transport for a logistics company. *Journal of Advanced Transportation*, 48, 974-999.

- Kuruüzüm, A. ve Atsan, N. (2001). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, (1), 83-105.
- Lau, H., Nakandla, D., Samaranayake, P., Shum, P.K. (2016). BPM for supporting customer relationship and profit decision. *Business Process Management Journal*, 22(1), 231-255.
- Levary, R.R. (2008). Using the analytic hierarchy process to rank foreign suppliers based on supply risks. *Computers & Industrial Engineering*, 55, 535-542.
- Liu, J. ve Li, S. (2015). Research on the Ranking of University Education based on Grey-TOPSIS-DEA Method. *iJET*, 8(10), 51-54.
- Lombardi, P., Sokolnikova, T., Suslov, K., Voropai, N., Styczynski, Z.A. (2016). Isolated power system in Russia: A chance for renewable energies? *Renewable Energy*, 90, 532-541.
- Macuzic, I., Tadic, D., Aleksic, A. and Stefanovic, M. (2016). A two step fuzzy model for the assessment and ranking of organizational resilience factors in the process industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 40, 122-130.
- Manap Davras, G. Ve Karaatlı, M. (2014). Otel İşletmelerinde Tedarikçi Seçimi Sürecinde AHP ve BAHP Yöntemlerinin Uygulanması. *H.Ü.İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32 (1), 87-112.
- Markovic, Z. (2010). Modification of TOPSIS Method For Solving of Multicriteria Tasks. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 20(1), 117-143.
- Mehralian, G., Nazari, J.A., Rasekh, H.R., Hosseini, S. (2016). TOPSIS approach to prioritize critical success factors of TQM. *The TQM Journal*, 28(2), 235-249.
- Mir, M.A., Ghazvinei, P.T., Sulaiman, N.M.N., Basri, N.E.A., Saheri, S., Mamood, N.Z., Jahan, A., Begum, R.A., Aghamohammadi, N. (2016). Application of TOPSIS and VIKOR improved versions in a multi criteria decision analysis to develop an optimized municipal solid waste management model. *Journal of Environmental Management*, 166, 109-115
- Monavvarian, A., Fathi, M.R., Zarchi, M.K., Faghih, A. (2011). Combining ANP with TOPSIS in Selecting Knowledge Management Strategies (Case Study: Pars Tire Company). *European Journal of Scientific Research*, 54(4), 538-546.

- Oğuzlar, A. (2007). Analitik Hiyerarşi Süreci İle Müşteri Şikayetlerinin Analizi. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 14, 122-134.
- Olson, D.L. (2004). Comparison of Weights in TOPSIS Models. *Mathematical and Computer Modelling*, 40(7-8), 721-727.
- Opricovic, S. and Tzeng, G.H. (2004). The Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156 (2), 445–455.
- Opricovic, S. and Tzeng, G.H. (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European Journal of Operational Research*, 178, 514-529.
- Opricovic, S., (2011). Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning. *Expert Syst.*, 38, 12983-12990.
- Ömürbek, N., Karaatlı, M., Eren, H., Şanlı, B. (2014). AHP Temelli PROMETHEE Sıralama Yöntemi İle Hafif Ticari Araç Seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(4), 47-64.
- Öner, N. (1969). Mantığın Ana İlkeleri ve Bu İlkelerin Varlıkla Olan İlişkileri. *Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, XVII, 285-303.
- Özguven, N. (2011). Kriz Döneminde Küresel Perakendeci Aktörlerin Performanslarının TOPSIS Yöntemi İle Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25(2), 151-162.
- Paksoy, T., Yapıcı Pehlivan, N., Özceylan, E. (2013). *Bulanık Küme Teorisi*, Ankara: Nobel Yayınları.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., Berry, L.L. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research. *Journal of Marketing*, 49 (4), 41-50.
- Parsaei, S., Keramati, M.A., Zorriassatine, F., Feylizadeh, M.R. (2012). An order acceptance using FAHP and TOPSIS methods: A case study of Iranian vehicle belt production industry. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 3, 211-224.
- Patil, S., K. and Kant, R. (2014). A fuzzy AHP- TOPSIS framework for ranking the solutions of Knowledge Management adoption in Supply Chain to overcome its barriers. *Expert Systems with Applications*, 41, 679-693.

- Prakash, C. and Barua, M.,K. (2015). Integration of AHP- TOPSIS method for prioritizing the solutions of reverse logistics adoption to overcome its barriers under fuzzy environment. *Journal of Manufacturing Systems*, 37, 599-615.
- Ranjan, R., Chatterjee, P., Chakraborty, S. (2016). Performance evaluation of Indian Railway zones using DEMATEL and VIKOR methods. *Benchmarking: An International Journal*, 23(1), 78-95.
- Rao, R.V. (2008). Evaluating flexible manufacturing systems using a combined multiple attribute decision making method. *International Journal of Production Research*, 46 (7), pp.1975-1989.
- Rezai, K., Ramiyani, S.S., Nazari-Shirkouhi, S., Babizadeh, A. (2014). Evaluating performance of Iranian cement firms using an integrated fuzzy AHP-VIKOR method. *Applied Mathematical Modelling*, 38, 5033-5046
- Saat, M. (2000). Çok Amaçlı Karar Vermede Bir Yaklaşım: Analitik Hiyerarşi Yöntemi. *G.Ü. İ.İ.B.F. Dergisi*, 2, 149-162.
- Saaty, T.L. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process”, *Management Science*. 32(7), 841-855.
- Saaty, T.L. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.
- Saaty, T.L. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *Interfaces*, 24(6), 19-43.
- Saaty, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Sharma, M.J., Moon, I., Bae, H. (2008). Analytic hierarchy process to assess and optimize distribution network. *Applied Mathematics and Computation*, 202, 256-265.
- Shukla, R.K., Gray, D., Agarwal, A. (2014). An integrated approach of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS in modeling supply chain coordination. *Production & Manufacturing Research*, 2(1), 415-437.
- Sofyalıoğlu, Ç. (2009). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Uygun Altı Sigma Metodolojisinin Seçimi. *Yönetim ve Ekonomi*, 16(2), 1-17.
- Song, J. ve Zheng, J. (2015). The Application of Grey-TOPSIS Method on Teaching Quality Evaluation of the Higher Education. *iJET*, 10(8), 42-45.

- Taylan, O., Bafail, A., O., Abdulaal, R., M.S. and Kabli, M., R. (2014). Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies. *Applied Soft Computing*, 17, 105-116.
- Tayyar, N., Akcanlı, F., Genç, E., Erem, I. (2014). BİST'e Kayıtlı Bilişim ve Teknoloji Alanında Faaliyet Gösteren İşletmelerin Finansal Performanslarının Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 19-40.
- Thengane, S.K., Hoadley, A., Bhattacharya, Mitra, S., Bandyopadhyay, S. (2014). Cost-benefit analysis of different hydrogen production technologies using AHP and Fuzzy AHP. *International Journal of Hydrogen Energy*, 39, 15293-15306.
- Triantaphyllou, E., Shu, B., Sanchez, S.N., Ray, T. (1998). *Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach*. in J.G. Webster (ed.), *Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*, New York: John Wiley&Sons, 15, pp.175-186.
- Tyagi, M., Kumar, P. and Kumar, D. (2014). A hybrid approach using AHP-TOPSIS for analyzing e-SCM performance. *Procedia Engineering*, 97, 2195-2203.
- Vatansever, K. (2013). Kamu Hastanelerinde Mal Alım Kararlarının Bulanık AHP Yöntemiyle Değerlendirilmesi ve Gediz Devlet Hastanesi Uygulaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 225-244.
- Verma, D.S. and Pateriya, A. (2013). Supplier Selection through Analytical Hierarchy Process: A Case Study In Small Scale Manufacturing Organization. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 4(5), 1428-1433.
- Vinodh, S., Prasanna, M. and Prakash, N. H. (2014). Integrated Fuzzy AHP-TOPSIS for selecting the best plastic recycling metod: A case study. *Applied Mathematical Modelling*, 38, 4662- 4672.
- Vural, M. (2002). Düşünce Tarihinde Mantık: Aristoteles Mantığından Bulanık Mantığa. *Kutadgubilig*, 2, 179-192.
- Wang, H-C., Chiu, W-P., Wu, S-C. (2015). QoS-driven selection of web service considering group preference. *Computer Networks*, 93, 111-124.

Yavuz, S. (2012). Öğretmenlerin Otomobil Tercihlerinde Etkili Olan Faktörlerin Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle Belirlenmesi. *DPUJSS*, 32(II), 29-46.

Yıldırım, F. ve Önder, E. (2014). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Bursa: Dora Yayınları.

## A Service Quality Application Focusing on the Comparison of Multi-Criteria Decision Making Methods

### Extended Abstract

#### 1. Introduction

Decision simply refers to making a based on certain criteria. For the decisions related to a company or a group other than the individual ones, it is a must that the decisions should be based on scientific ground instead of intuitional aspects. This obligation also requires acting logically for rationality and effectiveness in the process of the decision making.

There have been several classical and fuzzy logic based methods in the literature for the solution of the multi-criteria decision making (MCDM), referring to the situations that require inclusion of several criteria from several options. As the Analytic Hierarchy Process (AHP) provides considerable easiness in terms of the accountability and the intelligibility, it is highly preferred among these methods. Just as AHP, which is used for the problems of MCDM alone, they are often used together with different methods. In such situations the weights generally obtained by using AHP, are transferred to the other methods as an input. Therefore, Fuzzy AHP has a similar function as AHP. However, Fuzzy AHP relatively increases the mathematical transactions and makes them difficult in comparison to AHP.

In this study, it is aimed to find an answer to the question whether the ranking between decision points and the selection changes or not under conditions where criterion weights obtained from AHP and Fuzzy AHP are used with different methods as an input. For this purpose, it has been investigated whether there has been a differentiation in the results over the problem of MCDM in evaluating the service quality of the mobile phone brands.

#### 2. Method

In this study, four rival mobile phone brands, with no names revealed, have been specified and the quality of the service they offer has been evaluated by using "AHP+TOPSIS", "Fuzzy AHP+TOPSIS", "AHP+VIKOR" and "Fuzzy AHP+VIKOR" methods.

Among the aforementioned methods AHP is a multiple-criteria decision-making means "which can make pair-wise comparisons using eigenvalue approach between the criteria and carry out the calibration of the numerical scale used in the measurement of the quantitative and the qualitative performance" (Yıldırım ve Önder, 2014, 22). On the other hand, Fuzzy AHP is a decision making technique in which fuzzy logic is used together with the AHP method. TOPSIS was developed by Hwang and Yoon in 1981. This method is based on the determination of the distance of decision points from the positive and negative ideal solution and ranking the decision points (Chen, 2000, 2). VIKOR provides maximum group benefit and also aims to reach a consensus that guarantees minimum individual regret (Opricovic ve Tzeng, 2004, 447).

Field work for the relevant problem was performed in the province of Giresun and 12 experts in mobile phone industry, were specified to identify the weights of the criteria. To evaluate the service quality of four phone brands, encoded as A1, A2, A3 and A4, 385 people have been surveyed. For determining the criteria, “quality of service model” developed by Parasuraman et al. (1985) has been utilized; 22 inferior decision criteria gathered under 5 main criteria have been designated. The weights of criteria have been determined with AHP and Fuzzy AHP; they have been transferred from here to TOPSIS and VIKOR methods as input. All calculations have been done on Microsoft Office Excel 2013 software.

### **3. Results and Discussion**

Firstly, AHP has been used to determine the weights of decision-making for the solution of MCDM problem handled. In this stage, firstly, pair-wise comparison matrixes have been created and the consistency rates of all matrixes have been calculated. These calculations relevant to all matrixes have suggested that inconsistency is within the acceptable limits. The findings obtained have shown that according to AHP method, the important main criterion reliance is 0,3163 and respectively it is followed by reliability with 0,2800, eagerness with 0,1501, the physical features with 0,1487, and empathy, the main criterion with 0,1048.

At the next stage, the weights of the criteria have been calculated by means of using Fuzzy AHP. The triangular fuzzy numbers have been used to make the matrixes fuzzy. Then, the weights have been calculated by using Chang’s order analysis. According to Fuzzy AHP, the main criteria are as follows: the reliance is 0,2711; the reliability is 0,2461, the physical features and eagerness are 0,1717 and the empathy is 0,1394. In terms of the importance weight of the sub-criteria, Fuzzy AHP has given the same results. Even if the weight of the criteria differentiates according to the method selected, no significant changes have taken place in the order of importance.

After the weights have been calculated, base MCDM problem has been solved separately by using respectively “AHP+TOPSIS”, “Fuzzy AHP+TOPSIS”, “AHP+VIKOR” and “Fuzzy AHP+VIKOR” methods together. Obtained results reveal that whichever method is chosen, gradation among alternatives does not change; alternatives are arranged as  $A2 > A1 > A3 > A4$  consistently and A2 alternative displays the best performance in terms of service quality.

### **4. Conclusion**

In this study, it has been investigated whether the weights obtained through AHP and Fuzzy AHP have made a change on the final results in the case AHP and Fuzzy AHP methods are used in combination with different decision making methods. In the study, all methods have been examined in detail and a considerable importance has been placed on their mathematical displays. Through this method, it is aimed to clearly show the differences and similarities between the algorithms of the methods.

Although the results indicate that the weights obtained according to AHP and Fuzzy AHP change, it has been understood that the order and the final result have not changed between the alternatives by using the methods of TOPSIS and VIKOR methods. In other words, they tolerated the differentiated weights in TOPSIS and VIKOR, AHP and Fuzzy AHP. Thus, it is understood that the use of fuzzy AHP does not go beyond increasing the number of mathematical transactions when compared to AHP and relatively extending the duration of the final result in Excel program.

