

Cep Telefonu Seçiminin Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bulanık Analitik Ağ Süreci ile Belirlenmesi

Özlem AKAY*
Nimet Yapıcı PEHLİVAN**

ÖZ

Son yıllarda günlük yaşamın vazgeçilmezleri arasına giren cep telefonları sayesinde, iletişim sektöründe hızlı bir değişim ve ihtiyaca yönelik gelişmeler yaşanmaktadır. "Mükemmel bir cep telefonu nasıl olmalı ve hangi özellikleri kendisinde barındırmalıdır?" sorusunun cevabı elbette yıllar geçtikçe değişecektir. Ancak günün ihtiyaçları, günün cep telefonu işletim sistemlerinin eksik görülen yanlarına bakarak rahatlıkla anlaşılabilir. Günümüzde cep telefonlarının tercih edilmesinde gelişen hızlı teknolojiye bağlı olarak çok sayıda kriterin (fiyat, donanım, işletim sistemi vb.) karar vericiler tarafından dikkate alındığı görülmektedir. Eskiden sadece pahalı ve üst seviye cep telefonlarına konulan pek çok yazılım ve donanım özelliği, günümüzde daha ekonomik cep telefonlarında da mevcuttur. Bu sayede cep telefonları, bilgisayar erişimi olmadığında içinde bulunan bilgi çağının gereksinimlerine erişim sağlayan aygıtlar olarak önem kazanmaktadır. Cep telefonu, kolayca taşınabilen, geniş ve kablosuz kapsama alanlı telefon sistemini kullanan bir aygıt olduğundan, son yıllarda günlük yaşamın vazgeçilmezleri arasına girmeyi başarmıştır. Hızla değişen teknolojiyle rekabet ortamındaki firmalar tüketicinin isteklerine cevap verebilecek nitelikte çeşitli özellik, boyut, renk ve tasarımlara sahip cep telefonları üretmektedirler.

Bu çalışmada, Selçuk Üniversitesi'nde öğrenim gören öğrencilerin değişen ve gelişen teknolojiyle birlikte tercih ettikleri cep telefonu markalarının belirlenmesi amacıyla çok kriterli karar verme yöntemlerinden Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) ve Bulanık Analitik Ağ Süreci (BAAS) uygulanmıştır. BAHS yöntemi hiyerarşik yapıyı yani birimlerin tek yönlü ilişkisini ele alırken, BAAS yöntemi birimler arasındaki iç bağımlılık, dış bağımlılık ve geri bildirim gibi karmaşık ilişkileri dikkate almaktadır. Çalışma kapsamında, piyasada satışı en çok yapılan beş cep telefonu markası ele alınmış ve cep telefonu seçiminde etkili olan dört ana kriter (Fiyat, Dizayn, Teknik özellikler ve Ağ bağlantıları) ve bunlara ilişkin onyediy alt kriter belirlenmiştir. Selçuk Üniversitesi'nde öğrenim gören 383 öğrenciye, ikili karşılaştırmalar içeren soruların yer aldığı bir anket formu uygulanmıştır. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılarak hesaplanan ana kriter ağırlıklarına bakıldığında, öğrencilerin cep telefonu seçiminde Fiyat kriterinin en etkili kriter olduğu görülmüş, bunu Dizayn, Teknik özellikler ve Ağ bağlantıları kriterleri takip etmiştir. Her iki yöntemden elde edilen sıralama sonuçlarına göre, Nokia marka cep telefonunun öğrenciler tarafından en çok tercih edilen marka olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci, Bulanık Analitik Ağ Süreci, Cep Telefonu seçimi, Çok Kriterli Karar Verme

Determination of Mobile Phone Selection with Fuzzy Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Analytic Network Process

ABSTRACT

Thanks to the mobile phones that have become indispensable in everyday life in recent years, there is a rapid change in the communication sector and developments in need. The answer to the question "How should an excellent mobile phone be and what features should it have in itself?" will of course change over time. However, the needs of the day can be easily understood by looking at the missing aspects of the day's mobile phone operating systems. Today, it seems that many criteria (price, hardware, operating system, etc.) have been taken into consideration by decision makers depending on the fast technology that is preferred in mobile phones. Many software and hardware features formerly used only in expensive and high-end mobile phones are also available on more affordable mobile phones today. In this regard, mobile phones are gaining importance as devices providing access to the needs of the information age, even when there is no computer access. Since the mobile phone is a device that can be easily transported and uses a wide and wireless coverage phone system, it has become one of the indispensable parts of everyday life in recent years. Firms competing with rapidly changing technology produce mobile phones with various features, sizes, colors and designs that can meet the demands of consumers.

In this study, Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) and Fuzzy Analytic Network Process (FANP) were applied to determine the mobile phone brands preferred by the students at Selçuk University with changing and developing technology. While the FAHP method is hierarchical, i.e., it deals with the one-way relationship of units, the FANP method takes into account complex relationships such as internal dependency, external dependency, and feedback among the units. Within the scope of the study, five mobile phone brands that were sold the most in the market were handled and four main criteria (Price, Design, Technical features and Network connections) and their seventeen sub criteria that are effective in mobile phone selection, were

*Arş. Gör., Çukurova Üniversitesi, orcid no: 0000-0002-9539-7252, ozlemakay15@hotmail.com

**Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, orcid no: 0000-0002-7094-8097, nimet@selcuk.edu.tr

Makalenin Gönderim Tarihi: 03.05.2018; Makalenin Kabul Tarihi: 06.09.2018

determined. A questionnaire form was applied to 383 students educated at Selçuk University including questions based on pairwise comparisons. As a result of the evaluation of the questionnaires, mobile phone brands preferred by the students were determined by Fuzzy Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Analytic Network Process methods which are multi criteria decision making methods. When the main criterion weights calculated by using the Fuzzy Analytic Hierarchy Process were examined, it was found that the price criterion was the most effective criterion in the mobile phone selection of the students, followed by the criteria of Design, Technical Features and Network Connections. According to the ranking results obtained from both methods, it is seen that Nokia brand mobile phones are the most preferred brand by students.

Keywords: Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Analytic Network Process, Mobile Phone Selection, Multi-criteria Decision Making.

1. Giriş

Cep telefonları, her geçen gün gelişen teknolojik sistemler sayesinde daha da geliştirilerek günlük yaşamın vazgeçilmezleri arasına girmeyi başarmıştır. Bu nedenle, iletişim sektöründe hızlı bir değişim ve gündün güne artan ihtiyaca yönelik gelişmeler yaşanmaktadır. Geçmiş yıllarda daha çok konuşmaya yönelik olan cep telefonlarının, günümüzde bilgisayarlara ait birçok özelliğe sahip olduğu görülmektedir. Uluslararası pazar araştırma şirketi Millward Brown'ın, Türkiye'de 11 ilde 18 yaş üstü 450 kişi ile bilgisayar destekli olarak yüz yüze yaptığı araştırma ile Türk tüketicisinin ürün yenileme alışkanlığına ilişkin sonuçlar ortaya konmuştur. Araştırma sonucunda, son 1 yıl içerisinde 100 kişiden 50'sinin cep telefonu satın aldığı, tüketicilerin ortalama 2.5 yılda bir cep telefonlarını yenilediği ve 2010 yılında her 10 kişiden 7'sinin cep telefonu satın aldığı belirlenmiştir.

Karar verme, bir çok kriter göz önüne alınarak alternatif seçenekler arasında en iyi olanın seçilmesi sürecidir. Verilecek olan kararlarda karar vericinin dikkate aldığı belirli kriterler, ölçütler ve seçenekler vardır. Bazı kararlar tek bir kritere bağlı olarak verilebilirken, bazılarının ise birden çok kritere bağlı olarak verilmesi gerekir. Bu gibi durumlarda, her bir kriter verilecek karar üzerinde belirli oranlarda etkili olur (Özden,2008; 300).Karar verme, yalnızca kişiler için değil kuruluşlar için de çok önemlidir. Birçok masraf yapılarak toplanan bilgilerin ardından bunların değerlendirilmesi ve bir karara bağlanması, özellikle karmaşık ve hayati kararların verilmesinde modern tekniklere başvurulmasını gündeme getirmiştir (Aslan, 2005; 1).

Bu çalışmada, Selçuk Üniversitesi'nde öğrenim gören öğrencilerin, değişen ve gelişen teknolojiyle birlikte tercih ettikleri cep telefonu markalarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, piyasada satışı en çok yapılan beş cep telefonu markası (Nokia, Samsung, Sony Ericson, LG, Trident) alternatifler olarak belirlenmiştir. Cep telefonu satışı yapan internet siteleri incelenerek, cep telefonu satın almada en etkili dört ana kriter ve bunlara ilişkin onyediy alt kriter belirlenmiştir. Selçuk Üniversitesi öğrencilerinin en çok tercih ettikleri cep telefonu markalarının sıralamasını elde etmek için çok kriterli karar verme yöntemlerinden Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) ve Bulanık Analitik Ağ Süreci (BAAS) yöntemleri kullanılmıştır.

2. Literatür Taraması

Wolfslehner ve ark. (2005), sürdürülebilir yönetimi ve kriterler-göstergeler yaklaşımını önermiş ve Analitik Ağ Süreci (AAS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)yöntemlerinden elde edilen sonuçları karşılaştırmışlardır. Saaty ve ark. (2007), uygun insan kaynakları tahsis problemlerinde lineer programlama ve AHS yöntemini birlikte uygulamışlardır. Monveark. (1994), silah sistemlerini değerlendirmek için entropi ağırlığına dayalı BAHS yöntemini kullanarak genel bir karar verme yöntemi önermişlerdir. Mikhailov ve Singh (2003), karar verme sürecinde belirsiz insan tercihlerini girdi bilgileri olarak kullanan AAS'nin bulanık bir uzantısını önermişlerdir. Önceliklendirme aşamasında yeni bir bulanık tercih programlama yöntemi uygulamışlardır. Kahraman vd.(2004), en iyi müşteri memnuniyetini sağlayan yemek firmasını seçmek amacıyla BAHS yöntemini kullanmışlardır. Bu amaçla, Türkiye'de faaliyet gösteren üç yemek firmasının müşterileri ile görüşülmüş ve müşteriler tarafından belirlenen kriterler dikkate alınarak bir seçim yapılmıştır. Tesfamariam ve Sadiq (2006), bulanık tabanlı teknikler kullanılarak belirsizlik tiplerini değerlendirmişler ve bulanık aritmetik işlemleri kullanılarak Geleneksel AHS'yi BAHS'ye dönüştürmüşlerdir. Dağdeviren (2007), BAHS yöntemi ile personel seçimi probleminin çözümüne yönelik bir algoritma önermiştir. Promentilla vd. (2008), AAS yaklaşımının değer yargısı ortaya çıkarma sırasında belirsizlik ve bulanıklığı yakalayamadığını düşünerek bu eksikliği gidermek amacıyla BAAS yaklaşımı

kullanılan bir değerlendirme yöntemi sunmuşlardır. Haq ve Kannan (2006), satıcı seçimini değerlendirmek için AHS ve BAHS'yi kullanarak yapılandırılmış bir model önermişlerdir. Lee vd. (2008), Tayvan'daki bir imalat sanayinde bilişim teknolojisi departmanını değerlendirmek amacıyla BAHS ve dengeli puan kartına (BSC) dayalı bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Wang ve Chin (2008), bulanık ikili karşılaştırma matrisleri için normalleştirilmiş bulanık ağırlıkları üretmek amacıyla doğrusal hedef programlama modelini kullanan BAHS için basit öncelik yöntemi önermişlerdir. Kahraman vd. (2009), en iyi yenilenebilir enerji alternatifini belirlemek için BAHS ve bulanık aksiyomatik tasarım yöntemi ile çözüm yapmış ve sonuçları karşılaştırmışlardır. Dağdeviren vd. (2009), BAAS yöntemini kullanarak sektörün rekabet seviyesini Porter'in beş etkili analizinin organizasyonu kapsamında ölçmüşlerdir. Ayağ ve Özdemir (2009), yüksek ve alçak seviyeli elemanlar arasında bağımlılık, geribildirim ve çeşitli etkileşimleri sağlayamaması nedeniyle Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yerine Analitik Ağ Süreci (AAS)'ni incelemişlerdir. Karar vericinin kararının belirsiz olması ve AAS'nin ikili karşılaştırmalarda yetersiz kalması nedeniyle bulanık mantık kavramını kullanmışlardır. Seçme vd. (2009), bankaların performanslarını değerlendirmek amacıyla BAHS ve TOPSIS yöntemlerini birleştiren bir karar modeli önermişlerdir. Bu amaçla, Türk Bankacılık sektörünün en yüksek beş ticari bankasını incelenmiş ve bu bankaları çeşitli mali ve mali olmayan göstergeler açısından değerlendirmişlerdir. Tiryaki ve Ahlatçioğlu (2009), portföy seçimi problemi için iki kısıtlı BAHS yöntemini ele almışlardır. Kabir ve Sumi (2014), BAHS yöntemini PROMETHEE yöntemi ile birleştirerek basit, sistematik ve mantıklı bir bilimsel yaklaşım önermişlerdir. Mikhailov ve Singh (2003), karar verme sürecinde girdi bilgisi olarak belirsiz insan tercihlerini kullanan AAS'nin bulanık bir uzantısı önermişlerdir. Tuzkaya ve Önüt (2009), Türkiye ve Almanya arasında en uygun ulaşım türünü belirlemek için BAAS yöntemini kullanmışlardır. Razmi vd. (2009), potansiyel tedarikçileri değerlendirmek ve satıcıya göre en iyi olanı seçmek için BAAS modeli geliştirmişlerdir. Vinodh vd. (2011), Hindistan'da faaliyet gösteren bir üretim şirketi için en iyi tedarikçiyi tespit etmek amacıyla BAAS yöntemini kullanmışlardır. Kumar ve Maiti (2012), endüstriyel birimin bakım politikası seçimi için BAAS yöntemini kullanmışlardır. He vd. (2015), BAAS yöntemini kullanarak Çin'deki Şanghay Expo inşaat projesi için karışık ölçüm modeli geliştirmişlerdir. Aydın (2004), üniversite gençliğinin cep telefonu kullanımları ile bunun nedenlerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Felek vd. (2007), cep telefonu operatörlerinin değişen ve gelişen teknoloji ile birlikte pazara hakim olma istekleri doğrultusunda ortaya koydukları çabaların modellenmesini ve bir çok kriterli karar modeli sayesinde pazar paylarının tahmin edilmesi konusunu ele almışlardır.

3. Materyal ve Metot

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), ilk olarak Myers ve Alpert (1968) tarafından ortaya atılmış ve 1970'lerde Saaty tarafından çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmak üzere bir model olarak geliştirilmiştir. Gerçek hayatta birçok karar verme probleminin çözümünde etkin bir biçimde kullanılan AHS yöntemi, ikili karşılaştırmalar sürecinde gerçel sayıların kullanılması açısından eleştirilmiştir. Özellikle nitel faktörlerin karşılaştırılmasında gerçel sayıların kullanılması karar verici için önemli bir güçlüktür. Yapılan farklı çalışmalarda bu problemin aşılabilmesi için bulanık sayıların kullanılması önerilmiştir (Dağdeviren, 2007; 793).

3.1. Bulanık Kümeler

"Bulanıklık", bir kelimenin anlamında ya da bir kavramın tanımında bulunabilen bir belirsizliktir. Örneğin, "yaşlı insan", "yüksek ısı" ya da "küçük sayı" gibi ifadelerle benzer açıklamalardaki kesin olmama, bulanıklık olarak adlandırılır. Bulanık Küme Teorisi, gerçek hayat koşullarındaki eksik bilgi ve olaylardan dolayı kesin matematiğin yeterli olmadığı belirsizlik durumlarının matematiksel olarak açıklanmasını ve bir fonksiyon yardımıyla ifade edilmesini öngörmektedir. Aslında, klasik küme kavramının genişletilmiş şekli olan bulanık kümeler ile ilgili ilk çalışma, Zadeh (1965) tarafından yapılmıştır. Bu tarihten sonra işletme, ekonomi, yapay zeka/uzman sistem, yöneylem araştırması vb. alanlarda uygulanmaya başlanmıştır (Yapıcı, 2000; 5-6).

Bir \tilde{A} bulanık kümesi, Zadeh (1965) tarafından

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) | x \in X\} \quad (1)$$

biçiminde tanımlanmıştır. Eşitlik (1)'de, $\mu_{\tilde{A}}(x) : X \rightarrow [0,1]$ üyelik fonksiyonunu göstermektedir.

Zimmermann'a (1991) göre bir \tilde{A} bulanık sayısı, dışbükey, normal bir gerçek düzlem \mathbb{R} ' de tanımlı \tilde{A} bulanık kümesi olarak tanımlanır. Literatürde en çok kullanılan bulanık sayı türü üçgensel bulanık sayılardır. $\tilde{A} = (l, m, u)$ biçiminde gösterilen bir üçgensel bulanık sayının üyelik fonksiyonu,

$$\mu_{\tilde{M}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x < l, x > u \end{cases} \quad (2)$$

olarak ifade edilir. Eşitlik (2)'de; l , m ve u sırasıyla \tilde{A} üçgensel bulanık sayısının alt sınırını, orta değerini ve üst sınırını göstermektedir (Kahraman vd., 2004; 174).

$\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ iki üçgensel bulanık sayı olmak üzere, temel aritmetik işlemler şu şekilde verilir (Yapıcı, 2000; 26-27):

$$\text{Toplama: } \tilde{A}_1 + \tilde{A}_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (3)$$

$$\text{Çıkarma: } \tilde{A}_1 - \tilde{A}_2 = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2) \quad (4)$$

$$\text{Çarpma: } \tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 \approx (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2) \quad (5)$$

$$\text{Ters alma: } (\tilde{A}_1)^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right) \quad (6)$$

$$k \text{ sabiti ile çarpım: } k\tilde{A}_1 = \begin{cases} (kl_1, km_1, ku_1), & k > 0 \\ (ku_1, km_1, kl_1), & k < 0 \end{cases} \quad (7)$$

Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bulanık Analitik Ağ Süreci yöntemlerinde, bulanık ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması için kullanılan dilsel ifadeler ve bunlara ilişkin bulanık sayı karşılıkları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Bulanık ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında kullanılan dilsel ifadeler ve bulanık sayı karşılıkları

| Dilsel İfade | Bulanık sayı karşılığı | Bulanık sayı eşleniği |
|-------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Eşit derecede önemli | (1,1,1) | (1,1,1) |
| Zayıf derecede önemli | (2/3,1,3/2) | (2/3,1,3/2) |
| Oldukça güçlü derecede önemli | (3/2,2,5/2) | (2/5,1/2,2/3) |
| Çok kuvvetli derecede önemli | (5/2,3,7/2) | (2/7,1/3,2/5) |
| Mutlak derecede önemli | (7/2,4,9/2) | (2/9,1/4,2/7) |

Kaynak: (Kahraman vd., 2004; 180)

3.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi

Bulanık küme teorisi ve hiyerarşik yapıyı birlikte kullanarak, birden çok kriterin mevcut olması durumunda en iyi seçeneği belirlemeye veya seçenekleri sıralamaya yönelik birçok Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) yöntemi önerilmiştir. BAHS'ye ilişkin ilk çalışma, Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından önerilen ve üçgensel bulanık sayıları kullanarak bulanık oranları kıyaslamaya dayalı yöntemdir. Buckley (1985), yamuksal bulanık sayıları kullanarak BAHS için bir yöntem geliştirmiştir. Chang (1996), ikili karşılaştırma ölçeği için üçgensel bulanık sayıları ve ikili karşılaştırmaların yapay derece

değerleri için derece analizi yöntemini kullanan BAHS yaklaşımını önermiştir. Literatürde yer alan birçok BAHS yöntemi, yorucu aritmetik hesaplamalar kullanarak bulanık değerler ile ilgilenmekte ve kesin bir sonuca ulaşmak için ayrıca durulaştırma işlemine ihtiyaç duymaktadır. Chang(1996) tarafından BAHS için önerilen genişletme analizi yönteminde ise, hesaplamalar bulanık sayıların kesişimi yöntemiyle yapıldığı için ayrıca durulaştırma işlemi gerekmemektedir (Çanlı ve Kandakoğlu, 2007; 73).

Chang (1996)'ın Genişletilmiş Analiz Yöntemi Algoritması:

$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ nesnel kümesi ve $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ amaçlar kümesi olsun. Her bir nesne alınır ve her bir amaç (g_i) için genişletme analizi uygulanır. Genişletme ifadesi ile bu nesnenin amacı ne kadar gerçekleştirdiği ifade edilmektedir. Sonuçta, her bir nesne için m tane genişletme analizi değeri $M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, i = 1, 2, \dots, n$ elde edilir. $M_{g_i}^j, j = 1, 2, \dots, m$ değerleri üçgensel bulanık sayılardır ve $M_{g_i} = (l_i, m_i, u_i)$ biçiminde gösterilmektedir.

Adım 1. i . nesne için genişletme analizi değeri $M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, i = 1, 2, \dots, n$ olmak üzere, i . nesneye ilişkin bulanık yapay büyüklük değeri,

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \tag{8}$$

eşitliğinden hesaplanır. Eşitlik (9)'da:

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \tag{9}$$

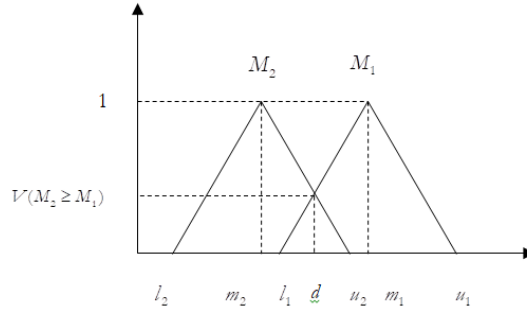
$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^m u_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \tag{10}$$

olarak hesaplanır.

Adım 2. $M_2 \geq M_1$ için olabilirlik derecesi,

$$\begin{aligned} V(M_2 \geq M_1) &= \sup \left[\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)) \right] \\ &= hgt(M_1 \cap M_2) \\ &= \mu_{M_2}(d) \\ &= \begin{cases} 0, & l_1 \geq u_2 \\ 1, & m_2 \geq m_1 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer durumlar} \end{cases} \end{aligned} \tag{11}$$

olarak tanımlanır. Şekil 1'de d , μ_{M_1} ve μ_{M_2} arasındaki en yüksek kesişim noktasının ordinatını göstermektedir.



Şekil 1. M_1 ve M_2 arasındaki kesişim

(Kahraman vd., 2004; 176)

Adım 3. Konveks bir bulanık sayının olabilirlik derecesinin k tane konveks bulanık sayıdan $M_i, (i=1,2,\dots,n)$ daha büyük olması,

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \cap (M \geq M_2) \cap \dots \cap (M \geq M_k)] \quad (12)$$

$$= \min V(M \geq M_i), i = 1, 2, \dots, n$$

biçiminde tanımlanır. Burada $k = 1, 2, \dots, n; k \neq i$ için

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (13)$$

olarak ifade edilir ve ağırlık vektörü,

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (14)$$

biçiminde elde edilir.

Adım 4. Normalize edilmiş ağırlık vektörü;

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (15)$$

olarak bulunur. Burada, W ağırlık vektörü bulanık bir sayı değildir (Chang, 1996; 649-651).

3.3. Bulanık Analitik Ağ Süreci Yöntemi

Analitik Ağ Süreci (AAS) yönteminde karar vericiler, olası alternatifler kümesini değerlendirirken belirsizlik ve anlam karmaşıklıkları ile karşılaşabilirler. Ayrıca, kişiler tarafından nitel özellikler üzerine yapılan değerlendirmeler her zaman öznel ve bu değerlendirmelerde bir kesinlik söz konusu değildir. Karar vericilerin düşüncelerindeki bu belirsizlikten dolayı, AAS'de yapılan ikili karşılaştırmalar, karar vericilerin gerçek düşüncelerini yansıtmakta yetersiz kalabilmektedir. AAS yöntemindeki bu eksikliği giderebilmek için, ikili karşılaştırmalar yapılırken bulanık sayıların esas alındığı Bulanık Analitik Ağ Süreci (BAAS) yöntemi önerilmiştir.

Bulanık Analitik Ağ Süreci Algoritması

Adım 1. Tüm iç bağımlılıklar, dış bağımlılıklar ve geri beslemeler göz önüne alınarak bir ağ yapısı oluşturulur.

Adım 2. BAHS yönteminden elde edilen ağırlık vektörlerine ek olarak her bir alt kriter göre, bu alt kriteri etkileyen tüm alt kriterlerin birbirleri ile olan ilişkileri ve tüm alt kriterlerin birbirleri ile olan ilişkilerini göz önüne alan bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Bulanık ikili karşılaştırmalar, Tablo 1'de verilen bulanık ölçek kullanılarak yapılır.

Adım 3. BAHS yöntemi kullanılarak hesaplanan ağırlıklar yardımıyla, ağırlıklandırılmış süpermatris ve limit süpermatris elde edilir. Limit süper matristen her bir alternatif için bir öncelik ağırlığı elde edilir ve en büyük öncelik ağırlığına sahip olan alternatif en iyi olarak belirlenir.

Tablo 2. AHS yönteminde kullanılan önem ölçeği ve açıklamaları

| Önem Derecesi | Tanım | Açıklama |
|---------------|--|--|
| 1 | Eşit önem | İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur |
| 3 | Birinin diğerine göre çok az önemli olması | Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok az derecede tercih ettirir. |
| 5 | Kuvvetli derecede önemli | Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettirir. |
| 7 | Çok kuvvetli düzeyde önemli | Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür. |
| 9 | Aşırı derecede önemli | Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük güvenilirliğe sahiptir. |
| 2,4,6,8 | Ortalama değerler | Uzlaşma gerektirdiğinde kullanmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler |

Kaynak: (Saaty, 2008; 86)

4. Bulgular

Bu çalışmanın amacı, Selçuk Üniversitesi'nde öğrenim gören öğrencilerin, değişen ve gelişen teknolojiyle birlikte en çok tercih ettikleri cep telefonu markalarına ilişkin sıralamanın bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinden Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bulanık Analitik Ağ Süreci ile belirlenmesidir.

Çalışmanın ilk aşamasında, cep telefonu seçiminde rol oynayan ana kriterler, bu ana kriterlere ilişkin alt kriterler ve alternatifler belirlenmiştir. Alternatifler, piyasada en çok satışı yapılan ve farklı bütçelere sahip öğrencilerin satın alabilme durumlarına göre, Nokia, Samsung, LG, Sony Ericson ve Trident markaları olarak belirlenmiştir. Cep telefonu satışı yapan internet sitelerinin incelenmesi sonucunda, cep telefonu markalarında bulunan özellikler ve kullanıcıya sunduğu olanaklar göz önünde bulundurularak belirlenen dört ana kriter ve bunlara ilişkin onyediy alt kriter Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Cep telefonu seçiminde kullanılacak ana kriterler ve alt kriterler

| Amaç | Kriterler | Alt Kriterler |
|---|-------------------|---|
| Öğrencilerin tercih ettiği cep telefonu markasının belirlenmesi | Fiyat | Düşük Orta Yüksek |
| | Dizayn | Dokunmatik Katlanır Klasik Sürgülü |
| | Ağ Bağlantıları | WAP GPRS 3G Bluetooth |
| | Teknik Özellikler | Çift simkart Küresel Konumlama Sistemi (GPS) Kamera |

Cep telefonu seçiminde etkili olan ana kriterler ve bunlara ilişkin alt kriterler belirlendikten sonra, bunların karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi ve öncelik ağırlıklarının elde edilebilmesi amacıyla bir anket formu hazırlanmıştır. Selçuk Üniversitesi Rektörlüğü'nden 2010 yılında alınan verilere göre, 80381 öğrenci öğrenim görmektedir. Farklı ana kütle büyüklükleri için hesaplanan örneklem büyüklükleri tablosundan yararlanarak, örneklem büyüklüğü 383 olarak belirlenmiş ve Konya il merkezinde bulunan 16 fakülte arasından basit rasgele örnekleme yöntemi ile 9 fakülte seçilmiştir. Her fakülteden seçilen öğrenci sayısı,

örneklem büyüklüğünün o fakültede öğrenim gören öğrenci sayısına oranlanmasıyla belirlenmiştir. Buna göre;

Fen Fakültesi'nde öğrenim gören 1206 öğrenci arasından 26,
İletişim Fakültesi'nde öğrenim gören 1704 öğrenci arasından 37,
Ziraat Fakültesi'nde öğrenim gören 1365 öğrenci arasından 30,
Meram Tıp Fakültesi'nde öğrenim gören 1003 öğrenci arasından 22,
Dış Hekimliği Fakültesi'nde öğrenim gören 365 öğrenci arasından 8,
İktisat Fakültesi'nde öğrenim gören 4680 öğrenci arasından 101,
Veteriner Fakültesi'nde öğrenim gören 937 öğrenci arasından 20,
Güzel Sanatlar Fakültesi'nde öğrenim gören 290 öğrenci arasından 6,
Mühendislik Fakültesi'nde öğrenim gören 6143 öğrenci arasından 133
öğrenci seçilmiştir.

4.1. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Çözüm

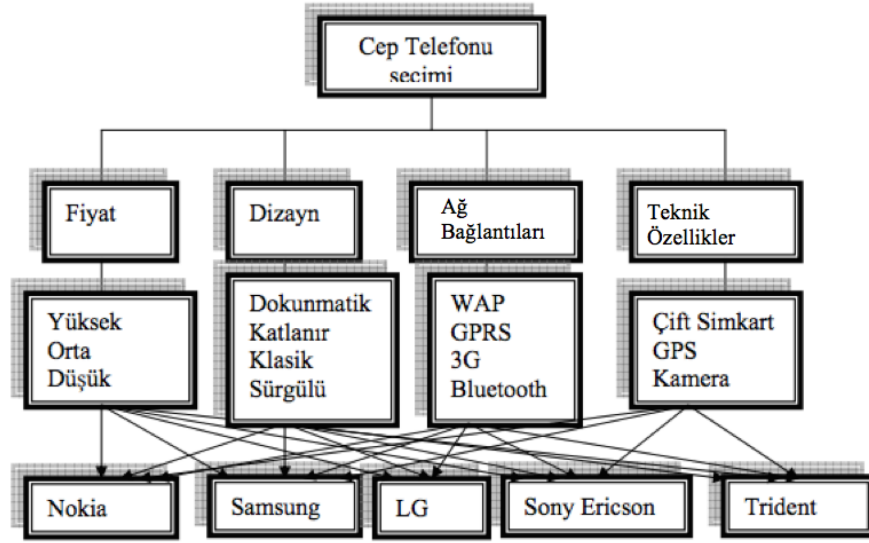
Selçuk Üniversitesi'nde öğrenim gören 383 öğrenciye yüz yüze uygulanan anket formunda, amaca göre ana kriterlerin değerlendirildiği, her bir ana kritere ilişkin alt kriterlerin değerlendirildiği ve alternatiflerin her bir alt kritere göre değerlendirildiği ikili karşılaştırmalar yer almaktadır. Anketlerde, ikili karşılaştırmaların değerlendirilmesinde Saaty (2008) tarafından önerilen ve Tablo 2'de verilen 1-9 önem ölçeği kullanılmıştır. 383 öğrenci için oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin geometrik ortalaması alınarak tek bir ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Bu işlem tüm ana kriterler, alt kriterler ve alternatiflerin değerlendirildiği ikili karşılaştırma matrisleri için gerçekleştirilmiştir. Ele alınan ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlığı incelendiğinde, tutarlılık oranının kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu görülmüştür.

Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri karar vericilerin yani öğrencilerin öznel değerlendirmelerini içerdiğinden, bulanıklık söz konusudur. Bu nedenle, ikili karşılaştırma matrisleri Tablo 1'de verilen ölçekte yer alan bulanık sayılar yardımıyla bulanık ikili karşılaştırma matrislerine dönüştürülmüştür. y , ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen sayıyı göstermek üzere, ikili karşılaştırmalara ilişkin bulanık sayı karşılıkları

$$y = \begin{cases} (1, 1, 1), & y = 1 \\ (\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2}), & 1 < y \leq 3 \\ (\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}), & 3 < y \leq 5 \\ (\frac{5}{2}, 3, \frac{7}{2}), & 5 < y \leq 7 \\ (\frac{7}{3}, 4, \frac{9}{2}), & 7 < y \leq 9 \end{cases} \quad (16)$$

olarak verilmiştir.

Tüm ana kriterler, alt kriterler ve alternatiflerin değerlendirilmesi için oluşturulan bulanık ikili karşılaştırma matrislerine Chang (1996) tarafından önerilen Genişletilmiş Analiz Yöntemi uygulanmış ve öğrencilerin cep telefonu satın alma tercihlerine ilişkin bir sıralamanın elde edilmesi amaçlanmıştır. BAHS yöntemi için oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Cep telefonu seçimi için Analitik Hiyerarşi Süreci yapısı

Ana kriterlerin amaca göre değerlendirildiği ikili karşılaştırma matrisi Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Ana kriterlerin amaca göre ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlık vektörü

| | Fiyat | Dizayn | Ağ Bağlantıları | Teknik Özellikler | Ağırlık |
|-------------------|---------------|---------------|-----------------|-------------------|---------|
| Fiyat | (1,1,1) | (3/2,2,5/2) | (3/2,2,5/2) | (2/3,1,3/2) | 0.380 |
| Dizayn | (2/5,1/2,2/3) | (1,1,1) | (3/2,2,5/2) | (2/3,1,3/2) | 0.268 |
| Ağ Bağlantıları | (2/5,1/2,2/3) | (2/5,1/2,2/3) | (1,1,1) | (2/3,1,3/2) | 0.113 |
| Teknik Özellikler | (2/3,1,3/2) | (2/3,1,3/2) | (2/3,1,3/2) | (1,1,1) | 0.239 |

Chang (1996)’ın Genişletmiş Analiz Yöntemi’ne göre, Eşitlik (2)’den yararlanarak tüm ana kriterler için S_i değerleri,

$$S_F = (4.667, 6.000, 7.500) \otimes (1/22.500, 17.500, 13.700) = (0.207, 0.342, 0.547)$$

$$S_D = (3.567, 4.500, 5.667) \otimes (1/22.500, 17.500, 13.700) = (0.158, 0.257, 0.413)$$

$$S_{A.B} = (2.467, 3.000, 3.833) \otimes (1/22.500, 17.500, 13.700) = (0.109, 0.171, 0.279)$$

$$S_{T.Ö} = (3.000, 4.000, 5.500) \otimes (1/22.500, 17.500, 13.700) = (0.133, 0.228, 0.401)$$

olarak hesaplanmıştır. Eşitlik (6) ve Eşitlik (7)’den yararlanarak, her bir ana kriter için $V(M_2 \geq M_1)$ değerleri,

$$V(S_F \geq S_D) = 1.000, V(S_F \geq S_{A.B}) = 1.000, V(S_F \geq S_{T.Ö}) = 1.000$$

$$V(S_D \geq S_F) = 0.706, V(S_D \geq S_{A.B}) = 1.000, V(S_D \geq S_{T.Ö}) = 1.000$$

$$V(S_{A.B} \geq S_F) = 0.297, V(S_{A.B} \geq S_D) = 0.586, V(S_{A.B} \geq S_{T.Ö}) = 0.719$$

$$V(S_{T.Ö} \geq S_F) = 0.629, V(S_{T.Ö} \geq S_D) = 0.895, V(S_{T.Ö} \geq S_{A.B}) = 1.000$$

olarak ve ağırlık vektörü $W' = (1.000, 1.000, 0.719, 1.000)^T$ biçiminde elde edilmiştir. Ağırlık vektörünün normalize edilmesiyle, amaca göre ana kriterlerin normalize edilmiş ağırlık vektörü $W_A = (0.380, 0.268, 0.113, 0.239)^T$ olarak hesaplanmış ve Tablo 4’te verilmiştir. BAHS yönteminden elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin cep telefonu seçiminde en etkili ana kriter Fiyat (0.380) iken, bunu Dizayn (0.268), Teknik özellikler (0.239) ve Ağ bağlantıları (0.113) ana kriterleri takip etmiştir.

Benzer şekilde, tüm alt kriterlerin ilişkili olduğu ana kriterlere göre alternatiflerin tüm alt kriterlere göre değerlendirilmesi sonucu oluşturulan bulanık ikili karşılaştırma matrislerine Chang (1996)'ın Genişletilmiş Analizi yöntemi uygulanmıştır. Fiyat, dizayn, ağ bağlantıları ve teknik özellikler ana kriterlerine ilişkin alt kriterlerin değerlendirildiği bulanık ikili karşılaştırma matrisleri ve hesaplanan ağırlık vektörleri Tablo 5-Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 5. Fiyat ana kriterine ilişkin alt kriterlerin bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve hesaplanan ağırlıklar

| | Düşük | Orta | Yüksek | Ağırlık |
|--------|---------------|---------------|-------------|---------|
| Düşük | (1,1,1) | (3/2,2,5/2) | (3/2,2,5/2) | 0.655 |
| Orta | (2/5,1/2,2/3) | (1,1,1) | (3/2,2,5/2) | 0.345 |
| Yüksek | (2/5,1/2,2/3) | (2/5,1/2,2/3) | (1,1,1) | 0.000 |

Tablo 5'ten, Fiyat ana kriterine ilişkin alt kriterlerin ağırlıkları incelendiğinde Düşük fiyat (0.655) kriterini, Orta fiyat (0.345) ve Yüksek fiyat (0.000) kriterlerinin takip ettiği görülmüştür.

Tablo 6. Dizayn ana kriterine ilişkin alt kriterlerin bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve hesaplanan ağırlıklar

| | Dokunmatik | Katlanır | Klasik | Sürgülü | Ağırlık |
|------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| Dokunmatik | (1,1,1) | (3/2,2,5/2) | (3/2,2,5/2) | (3/2,2,5/2) | 0.506 |
| Katlanır | (2/5,1/2,2/3) | (1,1,1) | (2/3,1,3/2) | (2/3,1,3/2) | 0.165 |
| Klasik | (2/5,1/2,2/3) | (2/3,1,3/2) | (1,1,1) | (2/3,1,3/2) | 0.165 |
| Sürgülü | (2/5,1/2,2/3) | (2/3,1,3/2) | (2/3,1,3/2) | (1,1,1) | 0.165 |

Tablo 6'ya göre, Dizayn ana kriterine ilişkin alt kriterlerin öncelik sıralaması Dokunmatik (0.506), Katlanır (0.165), Klasik (0.165) ve Sürgülü (0.165) olarak elde edilmiştir.

Tablo 7. Ağ Bağlantıları ana kriterine ilişkin alt kriterlerin bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve hesaplanan ağırlıklar

| | WAP | GPRS | 3G | Bluetooth | Ağırlık |
|-----------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------|
| WAP | (1,1,1) | (3/2,2,5/2) | (2/3,1,3/2) | (2/3,1,3/2) | 0.291 |
| GPRS | (2/5,1/2,2/3) | (1,1,1) | (2/3,1,3/2) | (2/3,1,3/2) | 0.219 |
| 3G | (2/3,1,3/2) | (2/3,1,3/2) | (1,1,1) | (3/2,2,5/2) | 0.291 |
| Bluetooth | (2/3,1,3/2) | (2/3,1,3/2) | (2/5,1/2,2/3) | (1,1,1) | 0.199 |

Tablo 7'den, Ağ Bağlantıları ana kriterine ilişkin alt kriterlerin ağırlıklarına göre WAP (0.291) ve 3G (0.291) kriterlerinin en önemli kriterler olduğu, bunları GPRS (0.219) ve Bluetooth (0.199) kriterlerinin takip ettiği görülmüştür.

Tablo 8. Teknik Özellikler ana kriterine ilişkin alt kriterlerin bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve hesaplanan ağırlıklar

| | Çift Simkart | Kamera | GPS | Ağırlık |
|--------------|---------------|---------------|-------------|---------|
| Çift Simkart | (1,1,1) | (2/3,1,3/2) | (3/2,2,5/2) | 0.418 |
| Kamera | (2/3,1,3/2) | (1,1,1) | (5/2,3,7/2) | 0.582 |
| GPS | (2/5,1/2,2/3) | (2/7,1/3,2/5) | (1,1,1) | 0.000 |

Tablo 8'e göre, Teknik Özellikler ana kriterine ilişkin alt kriterlerin ağırlıkları, Kamera (0.582), Çift Simkart (0.418) ve GPS (0.000) olarak sıralanmıştır.

Her bir alternatifin tüm alt kriterlere göre değerlendirildiği bulanık ikili karşılaştırma matrisleri Akay (2011)'de ayrıntılı biçimde verilmiştir. Burada örnek olarak, alternatiflerin "yüksek fiyat" alt kriterine göre değerlendirildiği bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve hesaplanan ağırlık vektörü Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Yüksek fiyat alt kriterine göre alternatiflerin bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlık vektörü

| Alternatifler | Samsung | Nokia | Sony Erc. | LG | Trident | Ağırlık |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------|
| Samsung | (1,1,1) | (2/3,1,3/2) | (3/2,2,5/2) | (3/2,2,5/2) | (3/2,2,5/2) | 0.329 |
| Nokia | (2/3,1,3/2) | (1,1,1) | (3/2,2,5/2) | (3/2,2,5/2) | (3/2,2,5/2) | 0.329 |
| Sony Erc. | (2/5,1/2,2/3) | (2/5,1/2,2/3) | (1,1,1) | (3/2,2,5/2) | (3/2,2,5/2) | 0.223 |
| LG | (2/5,1/2,2/3) | (2/5,1/2,2/3) | (2/5,1/2,2/3) | (1,1,1) | (3/2,2,5/2) | 0.117 |
| Trident | (2/5,1/2,2/3) | (2/5,1/2,2/3) | (2/5,1/2,2/3) | (2/5,1/2,2/3) | (1,1,1) | 0.000 |

Tablo 9’da bir örneği verilen alternatiflerin tüm alt kriterlere göre değerlendirilmesi sonucunda hesaplanan ağırlık vektörleri, Tablo 10-Tablo 13’te her bir alt kriterle ilişkin sütunda gösterilmiştir. Bu ağırlıkların ilişkili olduğu alt kriter ağırlıkları ile çarpımı sonucunda “Alternatif Öncelik Ağırlıkları” elde edilmiştir. “Fiyat”, “Dizayn”, “Ağ bağlantıları” ve “Teknik özellikler” ana kriterleri için hesaplanan alternatif öncelik ağırlıkları, sırasıyla Tablo 10-Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 10. Fiyat ana kriterinin alt kriterlerine göre hesaplanan alternatiflere ilişkin öncelik ağırlıkları

| Alternatifler | Düşük | Orta | Yüksek | Alternatif Öncelik |
|---------------|-------------|-------|--------|--------------------|
| | Ağırlıkları | | | |
| | 0.655 | 0.345 | 0 | |
| Samsung | 0.388 | 0.329 | 0.329 | 0.368 |
| Nokia | 0.525 | 0.329 | 0.329 | 0.457 |
| Sony Erc. | 0.085 | 0.223 | 0.223 | 0.133 |
| LG | 0.000 | 0.117 | 0.117 | 0.040 |
| Trident | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Tablo 11. Dizayn ana kriterinin alt kriterlerine göre hesaplanan alternatiflere ilişkin öncelik ağırlıkları

| Alternatifler | Dokunmatik | Katlanır | Klasik | Sürgülü | Alternatif Öncelik |
|---------------|-------------|----------|--------|---------|--------------------|
| | Ağırlıkları | | | | |
| | 0.506 | 0.165 | 0.165 | 0.165 | |
| Samsung | 0.340 | 0.397 | 0.340 | 0.601 | 0.393 |
| Nokia | 0.559 | 0.456 | 0.559 | 0.398 | 0.492 |
| Sony Eric. | 0.099 | 0.145 | 0.099 | 0.000 | 0.129 |
| LG | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Trident | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Tablo 12. Ağ Bağlantıları ana kriterinin alt kriterlerine göre hesaplanan alternatiflere ilişkin öncelik ağırlıkları

| Alternatifler | WAP | GPRS | 3G | Bluetooth | Alternatif Öncelik |
|---------------|-------------|-------|-------|-----------|--------------------|
| | Ağırlıkları | | | | |
| | 0.291 | 0.219 | 0.291 | 0.199 | |
| Samsung | 0.397 | 0.397 | 0.388 | 0.357 | 0.386 |
| Nokia | 0.456 | 0.456 | 0.525 | 0.483 | 0.481 |
| Sony Eric. | 0.145 | 0.145 | 0.085 | 0.160 | 0.130 |
| LG | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Trident | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Tablo 13. Teknik Özellikler ana kriterinin alt kriterlerine göre hesaplanan alternatiflere ilişkin öncelik ağırlıkları

| Alternatifler | Çift Simkart | Kamera | GPS | Alternatif Öncelik Ağırlıkları |
|---------------|--------------|--------|-------|--------------------------------|
| Samsung | 0.357 | 0.390 | 0.388 | 0.375 |
| Nokia | 0.483 | 0.526 | 0.525 | 0.507 |
| Sony Eric. | 0.158 | 0.083 | 0.085 | 0.114 |
| LG | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Trident | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Tablo 10-Tablo 13'te verilen alternatif öncelik ağırlıkları ile Tablo 4'te verilen ana kriter ağırlıklarının çarpımı sonucunda, her bir alternatif için nihai ağırlıklar hesaplanmış ve Tablo 14'te verilmiştir.

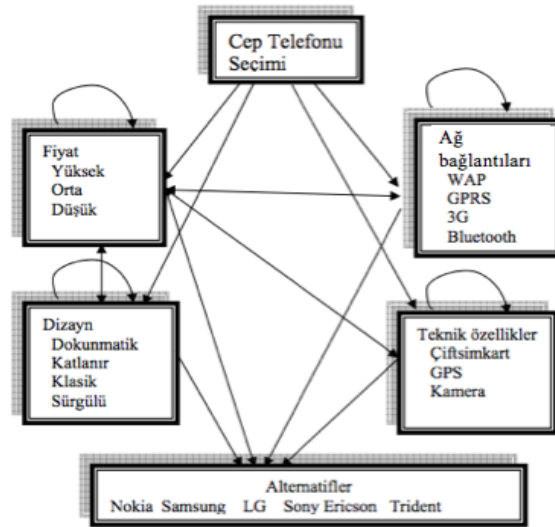
Tablo 14. Alternatiflere ilişkin BAHS yönteminden hesaplanan nihai ağırlıklar

| Alternatifler | Fiyat | Dizayn | Ağ Bağlantıları | Teknik Özellikler | BAHS ağırlıkları |
|---------------|-------|--------|-----------------|-------------------|------------------|
| Samsung | 0.368 | 0.393 | 0.386 | 0.375 | 0.378 |
| Nokia | 0.457 | 0.492 | 0.481 | 0.507 | 0.481 |
| Sony Eric. | 0.133 | 0.129 | 0.130 | 0.114 | 0.127 |
| LG | 0.040 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.015 |
| Trident | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Tablo 14'te verilen BAHS sonuçlarına göre, en yüksek ağırlığa (0.481) sahip cep telefonu markası olan Nokia'nın öğrenciler tarafından en çok tercih edilen marka olduğu görülmüştür. Bunu, Samsung (0.378), Sony Ericson (0.127), LG (0.015), ve Trident (0.000) takip etmiştir.

4.2. Bulanık Analitik Ağ Süreci Yöntemi ile Çözüm

Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yönteminin hiyerarşik yapısından dolayı, alt kriterlerin birbirleriyle ve kendi aralarında olan etkileşimleri göz önüne alınmamaktadır. Bulanık analitik ağ süreci yönteminde ise, aynı problem için tüm dış bağımlılıklar, iç bağımlılıklar ve geri beslemeler dikkate alınarak oluşturulan ağ yapısı Şekil 3'te verilmiştir.

**Şekil 3.** Cep telefonu seçimi için BAAS ağ yapısı

BAHS yönteminden elde edilen ağırlık vektörlerine ek olarak, her bir alt kritere göre bu alt kriteri etkileyen tüm alt kriterlerin birbirleri olan ilişkileri göz önüne alınmış ve Tablo 2’de verilen önem ölçüğünden yararlanarak bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Fiyat ana kriterine ilişkin alt kriterlerin (düşük, orta, yüksek), diğer tüm alt kriterlere göre değerlendirilmesi sonucunda oluşturulan bulanık ikili karşılaştırma matrisleri Akay (2011; 33-43)’de verilmiştir ve BAHS yönteminden hesaplanan ağırlıklar Tablo 15’te gösterilmiştir.

Tablo 15. Fiyat ana kriterinin alt kriterlerine göre değerlendirilen dizayn, ağ bağlantıları ve teknik özellikler ana kriterlerinin alt kriterlerine ilişkin ağırlıklar

| Ana kriter | Alt kriterler | Düşük | Orta | Yüksek |
|--------------------------|---------------|-------|-------|--------|
| Dizayn | Dokunmatik | 1.000 | 0.492 | 0.303 |
| | Katlanır | 0.000 | 0.349 | 0.276 |
| | Klasik | 0.000 | 0.158 | 0.303 |
| | Sürgülü | 0.000 | 0.000 | 0.117 |
| Ağ bağlantıları | WAP | 0.245 | 0.494 | 0.250 |
| | GPRS | 0.245 | 0.252 | 0.250 |
| | 3G | 0.301 | 0.252 | 0.250 |
| | Bluetooth | 0.206 | 0.000 | 0.250 |
| Teknik özellikler | Çift Simkart | 0.469 | 0.655 | 0.323 |
| | Kamera | 0.469 | 0.344 | 0.450 |
| | GPS | 0.061 | 0.000 | 0.225 |

Tablo 4-Tablo 13 ve Tablo 15’te verilen tüm ağırlıklar, Şekil 3’te verilen ağ yapısına göre oluşturulan süpermatris içerisine yerleştirilmiştir. “Superdecisions” programından elde edilen ağırlıklandırılmamış süpermatris, ağırlıklandırılmış süpermatris ve limit süpermatristen yararlanarak hesaplanan nihai ağırlıklar Tablo 24’te verilmiştir.

Tablo 24. Alternatiflere ilişkin BAAS yönteminden hesaplanan nihai ağırlıklar

| Alternatifler | BAAS ağırlıkları |
|---------------|------------------|
| Nokia | 0.495 |
| Samsung | 0.395 |
| Sony Ericson | 0.106 |
| LG | 0.001 |
| Trident | 0.001 |

Tablo 24’te verilen BAAS yönteminden elde edilen sonuçlara göre, en yüksek ağırlığa sahip cep telefonu markasının Nokia (0.495) olduğu görülmüştür. Bunu, Samsung (0.395), Sony Ericson (0.106), LG(0.001) ve Trident (0.001) takip etmiştir.

Tablo 14 ve Tablo 24 karşılaştırıldığında, alternatiflerin öncelik ağırlıklarında farklılıklar olmasına rağmen sıralamaların aynı olduğu görülmektedir. Alternatiflere ilişkin ağırlıkların farklı elde edilmesinin sebebi, BAHS yönteminin hiyerarşik yapısından dolayı alt kriterlerin kendi aralarındaki ilişkiler göz önüne alınmamasına karşın BAAS yönteminde kriterler ve alternatifler arasındaki tüm içsel ve dışsal ilişkilerin göz önüne alınmasıdır.

5. Sonuç

Bu çalışmada, üniversite öğrencilerinin günlük yaşamlarında vazgeçilmezi olan cep telefonları için en çok hangi markayı tercih ettiklerinin Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) ve Bulanık Analitik Ağ Süreci (BAAS) yöntemleriyle belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada piyasada satışı en çok yapılan beş cep telefonu markası (Nokia, Samsung, Sony Ericson, LG, Trident) alternatifler olarak seçilmiş ve cep telefonu satın alırken dikkat edilen dört kriter ve bunlara ilişkin onyediy alt kriterle alınmıştır. Amaca yönelik olarak; ana kriterler, alt kriterler ve alternatiflerin değerlendirilmesi için bir anket formu hazırlanmış ve Selçuk Üniversitesi’nde öğrenim gören 383 öğrenciye uygulanmıştır. BAAS yönteminde, BAHS

yöntemine göre ikili karşılaştırmaların sayısının daha fazla olması daha fazla dikkat gerektirmiştir. Anketlerden elde edilecek değerlendirmelerin daha doğru ve tutarlı olması için, anket formlarının öğrenciler ile yüz yüze görüşmeler yapılarak doldurulması sağlanmıştır.

Değerlendirmeler sonucunda elde edilen ikili karşılaştırmalar, geometrik ortalama kullanılarak birleştirilmiş ve tek bir ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Elde edilen ikili karşılaştırmalar bulanık sayılar yardımıyla bulanık ikili karşılaştırma matrislerine dönüştürülmüştür Chang (1996)'ın Genişletilmiş Analiz Yöntemi'ne göre yapılan hesaplamalar sonucunda, öğrencilerin cep telefonu seçiminde en etkili kriterin Fiyat kriteri olduğu, en çok tercih ettikleri cep telefonu markasının ise "Nokia" olduğu görülmüştür.

BAAS yönteminde, BAHS'den farklı olarak dışsal bağımlılıklar söz konusudur. Bu dışsal bağımlılıklara ilişkin öncelik değerleri Chang (1996)'ın Genişletilmiş Analiz Yöntemi ile hesaplanarak süpermatris oluşturulmuştur. SuperDecisions programı kullanılarak yapılan analiz sonucunda, öğrencilerin cep telefonu markaları arasından en çok "Nokia"yı tercih ettiği görülmüştür. Her iki yöntemden elde edilen sonuçlara bakıldığında, sıralamaların aynı olduğu ve alternatifler arasında Nokia marka cep telefonlarının öğrenciler tarafından en çok tercih edilen marka olduğu görülmüştür.

Daha sonra yapılacak çalışmalarda; üretim, yatırım, enerji, performans değerlendirme, vb. alanlarda BAHS ve BAAS yöntemleri uygulanabilir. Ayrıca, gelişen teknoloji sayesinde yoğun olarak kullanılan akıllı cep telefonlarının seçiminde BAHS ve BAAS yöntemlerinin yanısıra TOPSIS, MOORA, ELECTRE gibi çok kriterli karar verme yöntemleri uygulanabilir.

Kaynakça

- Akay, Ö. (2011). "Cep telefonu seçiminin bulanık analitik hiyerarşi ve bulanık analitik ağ süreci ile belirlenmesi", Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı.
- Aslan, N. (2005), "Analitik Network Prosesi", Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı.
- Ayağ, Z. & Özdemir, R.G. (2009). "A hybrid approach to concept selection through fuzzy analytic network process", Computers & Industrial Engineering, 56, 368-379.
- Aydın, K. (2004). "Üniversite öğrencilerinin cep telefonu kullanımı ve gsm operatörü tercihleri üzerine bir çalışma", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, sayı:9, s.149-164.
- Buckley, J. J. (1985). "Fuzzy hierarchical analysis", Fuzzy Sets and Systems, 17(3), 233-247.
- Chang, D.-Y. (1996). "Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP", European Journal of Operational Research, 95(3), 649-655.
- Çanlı, H., & Kandakoğlu, A. (2007). "Hava gücü mukayesesi için bulanık AHP modeli", Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, sayı: 3, no: 1, s.71-82.
- Dağdeviren, M. (2007). "Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile personel seçimi ve bir uygulama", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, sayı:22, s.791-799.
- Dağdeviren, M. & Yüksel, İ. (2009). "A fuzzy analytic network process (ANP) model for measurement of the sectoral competition level (SCL)", Expert Systems with Applications, 37, 1-10.
- Felek, S., Yuluğkural, Y. & Aladağ, Z. (2007). "Mobil iletişim sektöründe pazar paylaşımının tahmininde AHP ve ANP yöntemlerinin karşılaştırılması", Endüstri Mühendisliği Dergisi, sayı:18, s.6-22.
- Haq, A. N., & Kannan, G. (2006). "Fuzzy analytical hierarchy process for evaluating and selecting a vendor in a supply chain model", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 29(7-8), 826-835.
- He, Q., Luo, L., Hu, Y., & Chan, A. P. (2015). "Measuring the complexity of mega construction projects in China—A fuzzy analytic network process analysis", International Journal of Project Management, 33(3), 549-563.
- Kabir, G., & Sumi, R. S. (2014). "Power substation location selection using fuzzy analytic hierarchy process and PROMETHEE: A case study from Bangladesh", Energy, 72, 717-730.
- 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, 171-184.

- Kahraman, C., Kaya, İ. & Cebi, S. (2009). “*A comparative analysis for multi attribute selection among renewable energy alternatives using fuzzy axiomatic design and fuzzy analytic hierarchy process*”, Energy, 34, 1603-1616.
- Kumar, G., & Maiti, J. (2012). “*Modeling risk based maintenance using fuzzy analytic network process*”, Expert Systems with Applications, 39(11), 9946-9954.
- Lee, A. H., Chen, W. C., & Chang, C. J. (2008). “*A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan*”, Expert systems with applications, 34(1), 96-107.
- Mikhailov, L. & Singh, M.G. (2003). “*Fuzzy analytic network process and its application to the development of decision support systems*”, Browse Journals & Magazines, 33, 33-41.
- Mikhailov, L., & Singh, M. G. (2003). “*Fuzzy analytic network process and its application to the development of decision support systems*”, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), 33(1), 33-41.
- Mon, D.L., Cheng, C.H. & Lin, J.C. (1994). “*Evaluating weapon system using fuzzy analytic hierarchy process based on entropy weight*”, Fuzzy Sets and Systems, 62, 127-134.
- Muşdal, H. (2007). “*Tıbbi atıkların işleme ve bertaraf etme teknolojisi seçme probleminde bulanık analitik hiyerarşi prosesi ve bulanık ağ prosesi yaklaşımı*”, Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Myers, J.M. & Alpert, M.I. (1968). “*Determinant buying attitudes: Meaning and measurement*”, Journal of Marketing, 32(4), 13-20.
- Özden, Ü. H. (2008). “*Analitik hiyerarşi yöntemi ile ilköğretim seçimi*”, Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, sayı:14, s.299-320.
- Promentilla, M.A.B., Furuichi, T., Ishii, K. & Tanikawa, N. (2008). “*A fuzzy analytic network process for multi-criteria evaluation of contaminated site remedial countermeasures*”, Journal of Environmental Management, 88, 479-495.
- Razmi, J., Rafiei, H., & Hashemi, M. (2009). “*Designing a decision support system to evaluate and select suppliers using fuzzy analytic network process*”, Computers & Industrial Engineering, 57(4), 1282-1290.
- Saaty, T. L. (2008). “*Decision making with the analytic hierarchy process*”. International Journal of Services Sciences, 1(1), 83-98.
- Saaty, T. L., Peniwati, K. & Shang, J. S. (2007). “*The analytic hierarchy process and human resource allocation: Half the story*”, Mathematical and Computer Modelling, 46, 1041-1053.
- Seçme, N.Y., Bayraktaroğlu, A. & Kahraman, C. (2009). “*Fuzzy performance evaluation in Turkish banking sector using analytic hierarchy process and TOPSIS*”, Expert Systems with Applications, 36, 1699-17109.
- Tesfamariam, S. & Sadiq, R. (2006). “*Risk-based environmental decision-making using fuzzy analytic hierarchy process (F-AHP)*”, Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 21, 35-50.
- Tiryaki, F. & Ahlatcioglu, B. (2009). “*Fuzzy portfolios election using fuzzy analytic hierarchy process*”, Information Sciences, 179, 53-69.
- Tuzkaya, U., R. & Önüt, S., 2008, “*A fuzzy analytic network process based approach to transportation-model selection between Turkey and Germany: A case study*”, Information Sciences, 178, 3133-3146.
- Van Laarhoven, P. J. M. & Pedrycz, W. (1983), “*A fuzzy extension of Saaty's priority theory*”, Fuzzy Sets and Systems, 11(1-3), 229-241.
- Vinodh S., Ramiya R.A. & Gautham SG (2011). “*Application of fuzzy analytic network process for supplier selection in a manufacturing organisation*”. Expert Systems with Applications, 38, 272-280.
- Wang, Y. M., & Chin, K. S. (2008). “*A linear goal programming priority method for fuzzy analytic hierarchy process and its applications in new product screening*”, International Journal of Approximate Reasoning, 49(2), 451-465.
- Wolfslehner, B., Vacik, H. & Lexer, M. J. (2005), “*Application of the analytic network process in multi-criteria analysis of sustainable forest management*”, Forest Ecology and Management, 207, 157-170.
- Yapıcı, N. (2000). “*Bulanık doğrusal programlamaya sinir ağı yaklaşımı*”, Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı.
- Zadeh, L. A. (1965), “*Fuzzy Sets*”, Information Sciences, 8(3), 338-353.
- Zimmermann, H.J. (1991), “*Fuzzy Sets Theory and Its Applications*”, Kluwer Academic Publishers.