

TABLETLERİN KULLANILABİLİRLİK ÖLÇÜTLERİNE GÖRE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

Gülin Feryal Can^{1*}, Kumru Didem Atalay¹, Ergün Eraslan²

¹ Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

² Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Anahtar Kelimeler

*Kullanılabilirlik,
Tablet,
ÇKKV,
SWARA,
COPRAS.*

Özet

Günümüzde teknolojinin hızla ilerlemesi, elektronik sektöründe de hızlı değişimlerin yaşanmasını beraberinde getirmektedir. Sektörde yaşanan bu değişimler en çok bilgisayar sistemlerinde etkisini göstermektedir. Bu etki ilk olarak masaüstü bilgisayarların taşınabilir olması ihtiyacı ile ortaya çıkmıştır. Bu ihtiyaç, dizüstü bilgisayarların geliştirilmesini sağlamış ve sonrasında taşınabilir bilgisayarların ebatları daha da küçültülmüştür. Bununla birlikte, kullanıcılar tarafından zarif ve ince bilgisayarlara ilişkin ihtiyacın artmasıyla tablet teknolojisi ortaya çıkmıştır. Teknoloji seviyesi arttıkça ürün fonksiyonları karmaşıklaştığı için tablet teknolojilerinden kullanıcıların etkin olarak yararlanabilmesi zaman almıştır. Bu durum ürün kullanılabilirliğini de etkilemektedir. Bu çalışmada farklı tablet markalarının kullanılabilirlik açısından karşılaştırılması yapılmıştır. Altı farklı tablet markası beş karar verici tarafından değerlendirilmiştir. Tablet markalarının değerlendirilmesinde ekranın sağlam olması, uyarı sisteminin etkinliği, hafif olması, işletim kolaylığı, şarj dolun süresinin kısa olması, şarj ömrünün uzun olması, işlem hızı, fotoğraf ve video görüntü kalitesi, bir sonraki işlem için yönlendirme etkinliği olmak üzere dokuz kriter dikkate alınmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis), alternatiflerin sıralanmasında ise COPRAS (Complex Proportional Assessment) kullanılmıştır. SWARA ile elde edilen, kriter ağırlıklarına göre, en önemli kullanılabilirlik kriteri, 0.41 oranı ile ekranın sağlam olması olarak bulunmuştur. Ayrıca birinci tablet markasının ilk sırada tercih edildiği belirlenmiştir.

EVALUATION OF TABLETS ACCORDING TO USABILITY CRITERIA BY USING MULTI CRITERIA DECISION MAKING APPROACH

Gülin Feryal Can^{1†}, Kumru Didem Atalay¹, Ergün Eraslan²

¹ Başkent University, Engineering Faculty, Dept. of Industrial Engineering, Ankara, Türkiye

² Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Engineering and Nature Sciences Faculty, Dept. of Industrial Engineering, Ankara, Türkiye

Keywords

*Usability,
Tablet,
MCDM,
SWARA,
COPRAS.*

Abstract

Today, rapid advancement in technology brings with together occurrence of rapid changes in electronic sector. These changes in electronic sector show their effects at most in computer systems. This affect is first appeared in the requirement of being portable of desktop computers. This need has provided the development of laptops and after this; the dimensions of the portable computers have been further

* İlgili yazar: gfcan@baskent.edu.tr, +90-312-246-6664/1357

† Corresponding Author: gfcan@baskent.edu.tr, +90-312-246-6664/1357

reduced. Tablet technology has emerged with the increasing need of sleek and slim computer by this way. As technology increases, complex product functions increase it has taken time to take advantage of tablet technologies for active users. This situation also affects product usability. Different tablet brands are compared in terms of their usability in this study. In this context, five decision makers (DMs) evaluate six different tablet brands. Nine criteria are considered as the strength of the screen, the effectiveness of the warning system, weight, ease of operation, full charging time, battery life, processing speed, photo and video image quality, orientation event for the next operation in usability comparisons. To determine the weight of the criteria SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis), to rank the alternatives COPRAS (Complex Proportional Assessment) are implemented. According to criteria weights obtained from SWARA, the most important usability criterion is found to be strength of the screen with the value of 0,41. In addition, it is identified that the first tablet brand is preferred at first rank.

yararlanabilmesi zaman almıştır. Bu durum, tabletlerin kullanılabilirliğini etkileyen diğer bir olumsuzluktur.

1. Giriş

Teknoloji en genel tanımıyla, bazı değerleri elde etmek için doğaya zihinsel ve fiziksel çabaları uygulayarak maddi varlıkları elde etme olarak tanımlanabilir (Bal, 2010). Günümüzde teknolojinin ilerlemesi sosyal yaşamı giderek artan düzeylerde etkilemektedir. Teknolojik ilerleme, insan hayatını kolaylaştırmakla birlikte karmaşıklığı da arttırmaktadır. Teknolojik değişimlerin en hızlı yaşandığı sektörlerden birisi elektronik sektördür. Elektronik sektörü, teknolojinin talepleri doğrultusunda büyük bir ivme ile gelişirken aynı zamanda bilim ve teknolojinin bütün alanlarını etkileyen vazgeçilemez bir sanayi dalı haline gelmiştir (Atman, 2013). Bu sektör tarafından üretilen beyaz eşya, cep telefonu, bilgisayar, tabletler vb. insana günlük yaşamında zaman kazandıran çözümler sunmaktadır. Bu ürünler arasında tablet bilgisayarlar, yeni dönem teknolojik ürünler grubunda birçok tüketici tarafından tercih edilmektedir.

Tablet bilgisayarlar, cep bilgisayarı ile diz üstü bilgisayarın karışımı olan genelde 7 inç ile 10,1 inç aralığında ekran boyutuna sahip elektronik araçlardır. Tabletler, sağladıkları depolama alanı ile verileri kolaylıkla kullanıcının yanında taşıyabilmesini sağlayan, dokunmatik ekrana sahip ileri teknoloji bilgisayarlardır. Tablet bilgisayarlar, kolay taşınabilir olmaları, hafif olmaları, masa üstü ve dizüstü bilgisayarlarda yapılabilen hemen hemen her işlemin gerçekleştirilebilmesi, uzun batarya ömrüne sahip olmaları vb. nedenlerden dolayı tüketiciler tarafından çok fazla tercih edilmektedir. Ancak yüksek çözünürlük gerektiren oyunları oynamak isteyenlere, üç boyutlu çizim ve modelleme çalışmaları yapanlara, fotoğraf işlemleriyle ilgilenenlere, video ve ses işleme ile uğraşanlara tablet kullanımı teknik özelliklerinin yetersizliği sebebiyle önerilmemektedir. Bu dezavantajlar, tabletlerin kullanılabilirliğini de olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Teknoloji seviyesi arttıkça ürün fonksiyonları karmaşıklaştığı için tablet teknolojilerinden kullanıcıların etkin olarak

Kullanılabilirlik ergonomik ürün tasarımında dikkate alınan önemli özelliklerden birisidir. Ergonomik ürün tasarımı, insanın fiziksel, zihinsel yetenek ve kapasitesiyle uyumlu ürünlerin veya iş koşullarının oluşturulmasıyla ilgilenmektedir. Ergonomik tasarımda odak noktası insandır ve insan için tasarım prensipleri önemsenmektedir. Kullanılabilirlik, ürünün estetik, fonksiyonel, ergonomik vb. özelliklerinden etkilenecek ortaya çıkan kullanıcının ilgili üründen sağladığı faydanın derecesi olarak tanımlanabilir (Nielsen, 1994). Kullanılabilirlik, kullanıcının üründen beklentilerinin karşılanmasını sağlayan ürünle ilgili farklı özellik ve niteliklerin birleşimidir (Wixon and Wilson, 1997). Yapılan araştırmalar, tüketicilerin ürünün fiyatından daha fazla kullanım kolaylığı özelliğine odaklandıklarını göstermiştir (Kanis, 1998). Bu açıdan, tasarımcılar ortaya çıkaracakları yeni ürünlerde bu yöndeki esnekliğin sağlanmasına dikkat etmelidirler. Ürün kullanılabilirliğinin değerlendirilmesinde bir çok kriter dikkate alınmakta ve benzer ürünlere göre tüketici açısından değerlendirme yapılmaktadır. Bu kapsamda bir ürün grubu için kullanılabilirlik analizi çok kriterli karar verme (ÇKKV) yaklaşımlarıyla gerçekleştirilebilmektedir.

Çalışmada, farklı tablet markalarının kullanılabilirlik ölçütleri açısından karşılaştırılması yapılmıştır. Kullanılabilirlik ölçütleri tablet markalarını karşılaştırmada kullanılacak kriterler olarak dikkate alınmıştır. Farklı tablet markaları ise alternatifler olarak yapılandırılmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis), alternatiflerin sıralanmasında ise COPRAS (Complex Proportional Assessment) kullanılmıştır (Kersuliene vd., 2011; Zavadskas vd., 1994). SWARA'da her bir karar verici (KV) kriterler için kendi sıralamasını oluşturabilmekte ve kriter ağırlıkları belirlenirken bütün KV'lerin kriter sıralamaları dikkate alınmaktadır. Ayrıca kriter ağırlıkları, en önemli kriter temel alınarak göreceli olarak belirlenmektedir. COPRAS ise alternatiflerin

performanslarını, kriterler arasında direkt veya kısmi bağımlılık olduğunu kabul ederek değerlendirir ve fayda-maliyet kriterlerinin bir arada bulunduğu karar verme problemlerinde kullanılabilir. Ayrıca ikili karşılaştırmaları içermediğinden problem boyutu büyüdüğünde dahi işlem süresi diğer yöntemlere göre kısadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde tabletlerin kullanılabilirliklerine ilişkin literatürde yer alan çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde SWARA ve COPRAS yöntemleri tanıtılarak, önerilen yaklaşım açıklanmıştır. Dördüncü bölümde önerilen yaklaşım tabletlerin kullanılabilirlik analizinde uygulanmıştır. Beşinci bölümde ise elde edilen sonuçlar tartışılarak gelecek dönemde yapılabilecek çalışmadan bahsedilmiştir.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Literatür incelendiğinde tabletlerin kullanılabilirliği ile ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Wyeth vd. (2011) tarafından mobil eğitim kapsamında kullanılan tabletlerin ortaokul öğrencileri için kullanılabilirliği analiz edilmiştir. Bernard vd. (2013), yaşlı insanlar açısından teknolojinin kabul ve ret edilmesi durumlarını tabletlerin kullanımı üzerine oluşturulan iki farklı örnek olayla kolay öğrenilebilir ve sistem-kullanıcı ilişkisine göre incelemiştir. Isabwe (2012) tarafından matematik derslerindeki verimi etkilemesi nedeniyle iPad marka tabletlerin kullanılabilirliği analiz edilmiştir. Pereira vd. (2013), dar el yüzeyine sahip kişilerde, tabletlerin sol el ile kullanıldığı durumlarda tabletin ağırlığının, oryantasyon kolaylığının, kavranma şeklinin, tablet dokusunun, biyomekanik uyumunun, öznel kullanılabilirlik algısının ve oluşan yorgunluğun etkilerini analiz etmişlerdir. Literatürden de görüldüğü gibi ÇKKV yaklaşımlarıyla tabletlerin kullanılabilirliği analiz edilmemiştir. Oysaki kullanılabilirlik analizleri açısından bu yaklaşımlar farklı ürün grupları için başarıyla uygulanmışlardır (Işıklar ve Büyükozan, 2007; Büyükozan vd., 2004; Pearson ve Pearson, 2008). Bu nedenle gerçekleştirilen çalışma, tabletlere ilişkin kullanılabilirlik analizi açısından yenilik içeren bir çalışmadır.

3. Materyal ve Yöntem

3.1. SWARA ve COPRAS Yöntemleri

SWARA yöntemi, her bir KV'nin kendisine göre en önemli olan kriteri belirleyerek diğer kriterleri en önemli kriterlere göre ne kadar önemsiz olduklarını dikkate alarak sıralayabildiği bir ağırlıklandırma yöntemidir. SWARA 2010 yılında Keršulienė vd. tarafından geliştirilmiştir.

SWARA'da kriterlerin önem sıralamaları belirlenirken ilk aşamada dikkate alınması gereken bütün kriterler önemliden önemsiz doğru KV'lerin oyları ile sıralanmakta ve yine bu oylar göz önüne alınarak önemsiz kriterler karar sürecinden çıkarılmaktadır. Sonraki aşamada her bir KV, belirlenen kriterleri kendisine göre önemliden önemsiz doğru sıralamakta ve en önemli kriter "1,00" değerini atamaktadır. Sıralamada yer alan diğer kriterlerin birinci sırada yer alan kriterlere göre beşer puanlık aralıklar kullanılarak ne kadar önemsiz oldukları belirlenmektedir. Örneğin; ikinci kriter birinci kriterlere göre %5 daha az önemli ise ikinci kriterlere 0,95 değeri atanmaktadır. Bütün kriterler birinci kriterlere göre değerlendirildikleri için göreceli bir önem ağırlığı elde edilmektedir (Kersulienė vd., 2011).

COPRAS yöntemi ise fayda ve maliyet kriterleri açısından alternatifleri kriter ağırlıklarına göre değerlendiren ve sıralayan bir ÇKKV yöntemidir. Zavadskas ve Kaklauskas tarafından 1994 yılında geliştirilmiştir. Alternatiflerin performanslarını, kriterler arasında direkt veya kısmi bağımlılık olduğunu kabul ederek değerlendirir. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmadığından kriter sayısı artsa da diğer yöntemlere göre değerlendirme sürecinin daha kolay olması, uygulaması basit ve açık bir prosedüre sahip olması nedenleriyle tercih edilen bir yaklaşımdır (Zavadskas vd., 1994).

3.2. Önerilen Yöntem

Çalışmada SAWARA-COPRAS yaklaşımları kullanarak farklı tablet markalarına ilişkin kullanılabilirlik karşılaştırması gerçekleştirilmiştir. Önerilen yöntem iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda, kullanılabilirlik kriterlerinin ağırlıkları SWARA ile belirlenmiştir. İkinci kısımda ise alternatiflerin sıralamaları COPRAS yöntemi ile elde edilmiştir. Aşağıda önerilen yaklaşıma ilişkin uygulama adımları yer almaktadır.

Adım 1. Karar vericileri, alternatifleri ve kriterleri belirle.

Karar Verici (KV) kümesi $k = 1, \dots, l$ olarak belirlenir. Alternatifler $A_i; i = 1, \dots, m$ olarak tanımlanır. Kriterler ise $C_j; j = 1, \dots, n$ şeklinde gösterilir. Kriterlerden bazıları problemin yapısına göre fayda yapılı bazıları ise maliyet yapılı olabilir. Fayda yapılı kriterler (F_j), KV tarafından değerleri her zaman en çoklanmak istenen kriterlerdir. Maliyet yapılı kriterler (M_j) ise değerleri her zaman en aza indirilmek istenen kriterlerdir.

Adım 2. Kriter ağırlıklarını belirle.

l KV'cinin kriter ağırlıklarını belirlemesi için SWARA yaklaşımı uygulanır. SWARA'nın uygulanması için gerekli alt adımlar ise aşağıda yer almaktadır.

Adım 2.1. Her bir KV için en önemli kriteri belirle.

Her bir KV tarafından belirlenen en önemli kriter "1,00" puanı atanır. KV'ler diğer kriterleri en önemli kriter göre kıyaslayarak puan atarlar. Puan atamaları "0" ile "1" arasında beşin katları olacak şekilde yapılır. Kriterlere atanan puanlar $p_j^k; j = 1, \dots, n; k = 1, \dots, l; 0 \leq p_j^k \leq 1$ olarak gösterilir.

Adım 2.2. Her bir kriterin göreceli ortalama önem puanını hesapla.

l KV tarafından kriterlere atanan göreceli önem puanlarının her bir kriter için ortalaması Eşitlik (1) kullanılarak alınır.

$$S_j = \frac{\sum_{k=1}^l p_j^k}{l}; j = 1, \dots, n \quad (1)$$

Adım 2.3. Bütün kriterleri göreceli ortalama önem puanına göre büyükten küçüğe doğru sırala.

S_j değeri en büyük olan kriter birinci sırada yer alır. Diğer kriterler azalan S_j değerlerine göre sıralanır.

Adım 2.4. Bütün kriterler için katsayı değerini hesapla.

En büyük S_j değerine sahip kriter için katsayı $c_j; j = 1, \dots, n$ "1" olarak alınır. Buna göre Eşitlik (2) kullanılarak her bir kriter için c_j değerleri hesaplanır.

$$c_j = S_j + 1 \quad (2)$$

Adım 2.5. Bütün kriterler için düzeltilmiş ağırlıkları hesapla.

Birinci sırada yer alan kriterin düzeltilmiş ağırlığı $S_j' = 1$ olarak kabul edilir. Eşitlik (3) kullanılarak her bir kriter için S_j' değerleri hesaplanır. Bu değerler hesaplanırken S_j' 'ye göre yapılan sıralama dikkate alınır.

$$S_j' = \frac{S_j^{j-1}}{c_j}; S_{j-1} > S_j \quad (3)$$

Adım 2.6. Bütün kriterler için final ağırlıkları hesapla.

S_j' değerleri Eşitlik (4)'deki gibi normalize edilerek her bir kriter için final ağırlıklar $w_j; j = 1, \dots, n$ elde edilir.

$$w_j = \frac{S_j'}{\sum_{j=1}^n S_j'} \quad (4)$$

Adım 3. Her bir KV için bireysel karar matrisini oluştur.

Bireysel karar matrisinin $[BKM]^k_{m \times n}; k = 1, \dots, l$ oluşturulması için her bir KV "1-5" skalasını kullanarak alternatifleri kriterlere göre değerlendirir ve alternatiflerin performans değerleri her bir KV için elde edilir. Bu performans değerleri $(x_{ij})^k$ ile gösterilir. Burada "1" "çok iyi", "5" ise "çok kötü" anlamını taşımaktadır. Bu aşamada l adet $[BKM]^k_{m \times n}$ oluşturulur.

Adım 4. Her bir KV tarafından oluşturulan $[BKM]^k_{m \times n}$ 'leri birleştirerek başlangıç karar matrisini oluştur.

l KV'cinin her bir alternatif için her bir kriter göre belirlediği performans değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç karar matrisi $[BKM]'_{m \times n}$ Eşitlik (5) kullanılarak oluşturulur.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^l (x_{ij})^k}{l} \quad (5)$$

Adım 5. Başlangıç karar matrisini normalize et.

$[BKM]'_{n \times m}$ Eşitlik (6) kullanılarak normalize edilir ve \bar{x}_{ij}' değerleri elde edilerek normalize başlangıç karar matrisi $[BKM]''_{m \times n}$ oluşturulur.

$$\bar{x}_{ij}' = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{x}_{ij}'}{m} \quad (6)$$

Adım 6. Ağırlıklı normalize başlangıç karar matrisini oluştur.

Adım 2'de SWARA ile bulunan kriter ağırlıkları kullanılarak normalize başlangıç karar matrisi ağırlıklandırılır ve \bar{x}_{ij}'' değerleri Eşitlik (7) ile elde edilir. \bar{x}_{ij}'' değerleri, ağırlıklı normalize başlangıç karar matrisini $[BKM]''_{m \times n}$ oluşturur.

$$\bar{x}_{ij}'' = \bar{x}_{ij}' \times w_j \quad (7)$$

Adım 7. Her bir alternatif için fayda ve maliyet kriterlerinin toplamını belirle.

Her bir alternatif için v_1 adet (F_j) ve v_1 adet (M_j)'lerin toplamı Eşitlik (8) ve (9) kullanılarak alınır.

$$F_i = \sum_{j=1}^{v_1} \bar{x}_{ij}'' \quad (8)$$

$$C_i = \sum_{j=1}^{v_2} \bar{x}_{ij}'' \quad (9)$$

Adım 8. Her bir alternatif için göreceli önem değerini belirle.

F_i ve C_i değerleri dikkate alınarak her bir alternatif için göreceli önem değeri Q_i Eşitlik (10) ile hesaplanır.

$$Q_i = F_i + \frac{\sum_{i=1}^m C_i}{C_i \times \sum_{i=1}^m \frac{1}{C_i}} \quad (10)$$

Adım 9. Her bir alternatif için performans değerini belirle.

Her bir alternatif için en büyük göreceli önem değeri Q_{max} dikkate alınarak performans değeri P_i Eşitlik (11) kullanılarak hesaplanır.

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} \times 100 \quad (11)$$

Adım 10. Alternatifleri performans değerlerine göre sırala.

Her bir alternatifin P_i değeri dikkate alınarak büyükten küçüğe doğru sıralama yapılır. En büyük P_i değerine sahip olan alternatif birinci sırayı alır ve en iyi alternatif olarak tanımlanır.

4. Uygulama

Çalışmada, farklı tablet markalarının kullanılabilirlik ölçütleri açısından karşılaştırılması SWARA-COPRAS yaklaşımı ile gerçekleştirilmiştir. Aşağıda önerilen yaklaşımın uygulanmasına ilişkin adımlar yer almaktadır.

Adım 1. Karar vericileri, alternatifleri ve kriterleri belirle.

Çalışmada, elektronik sektöründe faaliyet gösteren en büyük beş dağıtım şirketinin tablet ürün grubuyla sorumlu müdürleri KV; $k = 1, \dots, 5$ olarak belirlenmiştir. Karar vericilerin seçtiği 5 farklı dağıtım şirketi, yapılan sektörel araştırma sonucunda elektronik cihaz dağıtım alanlarında en yüksek ciroya sahip şirketlerdir. Karar vericilerin alanlarında en az 5 yıl deneyimli olmaları ve bu süre içerisinde aynı firmada ve aynı pozisyonda (tablet ürün grubu müdürü olarak) çalışmış olmaları koşulları aranmıştır. En çok satın alınan altı farklı tablet markası $A_i; i = 1, \dots, 6$ belirlenen beş KV tarafından kullanılabilirlik ölçütlerine göre karşılaştırılmıştır. Birinci marka (A_1), yeni tablet kullanıcıları için özellikle çocuklar ve orta yaşın üzerindeki tüketicilerin kullanımına uygun bir markadır. Fiyatı çok düşüktür ve kablosuz ağı desteklememektedir. İkinci tablet markası (A_2), her yaş grubuna uygun olmakla birlikte özellikle oyun oynamayı ve film izlemeyi sevenler için tavsiye edilebilecek bir üründür. Üçüncü tablet markası (A_3), yine çocuklar ve orta yaş üzerindeki yeni tablet kullanıcıları için uygun olan bir üründür. Kablosuz ağı desteklemektedir. Dördüncü tablet markası (A_4), her yaş grubu için uygun olan işletim sistemi nedeniyle diğerlerine göre daha stabil çalışabilen ancak biraz daha fiyatı yüksek olan bir üründür. Beşinci tablet markası (A_5), kablosuz bağlantıyı destekleyen, çocuklar ve orta yaşın üzerindeki tüketiciler arasından yeni tablet kullanıcılarına uygun bir üründür. Kablosuz ağı desteklemektedir. Fiyatı muadillerine göre daha düşüktür. Altıncı tablet markası (A_6) ise, kablosuz bağlantıyı destekleyen, iş için kullanılabilen, film izlemeyi ve oyun oynamayı sevenler dahil herkes için uygun bir üründür.

Tablet markalarının değerlendirilmesinde, ekranın sağlam olması (C_1), uyarı sisteminin etkinliği (C_2), hafif olması (C_3), işletim kolaylığı (C_4), şarj dolmuş süresinin kısa olması (C_5), şarj ömrünün uzun olması

(C_6), işlem hızı (C_7), fotoğraf ve video görüntü kalitesi (C_8), bir sonraki işlem için yönlendirme etkinliği (C_9) olmak üzere dokuz kullanılabilirlik ölçütü kriter olarak $C_j; j = 1, \dots, 9$ dikkate alınmıştır. Kriterler arasında, tabletin hafifliği (C_3), ve şarj dolmuş süresinin kısıllığı (C_5), maliyet temelli kriterler $C_j; (j = 3,5)$ olup diğerleri ise fayda temelli kriterler $F_j; (j = 1,2,4,6,7,8,9)$ dir.

Adım 2. Kriter ağırlıklarını belirle.

5 KV'cinin kriter ağırlıklarını belirlemesi için SWARA yaklaşımı uygulanır.

Adım 2.1. Her bir KV tarafından en önemli kriter belirlenir.

5 KV tarafından her bir kritere atanan önem puanları (p_j^k) Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. KV'ler tarafından kriterlere atanan p_j^k değerleri

Kriterler	Karar Vericiler				
	KV ₁	KV ₂	KV ₃	KV ₄	KV ₅
C_1	1,00	1,00	1,00	0,70	0,85
C_2	0,45	0,45	0,50	0,85	0,80
C_3	0,25	0,75	0,75	0,90	1,00
C_4	0,55	0,75	0,65	0,80	0,70
C_5	0,15	0,50	0,85	0,95	0,85
C_6	0,35	0,65	0,65	0,80	0,75
C_7	0,15	0,55	0,85	0,80	0,80
C_8	0,25	0,60	0,80	0,80	0,90
C_9	0,30	0,30	0,70	1,00	0,95

Adım 2.2. Her bir kriterin göreceli ortalama önem puanını hesapla.

5 KV tarafından kriterlere atanan göreceli önem puanlarının her bir kriter için ortalaması (S_j) Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. Kriterlere ait S_j değerleri

Kriterler	Göreceli Ortalama önem puanları S_j
C_1	-
C_2	0,61
C_3	0,73
C_4	0,69
C_5	0,66
C_6	0,64
C_7	0,63
C_8	0,67
C_9	0,65

Adım 2.3. Bütün kriterleri ortalama göreceli önem puanına göre büyükten küçüğe doğru sırala.

Kriterlerin S_j değerleri dikkate alınarak yapılan sıralaması $C_1 > C_3 > C_4 > C_8 > C_5 > C_9 > C_6 > C_7 > C_2$ olarak elde edilir.

Adım 2.4. Bütün kriterler için katsayı değerini hesapla.
Kriterlere ait c_j değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Kriterlere ait c_j değerleri

Kriterler	Katsayı değerleri c_j
C_1	1,00
C_3	1,73
C_4	1,69
C_8	1,67
C_5	1,66
C_9	1,65
C_6	1,64
C_7	1,63
C_2	1,61

Adım 2.5. Bütün kriterler için düzeltilmiş ağırlıkları hesapla.

Kriterlere ait S_j' değerleri Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Kriterlere ait S_j' değerleri

Kriterler	Düzeltilmiş ağırlık değerleri S_j'
C_1	1,00
C_3	0,58
C_4	0,34
C_8	0,20
C_5	0,12
C_9	0,07
C_6	0,04
C_7	0,02
C_2	0,01

Adım 2.6. Bütün kriterler için final ağırlıkları hesapla.
Her bir kriter için final ağırlıklar $w_j; j = 1, \dots, n$ Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Kriterlere ait w_j değerleri

Kriterler	Final ağırlık değerleri w_j
C_1	0,420
C_3	0,244
C_4	0,143
C_8	0,084
C_5	0,050
C_9	0,029
C_6	0,017
C_7	0,008
C_2	0,004

Adım 3. Her bir KV için bireysel karar matrisini oluşturun.

KV_1 için bireysel karar matrisi $[BKM]^1_{m \times n}$ örnek olarak aşağıda Tablo 6 ile verilmiştir.

Tablo 6. KV_1 için bireysel karar matrisi $[BKM]^1_{6 \times 9}$

A_i	Kriterler								
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
A_1	5,00	4,00	1,00	3,00	2,00	5,00	5,00	4,00	3,00
A_2	5,00	2,00	5,00	3,00	3,00	4,00	5,00	4,00	4,00
A_3	1,00	1,00	5,00	4,00	2,00	2,00	3,00	2,00	4,00
A_4	1,00	5,00	4,00	4,00	2,00	2,00	5,00	4,00	3,00
A_5	5,00	5,00	5,00	3,00	2,00	4,00	1,00	1,00	3,00
A_6	4,00	2,00	3,00	3,00	4,00	4,00	2,00	5,00	1,00

Adım 4. Her bir KV tarafından oluşturulan $[BKM]^k_{m \times n}; k = 1, \dots, l$ 'leri birleştirilerek başlangıç karar matrisini oluşturun.

Başlangıç karar matrisi $[BKM]'_{m \times n}$ Tablo 7 ile verilmiştir.

Tablo 7. Başlangıç karar matrisi $[BKM]'_{6 \times 9}$

A_i	Kriterler								
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
A_1	4,20	4,20	1,60	3,20	2,00	4,40	5,00	4,00	3,00
A_2	5,00	2,60	5,00	3,40	3,00	3,40	3,80	3,00	3,80
A_3	2,20	2,00	3,60	3,60	2,40	3,00	3,20	3,20	3,20
A_4	2,40	4,40	4,40	3,20	2,60	2,80	4,00	3,00	3,00
A_5	4,60	3,80	4,60	2,60	3,00	4,20	1,60	2,00	2,60
A_6	4,00	2,00	3,00	3,00	4,00	4,00	2,00	5,00	1,00

Adım 5. Başlangıç karar matrisini normalize et.

Normalize başlangıç karar matrisi $[BKM]''_{m \times n}$ Tablo 8 ile verilmiştir.

Tablo 8. Normalize başlangıç karar matrisi $[BKM]''_{6 \times 9}$

A_i	Kriterler								
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
A_1	0,18	0,22	0,07	0,17	0,12	0,20	0,26	0,20	0,18
A_2	0,22	0,14	0,23	0,18	0,18	0,16	0,19	0,15	0,23
A_3	0,09	0,11	0,16	0,19	0,14	0,14	0,16	0,16	0,19
A_4	0,10	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13	0,20	0,15	0,18
A_5	0,21	0,20	0,21	0,14	0,18	0,20	0,08	0,10	0,16
A_6	0,18	0,11	0,14	0,16	0,24	0,18	0,10	0,25	0,06

Adım 6. Ağırlıklı normalize başlangıç karar matrisini oluşturun.

Ağırlıklı normalize başlangıç karar matrisini $[BKM]^w_{m \times n}$ Tablo 9 ile verilmiştir.

Tablo 9. Ağırlıklı normalize başlangıç karar matrisi $[BKM]^w_{6 \times 9}$

A_i	Kriterler								
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
A_1	0,08	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01
A_2	0,09	0,00	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
A_3	0,04	0,00	0,04	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
A_4	0,04	0,00	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
A_5	0,09	0,00	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
A_6	0,07	0,00	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00

Adım 7. Her bir alternatif için fayda ve maliyet kriterlerinin toplamı belirle.

Her bir alternatif için F_i ve C_i değerleri hesaplanarak Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Alternatifler için F_i ve C_i değerleri

A_i	Fayda	Maliyet
	F_i	C_i
A_1	0,13	0,02
A_2	0,14	0,06
A_3	0,09	0,05
A_4	0,09	0,06
A_5	0,12	0,06
A_6	0,13	0,04

Adım 8. Her bir alternatif için göreceli önem değerini belirle.

Her bir alternatif için göreceli önem değeri Q_i Tablo 11 ile verilmiştir.

Tablo 11. Her bir alternatif için Q_i değerleri

A_i	Göreceli önem değeri
	Q_i
A_1	0,223
A_2	0,177
A_3	0,138
A_4	0,131
A_5	0,160
A_6	0,172

Adım 9. Her bir alternatif için performans değerini belirle.

Her bir alternatif için performans değeri P_i Tablo 12 ile verilmiştir.

Tablo 12. Her bir alternatif için P_i değerleri

A_i	Performans Değeri
	P_i
A_1	1,00
A_2	0,80
A_3	0,62
A_4	0,59
A_5	0,72
A_6	0,77

Adım 10. Alternatifleri performans değerlerine göre sırala.

Her bir alternatifin P_i değeri dikkate alınarak büyükten küçüğe doğru sıralama $A_1 > A_2 > A_6 > A_5 > A_3 > A_4$ olarak elde edilir. Buna göre kullanılabilirlik boyutları açısından en çok tercih edilen tablet markası birinci markadır.

5. Sonuç ve Tartışma

Kullanılabilirlik, tüketicinin ürünü kullanırken belirlediği faydaları sağlamada geçirdiği sürecin kolaylığını etkilemektedir. Bir üründe kullanılabilirlik açısından gerekli özelliklerin sağlanması o ürünün

ergonomik tasarım prensiplerine uygun olarak geliştirildiğinin de bir göstergesidir. Böylece ergonomik tasarımda amaçlanan kullanıcı-ürün etkileşimindeki uyum ve tatmin de sağlanmış olacaktır. Kullanılabilir olarak tanımlanan ürünler tüketicilerde satın alma eğilimi yaratmaktadır (Atalay ve Eraslan, 2014). Buna göre tasarımcıların, ürün tasarımında ergonomik faktörleri dikkate alırken üründe yer alan özellikleri, fonksiyonları tüketiciler tarafından kolay anlaşılabilir, işletebilecek şekilde tasarlamaları gerekmektedir.

Tabletler, birçok farklı fonksiyonu içinde barındıran ve bu fonksiyonlarla ilgili görevleri küçük ekranlar aracılığıyla kullanıcının yapmasını sağlayan elektronik ürünlerdir. Günümüzde tabletlerin üretim değeri dizüstü ve masa üstü bilgisayarları geçerek elektronik sektörde önemli bir pazar payına ulaşmıştır. Her gün bilgi ve teknolojinin değişerek hızla gelişmesi, elektronik pazarında üreticilerin ürün portföylerini geliştirmelerini veya mevcut ürünlerine yeni özellikler katmalarını gerektirmektedir. Bununla birlikte ürünlere eklenen yeni özellikler bu ürünlerin kullanım süreçlerini karmaşıklaştırırken üretim maliyetlerini de arttırmaktadır. Aynı zamanda karmaşıklaşan kullanım süreci nedeniyle kullanıcılar zorluk yaşamaktadırlar. Bu kapsamda tüketiciler kullanılabilirlik açısından daha kolay işletebilen ürünleri tercih etmektedirler. Kullanılabilirlik açısından tüketiciyi tatmin edebilen ürünler üretmek ne kadar zor olsa da kullanılabilirlik seviyesinin artmasıyla destek hizmetlerine duyulan ihtiyaç azalmakta ve tüketici tatmini ve yeniden aynı markayı kullanım kararı da artmaktadır.

Çalışmada farklı tablet markaları kullanılabilirlik boyutları açısından çok kriterli karar verme yaklaşımı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Farklı tabletlerin göreceli olarak kullanılabilirlik boyutlarına göre değerlendirilebilmesi için dokuz kriter dikkate alınmış ve bu kriterlerin KV için önem ağırlıkları SWARA ile belirlenmiştir. SWARA'da her bir KV kriterler için kendi sıralamasını oluşturabilmekte ve kriter ağırlıkları belirlenirken bütün karar vericilerin kriter sıralamaları dikkate alınmaktadır. Ayrıca kriter ağırlıkları, en önemli kriter temel alınarak göreceli olarak belirlenmektedir. Elde edilen bu önem ağırlıkları dikkate alınarak tablet markaları, en çok tercih edilen markayı belirlemek amacı ile COPRAS kullanılarak sıralanmıştır. COPRAS, alternatiflerin performanslarını, kriterler arasında direkt veya kısmi bağımlılık olduğunu kabul ederek değerlendirir ve fayda-maliyet kriterlerinin bir arada bulunduğu karar verme problemlerinde kullanılabilir. Ayrıca ikili karşılaştırmaları içermediğinden problem boyutu büyüdükünde dahi işlem süresi diğer yöntemlere göre kısadır.

SWARA ile elde edilen, kriter ağırlıklarına göre, en önemli kullanılabilirlik kriteri, 0.41 oranı ile ekranın

sağlam olması olarak bulunmuştur. Ayrıca fayda kriterleri açısından ikinci tablet markası birinci sırada yer alırken, maliyet kriterleri açısından birinci tablet markası birinci sırada yer almıştır. Fayda ve maliyet kriterlerinin birlikte incelenerek değerlendirildiği göreceli önem derecesine göre ise 0.23 oranı ile birinci tablet markasının ilk sırada tercih edildiği belirlenmiştir. Önerilen yaklaşım kullanılarak; KV fayda veya maliyet kriterlerine göre ya da her ikisini de dikkate alan göreceli önem oranına göre, kararı verebilme esnekliğine sahiptir. Gelecek çalışmalarda kullanılabilirlik boyutları arasındaki ilişkileri de dikkate alan çok kriterli karar verme yaklaşımları uygulanabilir. Ayrıca, farklı ağırlıklandırma ve sıralama yaklaşımları ile tabletlere ilişkin kullanılabilirlik analizleri gerçekleştirilebilir. Son olarak; önerilen yöntem başka ürün grupları için kullanılabilirlik karşılaştırılmalarında uygulanabilir.

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar

Atalay, K. D., & Eraslan, E. 2014. Multi-Criteria Usability Evaluation of Electronic Devices in a Fuzzy Environment. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 24(3), 336-347.

Atman, T., 2013, Türkiye Elektronik Sanayinin Tarihi ve Günümüzdeki Durum, www.emo.org.tr, 62-68.

Bal, O., 2010. Teknolojinin Sosyo-ekonomik Yapıya Etkileri, *Akademik Bakış Dergisi*, 20, 1-23.

Bernard, Y., Bradley, M.D., Lloyd, A.D., 2013. Learning to Use New Technologies by Older Adults: Perceived Difficulties, Experimentation Behaviour and Usability, *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1715-1724.

Büyüközkan, G., Kahraman, C. ve Ruan, D. 2004. A fuzzy multi-criteria decision approach for software development strategy selection. *International Journal of General Systems*, 33(2-3), 259-280.

Isabwe, G.M.N., 2012. Investigating the Usability of iPad Mobile Tablet in Formative Assessment of a Mathematics Course, *International Conference on Information Society (i-Society)*, 25-28 June, 39-44.

İşiklar, G. ve Büyüközkan, G. 2007. Using a multi-criteria decision making approach to evaluate mobile phone alternatives. *Computer Standards & Interfaces*, 29(2), 265-274.

Kersulienne, V., Zavadskas, K.E., Turskis, Z., 2011. Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA), *Journal of Business Economics and Management*, 11(2), 243-258.

Nielsen, J., 1994. *Usability engineering*. Elsevier.

Pearson, J. M. ve Pearson, A. M. 2008. An exploratory study into determining the relative importance of key criteria in web usability: a multi-criteria approach. *Journal of Computer Information Systems*, 48(4), 115-127.

Pereira, A., Miller, T., Huang, Y-M., Odell, D., and Rempel, D., 2013. Holding a Tablet Computer with One Hand: Effect of Tablet Design Features on Biomechanics and Subjective Usability Among Users with Small Hands, *Ergonomics*, 56(9), 1363-1375.

Wixon, D., & Wilson, C. (1997). The usability engineering framework for product design and evaluation. *Handbook of human-computer interaction*, 2, 653-68.

Wyeth, P., MvEvan, M., Roe, P., and MacColl, I., 2011. Expressive Interactions: Tablet Usability for Young Mobile Learners", *Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference*, 311-314.

Zavadskas, K.E., Kaklauskas, A., and Sarka, V., 1994. The New Method of Multicriteria Complex Proportional Assessment of Projects, *Technological and Economic Development of Economy*, 1(3), 131-139.