

SELECTING THE MOST SUITABLE SMARTWATCH FOR INDIVIDUALS DOING SPORTS BY AHP AND PROMETHEE METHODS

Zeynep Nur TURGUT¹, Tuğba DANIŞAN² & Tamer EREN³

¹ Kırıkkale University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Kırıkkale, Turkey

iD 0000-0003-0659-1254

² Kırıkkale University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Kırıkkale, Turkey

iD 0000-0003-1998-6810

³ Kırıkkale University Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Kırıkkale, Turkey

iD 0000-0001-5282-3138

Abstract : Smart watches are a new technology product that is obtained with technological developments and is very popular. There are many types of this product that helps supplying the needs of consumers. Generally smart watches are used to perform many functions such as performance tracking, heart rating, pedometer, fitness coaching. With many developing functions, smart watches are used as an effective sports tracking device. In this study, it is aimed to determine optimum performed smart watch for daily training people. Determination is made according to price of the product, activity tracking, compatibility with smart device, battery charge limit and network connection criterions. Answers for the question of "Which smart watch provides best exercise control and is also suitable for daily use?". Analytical Hierarchy Process (AHP) and Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) methods are used for the solution of this problem which is one of the Multi Criteria Decision Making methods (MCDM). Five of prominent alternative devices investigated and consequently Samsung Galaxy Watch Active 2 is chosen as the best matched with the specified criterions.

Keywords: Smart Watch Selection, Wearable Technology, Multi Criteria Decision Making.

Citation : Tugut, Z., N., Danişan, T., & Eren, T. (2020). Selecting the Suitable Smartest Watch for Who Making Sports by AHP and PROMETHEE Methods. *International Journal of Physical Education Sport and Technologies*, 1(2), 1-11.



SPOR YAPANLAR İÇİN EN UYGUN AKILLI SAATİN AHP VE PROMETHEE YÖNTEMLERİ İLE SEÇİMİ

Özet: Akıllı saatler teknolojik gelişmelerle birlikte elde edilen ve çokça rağbet gören yeni bir teknoloji ürünüdür. Tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılamakta yardımcı olan bu ürünün birçok çeşidi bulunmaktadır. Genellikle akıllı saatler, performans takibi, kalp atış hızı, adımsayar, fitness koçluğu gibi birçok fonksiyonu yerine getirmek için kullanılmaktadır. Gelişen birçok fonksiyonu ile akıllı saatler etkili bir spor takip cihazı olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada da günlük hayatta spor yapanların ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri en uygun akıllı saatin belirlenmesi problemi ele alınmıştır. Bu değerlendirme ürünün fiyatı, aktivite takibi, akıllı cihazla uyumluluk, batarya ömrü ve ağ bağlantısı özellikleri kriterlerine göre belirlenerek yapılmıştır. Bu çalışma ile kullanıcılar tarafından sorulan “Egzersiz kontrolü sağlayan aynı zamanda günlük hayatta da kullanılabilen en iyi akıllı saat hangisidir?” sorusuna cevap aranmaktadır. Problemin çözümünde Çok Ölçütlü Karar Verme yöntemlerinden (ÇÖKV) Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) yöntemleri kullanılmıştır. Problemden piyasada öne çıkan beş alternatif baz alınmış olup bu ürünlerden Samsung Galaxy Watch Active 2 ürünü belirlenen kriterler temelinde seçilen ürün olmuştur.

Anahtar kelimeler: Akıllı Saat Seçimi, Giyilebilir Teknoloji, Çok Ölçütlü Karar Verme.

Akıllı saat teknolojisi, son yıllarda dikkat çeken ve piyasadaki çeşitliliği artış gösteren bir giyilebilir teknoloji ürünüdür. Gelişen teknolojiyle birlikte, taşınabilir teknolojik ürünler ve nesnelerin internetinin de gelişmesiyle, akıllı saatler günlük hayatta yer edinmeye başlamıştır. Akıllı saatler akıllı telefonlar ile uyumluluğu ve sağlıkla ilgili birçok özelliği bir arada bulundurmaktadır (Bulğurcu, 2019). Akıllı saatler, bileğe takılmak üzere tasarlanmış, akıllı telefon özelliklerini içeren taşınabilir cihazlardır. Aktivite takibi, kalp atış hızı ve diğer yaşamsal fonksiyonları da kayıt altında tutmaktadır.

Akıllı saatler sporcular için egzersiz takibine yardımcı olacak adımsayar, nabız ölçer gibi özellikleri içermektedir. Spor yapan kişiler egzersizlerini kontrol etmek için akıllı saat teknolojilerinden faydalanmaktadır. Günlük hayatta spor yapanların akıllı saatleri tercih etmesiyle birlikte “Egzersiz kontrolü sağlayan aynı zamanda günlük hayatta da kullanılabilen en iyi akıllı saat hangisidir?” sorusu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle bu çalışmada günlük hayatta spor yapan kişilere en uygun akıllı saat seçimi problemi ele alınmıştır. Piyasada birçok akıllı saat çeşidi bulunduğu için bu ürünler arasında karar

vermek oldukça zordur ve bu problem, Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) tipindeki problemleri oluşturmaktadır.

ÇÖKV ile birden fazla kriter baz alınarak alternatifler karşılaştırılmakta ve değerlendirilmektedir. ÇÖKV problemleri ikiye ayrılmaktadır. Problemden ürünlerin özelliklerine puanlar verilerek en iyi alternatif seçimi ele alınıyorsa bu tip problemlere ÇÖKV problemi adı verilmektedir. Problemden en iyi alternatif seçimi yapılırken, çelişen amaçlar bir arada bulunuyorsa bu tip problemlere de Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) problemi adı verilmektedir. Karar verici her iki karar sürecinde de etkilidir (Phua ve Minowa, 2005). Yapılan bu çalışmada ÇÖKV problemi ele alınmıştır.

ÇÖKV problemlerinin çözümü için literatürde Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions (TOPSIS), Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR), Analitik Ağ Süreci (AAS), Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), The Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation (PROMETHEE), Elimination and Choice Translating Reality English (ELECTRE) ve Multi-objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA) gibi çeşitli yöntemler kullanılmıştır (Tekeş,

2002). Bu çalışmada ise AHP ve PROMETHEE yöntemi kullanılarak problem çözümü gerçekleştirilmiştir. Problem çözümünde kullanıcıların belirlediği kriterler arasında karşılaştırma yapılarak öncelik değerleri bulunmuş ve her bir kriter için alternatif değerlendirilmesi yapılarak marka önceliği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kriter ve alternatiflerin öncelik değerlerine göre sporcular için en iyi akıllı saat seçilmiştir.

ÇALIŞMANIN ÖNEMİ

Gelişen teknolojiyle birlikte akıllı saat pazarı hızla artış göstermektedir. Günlük hayatta kullanım için birçok avantajı olan akıllı saatler iyi bir spor takip cihazı olmaktadır (Saatönerileri, 2019). Spor yapan bir kişi, aynı zamanda günlük hayatında da kullanabileceği bir akıllı saate ihtiyaç duyduğunda piyasadaki marka çeşitliliğinden dolayı zorlanmaktadır. Bu nedenle hem spor aktivitelerini takip edebilen hem de günlük hayatta kullanılabilen bir akıllı saatin seçimi problemi ele alınmıştır.

Akıllı saat ile ihtiyaç duyulan ölçümler yapılabilmektedir. Aynı zamanda akıllı saatler atılan adım sayısı, mesafe, kalori, kalp atış hızı, nabız hızı, uyku takibi ve daha birçok veriye ulaşabilme imkânına sahip taşınabilir giyilebilir teknoloji ürünüdür. Akıllı saatlerin, günlük hayatta yürürken, koşarken, bisiklete binerken, yüzerken veya egzersiz yaparken mesajlara ve gelen bildirimlere bakabilme özelliği de bulunmaktadır (Saatönerileri, 2019).

Literatürde karar verme problemlerinde ÇÖKV yöntemlerinden TOPSIS (Korkmaz,2019; Özcan vd., 2019a) VIKOR (Alakaş vd., 2019; Özbek ve Erol, 2016), AAS (Uslu vd., 2019; Hamurcu ve Eren, 2019), AHP (Özcan vd., 2020; Özbek ve Erol, 2016; Alakaş vd., 2019), PROMETHEE (Bedir ve Eren, 2015; Taş vd., 2017; Şeker ve Alakaş, 2019; Deringöz vd. 2021), ELECTRE (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2010), MOORA (Hamurcu ve Eren, 2020) ve the DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory (Sonel vd., 2019) gibi birçok yöntem ile problemlere çözüm aranmıştır. Farklı uygulama alanlarında kullanılan bu ÇÖKV yöntemleri tedarikçi (Alakaş vd., 2019), elektrikli araç (Hamurcu ve Eren, 2020), akıllı telefon (Perçin ve

Pancaroğlu, 2019), proje (Binici ve Aksakal, 2020; Hamurcu ve Eren, 2018), şehir (Sonel vd., 2019), depo yeri (Şeker ve Alakaş, 2019), personel (Bedir ve Eren, 2015; Özbek ve Erol, 2016; Korkmaz, 2019) ve ekipman (Özcan vd., 2019b) seçimi gibi birçok problemin çözümünde kullanılmış ve etkin sonuçların elde edilmesini sağlamıştır. Özellikle bu çalışmanın da uygulama alanı olan giyilebilir teknoloji ürünleri arasında seçim yapan Deringöz vd. (2021) sağlık sektörüyle ilgili olarak Covid-19 pandemi sürecinde hasta takibi yapabilen giyilebilir sağlık teknolojilerini ÇÖKV yöntem kombinasyonları ile değerlendirerek bu kapsamda ilk kez değerlendirme yapan bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Bu çalışmada ise spor yapan kişilere en uygun akıllı saatin seçimi için ÇÖKV yöntemlerinden AHP ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak çözüm aranmıştır. Seçim yaparken aktivite takibinin olup olmaması, pil ömrü, ürünün fiyatı gibi kriterler göz önünde bulundurularak alternatifler belirlenmiştir ve elde edilen çözümler sunulmuştur. Bu çalışma bilindiği kadarıyla literatürdeki diğer çalışmalardan;

- Spor yapanlar için giyilebilir teknoloji ürünü olan akıllı saatlerin değerlendirilmesi,
- Giyilebilir teknoloji ürünlerinden olan akıllı saatlerin seçiminde ÇÖKV yöntemlerinin kullanılması,
- AHP ve PROMETHEE yöntemleri ile ürünlerin değerlendirilmesi,
- Değerlendirmede ürünün fiyatı, aktivite takibi özelliği, akıllı telefon ile uyumluluğu ve batarya ömrü ve birden fazla ağ bağlantısı bulundurma kriterlerinin ele alınması yönlerinden farklılık oluşturmaktadır.

ÇÖKV YÖNTEMLERİ

AHP Yöntemi

Bu çalışmada literatürde karar problemleri arasında sıklıkla kullanılan ve etkin sonuçların elde edilmesinde önemli rol oynayan AHP yöntemi çözüm için kullanılan yöntemlerdendir. AHP yöntemi beş adımdan oluşmaktadır (Özcan vd., 2019a, 2020).

Adım 1: Hiyerarşik yapının oluşturulması.

AHP yönteminde ilk adım ele alınan problem için kriterler temelinde alternatiflerin hiyerarşik yapısının oluşturulmasıdır.

Adım 2: Kriterlerin karşılaştırılması.

Adım 1’de hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra kriterler temelinde alternatiflerin birbiriyle karşılaştırılması ve her bir kriterin de kendi arasında ikili karşılaştırması sonucunda karar matrisleri oluşturulmaktadır. Karar matrisleri oluşturulurken, Tablo 1’de gösterilen ve Saaty (1980) tarafından belirlenen önem skalası göz önünde bulundurularak değerler atanmaktadır.

Tablo 1. Önem skalası

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Eşit önemli
3	Kısmen önemli
5	Çok önemli
7	Aşırı derece önemli
9	Kesinlikle önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Adım 3: Normalleştirme ve göreceli önem ağırlıklarının hesaplanması.

Kullanılan her bir kriter için normalleştirme işlemi Eş.1 kullanılarak yapılmakta ve devamında her bir kriterin ağırlığı Eş. 2 ile hesaplanmaktadır.

$$b_{ij} = a_{ij} / \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (1)$$

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^n b_{ij}}{n} \quad (2)$$

Adım 4: Tutarlılık oranının (CR) hesaplanması ve kontrolü.

CR değerinin hesaplanabilmesi için Eş.3 ve Eş.4 kullanılarak öncelikle ikili karşılaştırma matrisinin en büyük özvektör değeri hesaplanmaktadır.

$$[a_{ij}]_{n \times m} * [w_i]_{m \times 1} = [d_i]_{n \times 1} \quad (3)$$

$$\lambda_{\max} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{w_i} \right) / n \quad (4)$$

CR, tutarlılık indeksinin (CI) Eş. 6’ya göre Tablo 2’de verilen rassal indekse oranlanması sonucunda hesaplanmakta ve Eş.5 ile tutarlılık indeksi hesaplanmaktadır.

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)} \quad (5)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (6)$$

Eğer $CR < 0,1$ ise ikili karşılaştırma matrisinin problem için tutarlı olduğu anlamına gelmektedir. Bu şartın sağlanmaması durumunda, ikili karşılaştırmalar tekrar gözden geçirilmeli ve matristeki değerler yenilenerek hesaplamaların tekrar yapılması gerekmektedir.

Tablo 2. RI değerleri

n	RI
1	0
2	0
3	0,58
4	0,9
5	1,12
6	1,24
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51

Adım 5: AHP skorlarının analizi.

En yüksek değere sahip alternatif en iyi alternatif olarak seçilmektedir.

PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE yöntemi diğer ÇÖKV yöntemleri ile karşılaştırıldığında gerçek değerler ile sunulan birçok kriter için uygulanabilir basit bir yöntemdir. İkili kıyaslamalara dayanan PROMETHEE yöntemi karar noktalarının kriterlere göre değerlendirilmesini sağlamaktadır. Diğer çoklu karar verme yöntemlerinden temel farkı, her bir değerlendirme faktörünün kendi iç ilişkisini de değerlendirmesidir. PROMETHEE yöntemi 7 adımdan oluşmaktadır (Brans vd., 1986).

Adım 1: Veri Matrisinin Oluşturulması.

Problemin çözümünde kullanılan veri matrisi oluşturulmaktadır (Organ, 2013).

Adım 2: Kriterler için tercih fonksiyonlarının tanımlanması.

Kriterlerin yapısına göre 6 farklı tercih fonksiyonu seçilebilmektedir. Kullanılan fonksiyonlara Şekil 1'de yer verilmiştir.

	Fonksiyon	Parametre
Birinci Tip (Olağan)	$P(d) = \begin{cases} 0, & \forall x \leq 0 \\ 1, & \forall x \geq 0 \end{cases}$	---
İkinci Tip (U Tipi)	$P(d) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x \geq l \end{cases}$	l
Üçüncü Tip (V Tipi)	$P(d) = \begin{cases} \frac{x}{m}, & x \leq m \\ 1, & x \geq m \end{cases}$	m
Dördüncü Tip (Seviyeli)	$P(d) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ \frac{1}{2}, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$	q,p
Beşinci Tip (Doğrusal)	$P(d) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ \frac{(x-s)}{r}, & s < x \leq s+r \\ 1, & x > s+r \end{cases}$	s,r
Altıncı Tip (Gaussian)	$P(d) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}, & x > 0 \end{cases}$	σ

Şekil 1: PROMETHEE yönteminde kullanılan fonksiyonlar

Adım 3: Ortak tercih fonksiyonlarından hareketle her alternatif çifti için tercih indekslerinin belirlenmesi.

a ve b alternatiflerinin tercih indeksi w_j ($j=1,2,\dots,k$) ağırlıklarına sahip k kriter için Eş. 7'deki formül ile hesaplanmaktadır.

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^n w_j \cdot P_j(a, b) \quad (7)$$

Adım 4: Tercih indekslerinin belirlenmesi.

Her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenmektedir. Tercih indeksi Eş. 8 ile hesaplanmaktadır.

$$\pi(a, b) = \frac{\sum_{j=1}^n w_j \cdot P_j(a, b)}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (8)$$

$$\pi(a, b) = \frac{\sum_{j=1}^n w_j \cdot P_j(a, b)}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (8)$$

Adım 5: Alternatifler için pozitif (Φ^+) ve negatif (Φ^-) üstünlüklerin belirlenmesi.

a alternatifi için pozitif ve negatif üstünlük Eş. 9 ve Eş. 10 formülleri ile hesaplanmaktadır.

$$\Phi^+(a) = \sum \pi(a, b) \quad (9)$$

$$\Phi^-(a) = \sum \pi(b, a) \quad (10)$$

Adım 6: PROMETHEE I ile alternatifler için kısmi önceliklerin belirlenmesi.

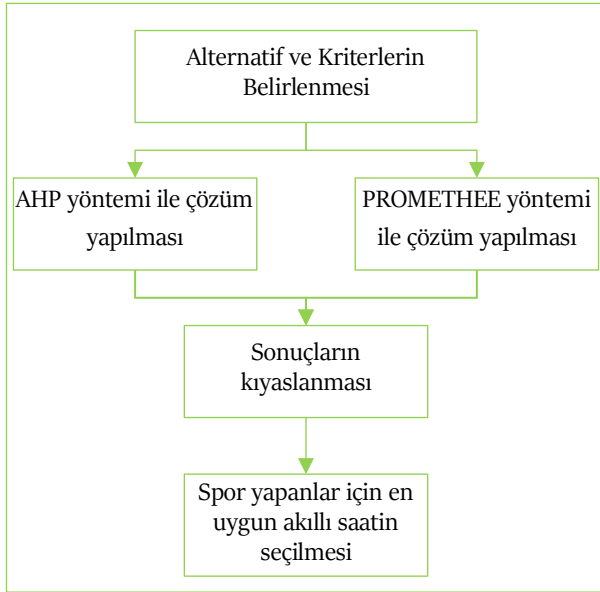
Kısmi öncelikler alternatiflerin birbirlerine göre tercih edilme durumlarının, birbirinden farklı olan alternatiflerin ve birbirleriyle karşılaştırılmayacak olan alternatiflerin belirlenmesini sağlamaktadır.

Adım 7: PROMETHEE II ile alternatifler için tam önceliklerin belirlenmesi.

Her bir alternatif için tam öncelikler hesaplanmakta ve bu değerler ile bütün alternatifler aynı düzlemde değerlendirilerek tam sıralama belirlenmektedir.

Uygulama

Bu çalışmada spor yapanlar için giyilebilir teknoloji ürünlerinden olan akıllı saatlerin seçimi problemi ele alınmıştır. Problem çözümünde öncelikle AHP yöntemi ile çözüm yapılmıştır. Sonrasında PROMETHEE yöntemi ile de problem ele alınmış olup AHP yöntemi ile sonuçları kıyaslanmıştır. Sporcular için en iyi akıllı saat seçiminde izlenen uygulama adımları Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2: Problem uygulama adımları

Akıllı saat seçiminde alternatiflerin belirlenmesi

Akıllı saat sektörü teknolojiyle birlikte giderek gelişirken, şirketlerin bu pazara olan yatırımları da gün geçtikçe artmaktadır. Apple ile başlayan bu süreç; Samsung, Huawei, Honor, Xiaomi gibi teknoloji devlerinin de akıllı saat üretmesiyle giyilebilir teknoloji pazarını daha da rekabetçi hale getirmiştir. Yeni nesil akıllı saatlerin akıllı telefonlar ile entegre halde çalışması ve insan hayatını çok daha kolay hale getirmesi, akıllı saatleri önemli hale getirmiştir. Akıllı saat seçiminde, kullanıcıların en çok tercih ettiği ürünler, talep gören markalar ve kullanıcı yorumları analiz edilerek aşağıdaki en iyi beş markanın ürünü olan akıllı saatler seçilmiştir (Versus, 2020). Seçilen alternatifler aşağıdaki gibidir:

- Apple Watch Series 5
- Samsung Galaxy Watch Active 2
- Huawei Watch GT 2
- Honor Watch Magic 2
- Xiaomi Amazfit Pace 2

Akıllı saat seçiminde etkili olan kriterler

Spor yapan kullanıcılar akıllı saat seçimi yaparken aktivite takibinin olup olmamasına öncelik vermektedirler. Akıllı saatin aktivite halinde çalışması durumunda batarya ömrünün fazla olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra akıllı telefon ile uyumluluğu, ürünün fiyatı ve birden fazla ağ bağlantısı bulundurma gibi kriterler önem arz etmektedir. Akıllı saat seçiminde etkili olan kriterler aşağıdaki gibidir:

- Ürünün fiyatı (Fiyat)
- Aktivite takibi (Aktivite)
- Akıllı telefon ile uyumluluk (Uyumluluk)
- Batarya ömrü (Batarya)
- Birden fazla ağ bağlantısı bulundurma (Bağlantı)

Akıllı saat seçiminde verilerin özeti

Akıllı saat seçimi yapılırken kullanılan kriterlere göre ürün alternatiflerinin özellikleri Tablo 3'te (Versus, 2020) özetlenmektedir.

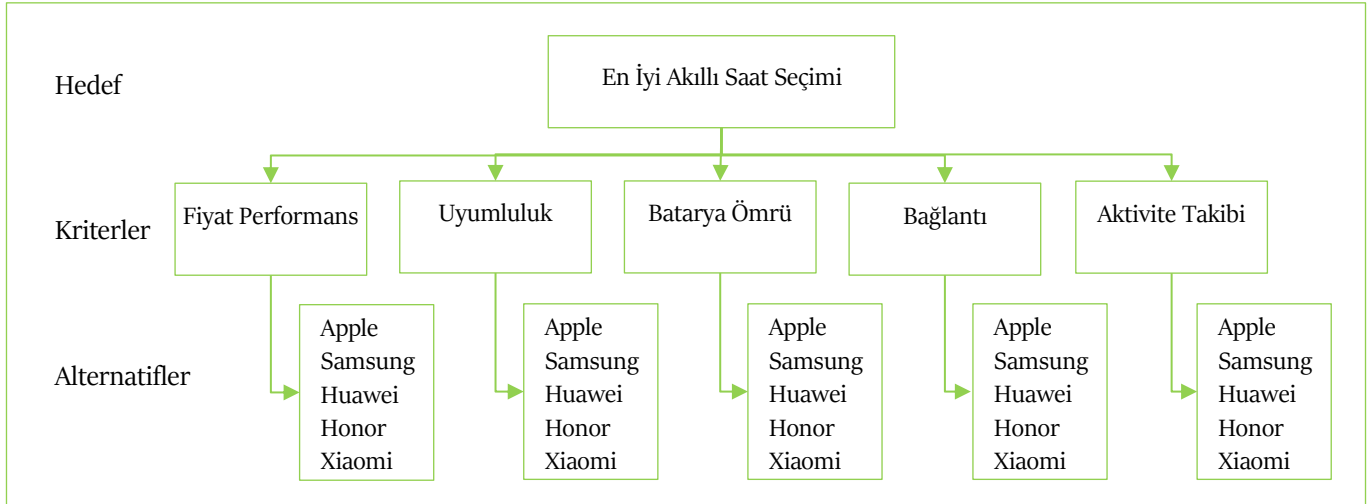
Tablo 3. Akıllı saat seçimi verileri

Alternatif/ Kriterler	Fiyat (TL)	Uyumluluk	Batarya Ömrü	Bağlantı	Aktivite Takibi
Apple	3300	iOS	1 Gün	Bluetooth, Wi-Fi, NFC, LTE, A-GPS	Aktivite Eğilimleri ve Uyku Takibi
Samsung	2000	Android, iOS	3 Gün	Wi-Fi, Bluetooth, GPS	Nabız Takibi, Form ve Fitness Koçluğu
Huawei	3000	Android, iOS	2 Gün	Wi-Fi, Bluetooth 5, BLE, GPS	Günlük Performans Takibi
Honor	1300	Android	14 Gün	Wi-Fi, Bluetooth, GPS	Kalori Takibi
Xiaomi	1000	Android, iOS	5 Gün	Bluetooth 4,0 / BLE, WiFi, GPS	Fitness ve Spor Takibi

Problemin AHP yöntemi ile çözümü

AHP yönteminde sporcular için en iyi akıllı saat seçiminde kriterler temelinde alternatiflerin hiyerarşik yapısı Şekil 3'te gösterilmektedir.

Adım 1'de hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra kriterler temelinde alternatifler birbiriyle karşılaştırılmıştır. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi sonucunda tutarlılık oranı 0,019 olarak bulunmuştur. Tutarlılık oranı $0,019 < 0,10$ olduğundan karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 3: Hiyerarşik Yapı

Tablo 4'teki verilere bakılarak, kriterlerin karşılaştırması sonucunda birincil kriter aktivite takibi olmuştur. İkinci sırada batarya kriteri gelmektedir. Daha sonra sırasıyla bağlantı kriteri, fiyat kriteri ve uyumluluk kriteri öncelik sırasını izlemektedir. Spor yapan kullanıcıların kriterler arasında önceliği aktivite takibi kriteri olmaktadır. Karşılaştırma matrisi sonucunda aktivite takip kriterinin öncelikli çıkması bu bilgiyi doğrulamaktadır.

Tablo 4. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

Kriterler	Fiyat	Uyumluluk	Batarya	Bağlantı	Aktivite
Fiyat	1,00	3,00	0,20	0,33	0,20
Uyumluluk	0,33	1,00	0,20	0,20	0,14
Batarya	5,00	5,00	1,00	3,00	0,33
Bağlantı	3,00	5,00	0,33	1,00	0,20
Aktivite	5,00	7,00	3,00	5,00	1,00

Belirlenen 5 alternatif için her bir kriter göre, alternatifler önem derecesi skalasına göre karşılaştırılmıştır.

Fiyat kriterine göre karşılaştırma yapılırken kullanıcı yorumları ve en çok satılan fiyat aralıkları temel alınarak karşılaştırma yapılmıştır. Tablo 5'te fiyat kriterine göre alternatiflerin karşılaştırması yer almaktadır. Karşılaştırma sonucunda tutarlılık oranı 0,025 olarak bulunmuştur. Tutarlılık oranı $0,025 < 0,10$ olduğundan dolayı karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Fiyat kriteri değerlendirilirken fiyatı en az olan ürün avantajlı olmaktadır. Maliyet en aza indirgenerek en uygun ürün seçilmektedir. Fiyat kriterine göre alternatiflerin karşılaştırması sonucunda alternatif öncelikleri sırasıyla Xiaomi, Honor, Samsung, Huawei ve Apple şeklinde bulunmuştur. Xiaomi markasına ait ürün fiyatının en az olması ve önceliğinin en yüksek çıkması ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılığını doğrulamaktadır.

Tablo 5. Fiyat kriterine göre alternatiflerin karşılaştırması

Alternatifler	Apple	Samsung	Huawei	Honor	Xiaomi
Apple	1,00	0,20	0,50	0,20	0,14
Samsung	5,00	1,00	3,00	0,50	0,33
Huawei	2,00	0,33	1,00	0,20	0,20
Honor	5,00	2,00	5,00	1,00	0,50
Xiaomi	7,00	3,00	5,00	2,00	1,00

Uyumluluk kriterine göre karşılaştırma yapılırken Adroid ve iOS kullanıcıları tespit edilmiş ve en çok talep edilen işletim sistemine göre karşılaştırma yapılmıştır. Birden fazla işletim sistemine uyumlu akıllı saatler kullanıcı için daha avantajlı durumdadır. Tablo 6'da uyumluluk kriterine göre alternatiflerin ikili karşılaştırması yapılmıştır. Karşılaştırma sonucunda tutarlılık oranı 0,035 olarak bulunmuştur. Tutarlılık oranı $0,035 < 0,10$ olduğundan dolayı karşılaştırma matrisi tutarlıdır. Akıllı telefona uyumluluk kriteri sonucunda Samsung, Huawei ve Xiaomi marka ürünlerinin Android ve iOS işletim sistemlerini bir arada bulundurması açısından öncelik değerleri eşit çıkmıştır. Sonrasında Apple markası yalnızca iOS işletim sistemine sahip olmakla ikinci öncelik sırasında yer almıştır. Son olarak Honor markası ürünü yalnızca Android işletim sistemine sahip özelliği ile sonuncu sırada yer almaktadır.

Tablo 6. Uyumluluk kriterine göre ikili karşılaştırma

Alternatifler	Apple	Samsung	Huawei	Honor	Xiaomi
Apple	1,00	0,20	0,20	3,00	0,20
Samsung	5,00	1,00	1,00	5,00	1,00
Huawei	5,00	1,00	1,00	5,00	1,00
Honor	0,33	0,20	0,20	1,00	0,20
Xiaomi	5,00	1,00	1,00	5,00	1,00

Batarya ömrü kriterine göre karşılaştırma yapılırken kullanım halindeki akıllı saatlerin ortalama batarya

ömürleri temel alınarak karşılaştırma yapılmıştır. Tablo 7'de batarya ömrü kriterine göre alternatiflerin ikili karşılaştırması yapılmıştır. Karşılaştırma sonucunda tutarlılık oranı 0,055 olarak bulunmuş ve $0,055 < 0,10$ eşitliği sağlandığından dolayı karşılaştırma matrisi tutarlı olarak bulunmuştur.

Batarya ömrü kriterine göre karşılaştırma yapıldığında Honor markasına ait akıllı saatin 14 gün olması özelliğiyle birinci öncelikli olduğu bulunmuştur. Daha sonra Xiaomi, Samsung, Huawei ve Apple markaları sırasıyla Honor markasını izlemiştir. Batarya ömrünün 1 gün olması özelliği ile Apple markası olmuştur. Bu durumda batarya ömrü kriterine göre en avantajlı alternatif Honor markasına ait akıllı saat olmaktadır.

Tablo 7. Batarya kriterine göre alternatiflerin ikili karşılaştırması

Alternatifler	Apple	Samsung	Huawei	Honor	Xiaomi
Apple	1,00	0,33	0,50	0,14	0,20
Samsung	3,00	1,00	2,00	0,14	0,33
Huawei	2,00	0,50	1,00	0,14	0,33
Honor	7,00	7,00	7,00	1,00	5,00
Xiaomi	5,00	3,00	3,00	0,20	1,00

Alternatiflerin bağlantı kriterine göre karşılaştırması yapılırken akıllı saatlerin birden fazla bağlantısı olması temel alınarak önem dereceleri belirlenmiştir. Tablo 8'de bağlantı kriterine göre karşılaştırma yapılmıştır. Tablo 8'deki veriler kullanılarak tutarlılık oranı 0,070 olarak bulunmuştur ve karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Bağlantı kriterine göre alternatif karşılaştırması sonucunda birinci marka Apple markası olmuştur. Birden fazla bağlantıyı bir arada bulundurma ve A-GPS bağlantısına sahip olma özelliğinden dolayı öncelikli gelmiştir. Daha sonrasında Apple markasını sırasıyla Huawei, Xiaomi, Samsung ve Honor markaları izlemiştir.

Tablo 8. Bağlantı kriterine göre alternatiflerin ikili karşılaştırması

Alternatifler	Apple	Samsung	Huawei	Honor	Xiaomi
Apple	1,00	5,00	3,00	7,00	3,00
Samsung	0,20	1,00	0,20	3,00	0,33
Huawei	0,33	5,00	1,00	5,00	3,00
Honor	0,14	0,33	0,20	1,00	0,20
Xiaomi	0,33	3,00	0,33	5,00	1,00

Aktivite takibi kriterine göre alternatifler değerlendirilirken akıllı saatlerin birden fazla özelliği aynı anda bulundurması göz önüne alınarak önem dereceleri belirlenmiştir. Tablo 9'daki verilere göre tutarlılık oranı 0,081 bulunmuştur ve karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Kriterlerin önem sırasını birinci olan aktivite kriterine göre karşılaştırma sonucu Samsung markasının öncelikli olduğu sonucu bulunmuştur. Xiaomi, Huawei, Apple ve Honor markaları sırasıyla Samsung markasını izlemiştir.

Tablo 9. Aktivite kriterine göre alternatiflerin ikili karşılaştırması

Alternatifler	Apple	Samsung	Huawei	Honor	Xiaomi
Apple	1,00	0,20	0,33	3,00	0,20
Samsung	5,00	1,00	5,00	7,00	3,00
Huawei	3,00	0,20	1,00	5,00	0,33
Honor	0,33	0,14	0,20	1,00	0,20
Xiaomi	5,00	0,33	3,00	5,00	1,00

AHP yönteminde son adım olan kriter öncelikleri ile alternatif öncelikleri çarpma işlemi sonucunda markaların sahip olduğu öncelikler hesaplanmıştır. Belirlenen beş marka için elde edilen sonuç Tablo 10'da yer almaktadır.

Tablo 10'da bulunan verilere göre AHP yöntemi sonucunda birinci öncelikli marka Samsung markası olmuştur. Samsung markasını sırasıyla Xiaomi

markası, Honor, Huawei ve Apple markaları izlemiştir.

Tablo 10. Markaların öncelik değerleri

Ürün	Öncelik değeri
Apple	0,121
Samsung	0,291
Huawei	0,146
Honor	0,197
Xiaomi	0,245

Problem PROMETHEE yöntemi ile çözümü

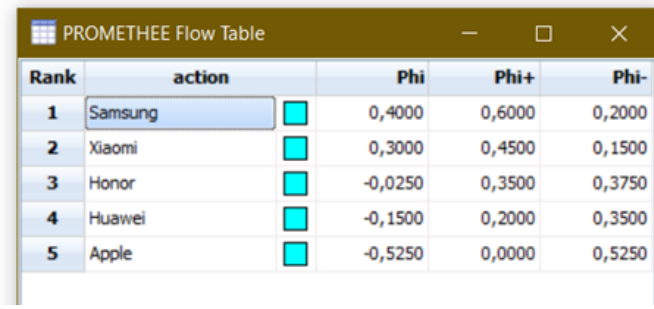
Çalışmanın bu aşamasında AHP yönteminde bulunan kriter ağırlıkları PROMETHEE yöntemine dahil edilmiş ve problem çözümüne devam edilmiştir.

PROMETHEE yöntem çözümünde Visual PROMETHEE (2020) programı kullanılmıştır. Programda öncelikle alternatifler için veri matrisi oluşturulmuş ve her kriter için uygun olan tercih fonksiyonu seçilerek çözüm gerçekleştirilmiştir. Program ara yüzü Şekil 4'te yer almaktadır.

Ürün	Fiyat	Uyumluluk	Batarya omru	Bağlantı	Aktivite takibi
Apple	3300,00	1,00	1,00	5,00	5,00
Samsung	2000,00	2,00	3,00	10,00	10,00
Huawei	3000,00	2,00	2,00	6,00	6,00
Honor	1300,00	1,00	14,00	4,00	4,00
Xiaomi	1000,00	2,00	5,00	6,00	5,00

Şekil 4: Visual PROMETHEE program ara yüzü

PROMETHEE yöntem çözümü sonucuna Şekil 5'te yer verilmiştir.



Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Samsung	0,4000	0,6000	0,2000
2	Xiaomi	0,3000	0,4500	0,1500
3	Honor	-0,0250	0,3500	0,3750
4	Huawei	-0,1500	0,2000	0,3500
5	Apple	-0,5250	0,0000	0,5250

Şekil 5: PROMETHEE yöntemi çözüm sonucu

Bu sonuca göre birinci öncelikli marka Samsung markası olmuştur. Samsung markasını Xiaomi markası, Xiaomi markasını Honor, Huawei ve Apple markaları sırasıyla izlemiştir.

Her iki yöntem sonucuna göre de Samsung ürünü ilk sırada yer alan ve seçilen ürün olarak bulunmuştur. Özellikle seçimde etkili olan aktivite takibi kriterinin Samsung ürününe öne çıkması bulunan sonucun etkinliğini yansıtmaktadır.

SONUÇ

Giyilebilir teknoloji alanında en çok rağbet gören akıllı saatlerin kullanımı teknolojiyle birlikte bu ürünlere olan ilgiyi de arttırmıştır. Spor yapan bir kullanıcının akıllı saat alırken hangi kriterleri göz önünde bulundurduğu araştırılarak; ürünün fiyatı, akıllı telefona uyumluluğu, ağ bağlantıları, batarya ömrü ve aktivite takibi kriterleri belirlenmiştir. Bu kriterleri temel alan ve en çok talep edilen beş alternatif değerlendirilmiştir.

Değerlendirmeye alınan alternatiflerin özellikleri araştırılmıştır. Kriterler temelinde, alternatif özelliklerinin belirlenmesiyle karar matrisleri oluşturulmuştur. En uygun akıllı saat seçimine ÇÖKV yöntemlerinden AHP ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak çözüm elde edilmiştir. Her iki yöntem sonucunda da birinci öncelikli akıllı saat Samsung markasına ait Samsung Galaxy Watch Active 2 ürünü olmuştur. Özellikle spor takibinde etkili olan aktivite takibi kriterine göre bu ürünün yüksek değer alması ise ulaşılan sonucun tutarlı olduğunu yansıtmaktadır.

Yapılan çalışma bilindiği kadarıyla spor yapanlar için giyilebilir teknoloji ürünü olan akıllı saatlerin

değerlendirilmesi, giyilebilir teknoloji ürünlerinden olan akıllı saatlerin seçiminde ÇÖKV yöntemlerinin kullanılması, AHP ve PROMETHEE yöntemleri ile ürünlerin değerlendirilmesi, değerlendirmede ürünün fiyatı, aktivite takibi özelliği, akıllı telefon ile uyumluluğu ve batarya ömrü ve birden fazla ağ bağlantısı bulundurma kriterlerinin ele alınması yönlerinden farklılık oluşturmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Bu çalışmadaki herhangi bir aşamada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Alakaş, H.M., Bucak, M., & Kızıldaş, Ş. (2019). Ahp-topsis ve ahp-vikor yöntemleri ile ambulans tedarik firması seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(1), 93-101.
- Bedir, N., & Eren, T. (2015). AHP-PROMETHEE yöntemleri entegrasyonu ile personel seçim problemi: perakende sektöründe bir uygulama. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4(4), 46-58.
- Binici, E., & Aksakal, E. (2020). Ar-Ge proje seçim probleminde yeni bir yaklaşım ve çözüm önerisi: UTA yöntemi. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 26(1).
- Brans J. P., Vincke P., & Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, 24(2), 228-238.
- Bulğurcu, B. (2019). Çok nitelikli fayda teorisi ile critic yöntem entegrasyonu: akıllı teknoloji tercih örneği. *OPS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 13(19), 1930-1957.
- Deringöz, A., Danışan, T., & Eren, T. (2021). Covid-19 takibinde giyilebilir sağlık teknolojilerinin ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Politeknik Dergisi*, Basımda.
- Ertuğrul, İ., & Karakaşoğlu, N. (2010). Electre ve bulanık ahp yöntemleri ile bir işletme için bilgisayar seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2).
- Hamurcu, M. & Eren, T. (2018). Kent içi ulaşım için bulanık ahp tabanlı vikor yöntemi ile proje seçimi, *Engineering Sciences (NWSAENS)*, 13(3), 201-216.
- Hamurcu, M., & Eren, T. (2019). An application of multicriteria decision-making for the evaluation of alternative monorail routes. *Mathematics*, 7(1), 16.

- Hamurcu, M., & Eren, T. (2020). Applications of the moora and topsis method for decision of electric vehicle in public transportation technology. *Transportation*.
- Korkmaz, O. (2019). Personnel selection method based on topsis multi-criteria decision-making method. *International Journal of Economic & Administrative Studies*, 23.
- Organ A. (2013). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Bulanık Promethee Yönteminin Konteynır Seçiminde Uygulanması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(45), 252-269.
- Özbek, A., & Erol, E. (2016). Analitik hiyerarşi süreci ve vikor yöntemleriyle işgören seçimi: tekstil sektöründe bir uygulama. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1), 93-108.
- Özcan, E. C., Danişan, T., & Eren, T. (2019a). A mathematical model proposal for maintenance strategies optimization of the most critical electrical equipment groups of hydroelectric power plants. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 25, 498-506.
- Özcan, E. C., Yumuşak, R., & Eren, T. (2019b). Risk based maintenance in the hydroelectric power plants. *Energies*, 12(8), 1502.
- Özcan, E. C., Danişan, T., Yumuşak, R., & Eren, T. (2020). An artificial neural network model supported with multi criteria decision making approaches for maintenance planning in hydroelectric power plants. *Eksploatacja i Niezawodność-Maintenance and Reliability*, 21(3), 400-418.
- Perçin, S., & Pancaroğlu, M. S. (2019). Akıllı telefon seçim faktörlerinin bütünlük yapısal eşitlik modeli-analitik hiyerarşi süreci ile incelenmesi. *International Journal of Economic & Administrative Studies*, 23.
- Phua M. H. & Minowa M. (2005). A gis-based multi-criteria decision making approach to forest conservation planning at a landscape scale: a case study in the kinabalu area, sabah, malaysia. *Landscape and Urban Planning*, 71, 207-222.
- Saatönerileri. (2019). Türkiye'nin Saat Magazin Sitesi, Akıllı saate sahip olmanın 9 avantajı, Erişim Tarihi: 12.11.2019, <https://www.saatonerileri.com/akilli-saate-sahip-olmanin-9-avantaji/>
- Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process. *Mcgraw-Hill Internationalbook Company*, New York.
- Sonel, E., Gür, Ş., & Eren, T. (2019). Çok ölçütlü karar verme ile sağlık turizmde şehir seçimi ve analizi. *Uluslararası Global Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3, (1), 27-39.
- Şeker, Ö., & Alakaş, H. M. (2019). Bir lojistik firması için çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile iç anadolu bölgesinde depo yeri seçimi. *Academic Perspective Procedia*, 2(3), 841-850.
- Taş M., Özlemiş Ş. N., Hamurcu M., & Eren T., (2017). Ankara'da AHP ve PROMETHEE yaklaşımıyla monoray hat tipinin belirlenmesi. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*. 3(1), 65-89.
- Tekeş, M. (2002). Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde kullanılan tabancaların bulanık uygunluk indeksli analitik hiyerarşi prosesi ile karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Uslu, B., Eren, T., Gür, Ş., & Özcan, E. C. (2019). Evaluation of the difficulties in the internet of things (IoT) with multi-criteria decision-making. *Processes*, 7(3), 164.