

Spor ve moda dünyasında giyilebilir teknolojilerin ÇKKV yöntemleriyle değerlendirilmesi ve seçimi

Evaluation of wearable technologies in the world of sports and fashion and selection by multicriteria decision making methods

Zeynep Nur Turgut¹, Tuğba Danışan², Tamer Eren^{3*}

¹Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, zeynepturgut724@gmail.com, 0000-0003-0659-1254

²Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, tugbadanisan@gmail.com, 0000-0003-1998-6810

³Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, tamereeren@gmail.com, 0000-0001-5282-3138

ÖZET

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte yenilikçi ve yaratıcı ürünlerin kullanımı giderek artmaktadır. Bu artışla birlikte giyilebilir teknolojilerin kullanımı da öne çıkan bir konu olmuştur. Kullanıcıların giysilerine, üzerlerinde taşıdıkları herhangi bir materyale entegre edilebilen veya vücuduna giyilebilen teknolojik cihazlar giyilebilir teknoloji olarak adlandırılmaktadır. Bu cihazların gelişimi hem işletmeler, hem de tüketiciler açısından oldukça hızlı ilerlemektedir. İşletmeler açısından ele alındığında; büyük bir pazar potansiyelinin olması yenilikçi ve yaratıcı fikirlerin doğmasında ve uygulamaya geçişinde önemli bir etken olmaktadır. Tüketiciler açısından bakıldığında ise yaşamı kolaylaştıran ve kalitesini arttıran ürünlerin piyasaya çıkması umut verici bir gelişme olmaktadır. Giyilebilir teknoloji ürünleri amaçları ve vücuttaki yerlerine göre kategorize edilmektedir. Giyilebilir teknoloji ürünleri arasında akıllı giysiler, akıllı takılar, akıllı saatler, akıllı gözlükler ve akıllı yüzükler yer almaktadır. Yapılan bu çalışmada giyilebilir teknoloji ürünlerinden biri olan akıllı yüzükler ele alınmaktadır. Akıllı yüzükler ile başta spor takibi olmak üzere kullanıcının sağlık analizinin yapılması ve akıllı telefona erişimi sağlanabilmektedir. Akıllı yüzükler sayesinde akıllı telefonları hafif sade ve şık bir tasarımla parmağınızda yönetmek mümkün olabilmektedir. Giyilebilir teknolojiler yalnızca akıllı olma özelliğinden dolayı değil aynı zamanda sağladığı estetik ve kolaylık nedeniyle de tercih edilmektedir. Bu doğrultuda akıllı yüzüklerin spor ve moda dünyasındaki yeri saptanarak, ortak kullanım ile yenilikçi ürün tasarımları değerlendirilmektedir. Giyilebilir teknolojilerden biri olan akıllı yüzüklerin spor ve moda dünyasına olan faydaları incelenmiştir. Bununla birlikte fiziksel performans takibi yapan aynı zamanda şık tasarımlara sahip olmasıyla moda dünyasında yer alan akıllı yüzüklerin değerlendirilmesi ve seçimi yapılmıştır. Çalışma doğrultusunda kriterler ve alternatifler belirlenmiş ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılarak çözüm yapılmıştır.

ABSTRACT

With the development of technology, the use of innovative and creative products is gradually increasing. With this increase, the use of wearable technologies has also become a prominent issue. Technological devices that can be integrated into the clothes of the users, any material they carry or worn on their body are called wearable technology. The development of these devices is progressing very quickly both for businesses and consumers. Considered in terms of businesses; The existence of a large market potential is an important factor in the emergence and implementation of innovative and creative ideas. In terms of consumers, on the other hand; It is a hopeful development that products that make life easier and increase their quality are put on the market. Wearable technology products are categorized according to their purpose and location in the body. Wearable technology products include smart clothing, smart jewelry, smart watches, smart glasses and smart rings. In this study, smart rings, one of the wearable technology products, are discussed. With smart rings, health analysis of the user, especially sports tracking, and access to smart phones can be provided. Thanks to the smart rings, it is possible to manage smartphones with a light, simple and stylish design on your finger. Wearable technologies are preferred not only because of their smartness, but also because of their aesthetics and convenience. In this direction, the place of smart rings in the world of sports and fashion is determined and innovative product designs are evaluated with common use. The benefits of smart rings, one of the wearable technologies, to sports and fashion have been examined. In addition, the smart rings, which are in the fashion world, have been evaluated and selected, as they follow physical performance and also have stylish designs. In line with the study, criteria and alternatives were determined and a solution was made using Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods.

MAKALE BİLGİSİ/ARTICLE INFO

Anahtar Kelimeler: Akıllı yüzükler, Spor, Moda, Giyilebilir teknolojiler, ÇKKV

Key Words: Smart rings, Sports, Fashion, Wearable technologies, MCDM

Gönderme Tarihi/Received Date: 25.03.2021

Kabul Tarihi/Accepted Date: 21.03.2021

Yayımlanma Tarihi/Published Online: 30.06.2021

1. Giriş

Kullanıcıların giysilerine, vücutta taşınan materyallere entegre edilebilen, verilerin bir ağ ve cihaz arasında değiştirilmesi sağlanarak gelen bilgileri aktaran, ağa bağlı cihazlara giyilebilir

* Sorumlu yazar /Corresponding author.

Prof. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, tamereeren@gmail.com, 0000-0001-5282-3138

teknoloji ürünleri adı verilmektedir. Giyilebilir teknolojiler, tüketicilere günlük yaşamlarında her yönü izleme yeteneği kazandırmış ve kişiler hareket halindeyken bilgiye ulaşmalarını kolaylaştırmıştır. (Kılıç, 2017). Teknolojinin gelişmesiyle, bilişim, mühendislik, elektronik ve tekstil gibi alanların

uzmanlarıyla ortak çalışarak ortaya çıkan yenilikçi ürünlerden birisi de giyilebilir teknolojiler olmaktadır. Giyilebilir ürünlerin temel kullanım alanları sağlık, spor, iletişim, savunma ve moda alanlarıdır (URL 1). Amaçları ve vücuttaki yerlerine göre kategorize edilebilir giyilebilir teknolojiler; akıllı giysiler, akıllı takılar, akıllı saatler, akıllı gözlükler ve akıllı yüzükler olarak değerlendirilmektedir. Giyilebilir teknoloji ürünleri sayesinde aktivite ve fiziksel takip, sağlık verilerinin analizi, akıllı telefona erişim sağlama gibi günlük yaşamda hayatı kolaylaştıran birçok özelliğin kullanımını sağlanabilmektedir (Rutherford, 2010).

Giyilebilir teknolojiler yalnızca akıllı olma ve ileri teknolojilerinden dolayı değil aynı zamanda sağladığı estetik nedeniyle tercih edilmektedir (Değerli, 2018). Ürünlerin estetik özelliği ve moda olarak kabul edilebilmeleri için belirli bir bilinirliğe ulaşması ve kitlelerce tercih edilmiş olması beklenmektedir (Baydemir, 2019).

Giyilebilir teknolojiler, günlük hayatın çeşitli alanlarında kolaylıklar sunarken farklı çeşitlerin ortaya çıkmasıyla sektörün dinamiğini oluşturmuştur (Şen, 2020). Giyilebilir teknolojilerin en küçük boyutlu, taşınabilir ve kolaylıkla kullanılabilir adaylarından bir tanesi de akıllı yüzüklerdir. Akıllı yüzükler sayesinde, kartvizit paylaşımı ile iletişim bilgilerini kolaylıkla aktarabilmek, tek dokunuşla cihazdan diğer mobil cihazlara resim ve karakter içeren özel mesajlar gönderebilmek, akıllı kilit özelliği ile güvenliği sağlayabilmek mümkün olmaktadır. Aynı zamanda birden fazla uygulamayı akıllı yüzük sayesinde tek dokunuşla otomatik olarak çalıştırmak mümkün olmaktadır (URL 2). Akıllı yüzükler, kullanıcının fizyolojik durumunun (kan basıncı, kalp atış hızı, vücut ısısı vs.) ve davranışının (aktivite takibi) farklı parametrelerini izlemek amacıyla kullanılan bir giyilebilir algılama platformu olarak geliştirilmiştir (URL 3).

Birçok işlevselliği bir arada bulduran akıllı yüzükler, taşınabilir ve giyilebilir cihazların arasında yerini alarak kullanıcılar tarafından hızla kullanılmaya başlamıştır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada fiziksel performans takibi yapan aynı zamanda şık tasarımlara sahip olmasıyla moda dünyasında yer alan akıllı yüzüklerin değerlendirilmesi ve seçimi yapılacaktır. Spor ve moda alanındaki giyilebilir teknolojiler sınıflandırılarak, üretimde ve tüketimde bu pazarın artırılmasına ve akıllı yüzüklerin değerlendirme ve seçimine yönelik bir araştırma yapılmaktadır. Yapılan değerlendirmede kullanıcının “Fiziksel aktiviteyi takip eden ve şık bir tasarıma sahip olan, günlük hayattaki işleri de kolaylaştıran akıllı yüzük hangisidir?” sorusuna cevap aranmaktadır. Yapılan bu çalışmada spor yapanlar için hem spor aktivite takibi yapan hem de moda uygun, estetik görseleğe sahip akıllı yüzüklerin ÇKKV yöntemleri ile seçiminin yapılması amaçlanmıştır.

2. Literatür Taraması

Moda alanında giyilebilir teknolojiler ve akıllı ürünlerin tasarımları hakkında birçok çalışma bulunmaktadır. Narayanaswami vd. (2000), giyilebilir cihazlarda bulunan alarmlar ve bildirimlerle verimli bir şekilde etkileşim kurmak için kullanılan bir kullanıcı ara yüzü keşfetmişlerdir. Çobanoğlu vd. (2015), yaptıkları çalışmada, süper kapasiteli kumaş yapıları geliştirmeyi amaçlayan örnek bir projenin son dönemdeki ön

sonuçlarını gözden geçirerek, teknik tekstil araştırmalarına yönelik multidisipliner yaklaşıma genel bir bakış sağlamışlardır.

Giyilebilir teknolojinin tekstil alanlarında kullanımını sayesinde, giyilebilir ürünlerin moda uygun olarak üretilmesi sağlanmıştır. Yıldırım (2016), moda ve tekstil tasarımı alanında, teknolojinin kullanımına genel bir bakış sağlamayı, teknoloji ile moda entegre edilerek kullanılmasını incelemişlerdir. İsmal ve Yüksel (2016), yaptıkları çalışmada giyilebilir teknolojilerin önemli bir alanı olan renk değiştiren kromik materyaller sayesinde hem teknolojik hem de estetik ve görsel özellikleri zenginleştirilmiş tekstil ürünleri araştırmış ve bu materyallerin sınıflandırılması, tekstil ve moda açısından önemi, kullanım alanlarını ele alıp uygulama örneklerine yer vermişlerdir.

Öymen (2017) yaptığı çalışmada, modanın teknolojik gelişmeler doğrultusundaki değişimini öne çıkarmak amacıyla moda endüstrisinin; toplumsal, ekonomik, siyasal, kültürel ve teknolojik gelişmelerden etkilenen bir alan olduğunu ortaya koymaktadır. Moda ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada Değerli (2018), moda, sanat ve teknoloji arasındaki etkileşimleri ele alarak sanat akımlarından etkilenen moda tasarımcılarının sanat eserlerini incelemektedir. Sözü edilen bu çalışmada, giyilebilir teknoloji kullanılarak moda dünyasında 21. yüzyıl modacılarının ürettiği giyilebilir ürünler üzerinde durulmaktadır. Ağaç ve Balkış (2018), yaptıkları çalışmada duygulara tepki veren moda tasarımları doküman incelenmesini yaparak değerlendirmişlerdir. Giyilebilir ürünlere moda dünyasından farklı bir bakış açısı getirmeyi amaçlayan Baydemir (2019), yaptığı çalışmada moda uygun giyilebilir teknolojinin 21. yüzyıl giysi tasarımlarına yer vermiştir.

Akıllı cihazların ele alındığı çalışmada Keçek ve Yüksel (2016), karar alternatiflerinin çoklu kriterlere göre sıralanmasını ve seçim yapılmasını sağlayan AHP ve karar verme problemlerinde, alternatiflerin tercih fonksiyonlarına göre ikili karşılaştırması yapılarak kısmi ve tam öncelikleri belirleyen PROMETHEE yöntemleri kullanarak akıllı telefon seçimi problemini ele almışlardır. Bir başka çalışmada ise Turgut vd. (2020), AHP ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak spor yapanlar için en uygun akıllı saatin seçimi konulu çalışmayı oluşturmuşlardır.

Bulgurcu (2019), akıllı teknolojilerin seçimini yaparken ÇKKV problemlerinde en çok faydayı sağlayan kriteri seçmeyi amaçlayan Çok Nitelikli Fayda Teorisi ile kriter önem düzeylerinin tespit edilmesinde kullanılan CRITIC yöntemlerini kullanmıştır. Şahin ve Aydemir (2019) ise yaptıkları çalışmada akıllı telefonun teknik özelliklerinin önem derecesini, faktörler arası karmaşık ilişkilerin bulunduğu karar problemlerine uygulanabilen bir çözüm yöntemi olan AHP Ağırlıklı Gri İlişkisel Analiz yöntemini kullanarak belirlemişlerdir. Yapıcı vd. (2020), ÇKKV yöntemleri ile medikal depo yeri seçimi yapmışlardır. Özcan vd. (2020), hidroelektrik santrallerde bakım planlaması için ÇKKV yaklaşımlarıyla desteklenen yapay bir sinir ağı modeli geliştirmişlerdir.

ÇKKV yöntemlerini kullanarak Deringöz vd. (2021a), Covid-19 sürecinde hasta takibinde giyilebilir sağlık teknolojilerinin seçimini yapmışlardır. Bir başka çalışmada Deringöz vd. (2021b), endüstriyel giyilebilir teknolojilerin ÇKKV yöntemleri ile değerlendirme ve seçimini yapmışlardır.

Giyilebilir sağlık teknolojileri ile ilgili bir diğer çalışmayı yapan Akıncı vd. (2021) ise, obezite hastaları için uygun giyilebilir teknolojileri ÇKKV yöntemlerini kullanarak değerlendirmişlerdir.

Han vd. (2017), akıllı yüzüklerin kullanıcıya doğal çıktı sağlaması amacıyla pasif kinestetik kuvvet geri besleme yöntemini kullanmış ve kullanıcı tarafından akıllı yüzüğün tasarlanabilir, programlanabilir ve hissedilebilir hale getirilmesi sağlamışlardır. Han vd. (2017), akıllı yüzüklerin kullanıcıya doğal çıktı sağlaması amacıyla pasif kinestetik kuvvet geri besleme yöntemini kullanmış ve kullanıcı tarafından akıllı yüzüğün tasarlanabilir, programlanabilir ve hissedilebilir hale getirilmesini sağlamışlardır. Yapılan bu çalışma ile birlikte akıllı yüzük kullanan katılımcıların kuvvet profillerini %94 doğrulukla ayırt edebildiği gösterilmiştir. Giyilebilir teknolojilerin benimsenmesine ilişkin çalışma gerçekleştiren Kalantari (2017s), giyilebilir teknolojilerin seçiminde etkili olan faktörleri incelemiş ve gelecek için öneriler sunmuştur.

Giyilebilir teknoloji ürünlerinden olan akıllı yüzüklerin incelenmesine yönelik Parkı (2018) ise yaptığı çalışmada akıllı yüzüklerin birincil cihazla eşleştirilmesi için gerekli sistemler ve yöntemleri anlatmıştır. Büyükgöze (2019), yaptığı çalışmada sağlık alanında kullanılan giyilebilir teknolojilerden olan sensör yamalarından bahsetmiş, sensör yamalarının günlük hayatı nasıl etkilediği ve sağlığın kontrol edilmesinde nasıl rol aldığı üzerinde durmuştur. Zhang vd. (2019) yaptıkları çalışmada, enfeksiyonların ve hastalıkların yayılmasını önlemenin önüne geçmek amacıyla el hijyeni uyumluluğunu izleyen akıllı yüzük tasarlamışlardır. Li vd. (2019), akıllı bir yüzük üzerinde birden fazla termoelektrik soğutma elemanı ile termal geri bildirim keşfedilen bir araştırma yapmışlardır. Yapılan çalışmada, kullanıcıların halka içi termal geri bildirimini üç farklı ayarla ne kadar iyi yerleştirebileceği araştırılmıştır.

Açıkgöz (2019), yaptığı çalışmada yenilikçi tüketim etki eden faktörleri incelemek ve tüketim etkisini ortaya koyma amacıyla akıllı saatlerin incelemesini ele almıştır. Ercan (2020), Türkiye'de faaliyet gösteren, giyilebilir teknoloji geliştiren firmaları tespit etmek ve ürünlerde var olan problemlerin çözümünde tasarım disiplininin potansiyel katkılarını ortaya koymak amacıyla, giyilebilir teknoloji girişimciliğinin tasarım yönünden incelenmesi konusunu ele alan bir çalışma yapmıştır. Yüce vd. (2020), giyilebilir teknolojiye sahip spor ürünlerini kullanan bireyleri tespit ederek ve kullanım algısı üzerine geçerlilik ile güvenilirlik analizi yaparak, giyilebilir spor teknoloji ürünlerinin kullanım algısı üzerinde ölçek uyarlamasını yapmışlardır. Yapılan literatür taraması sonucunda moda alanı, ÇKKV yöntemleri ve giyilebilir teknoloji alanlarında çalışmaların olduğu görülmektedir.

3. Yöntem

Yapılan bu çalışma ÇKKV yöntemlerinden AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile belirlenen alternatif ve kriterlere ait veriler kullanılarak çözüm yapılmıştır.

AHP Yöntemi: AHP, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan, 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen matematiksel bir yöntemdir. AHP,

nitel ve nicel faktörleri birleştirme olanağı sunan, karar verme problemlerinde kullanılan bir yöntem olmaktadır (Dağdeviren vd., 2004). Kriterler göz önünde bulundurularak alternatifler belirlenerek, kriterler bazında en uygun alternatifin karşılaştırılması ve seçimi yapılmaktadır (Dağdeviren ve Eren, 2001). Karar problemi için en iyi alternatif, en yüksek değeri alan alternatif olmaktadır. AHP yönteminin adımları aşağıda verilmektedir (Saaty, 1980):

Adım 1: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Amaç doğrultusunda kriterlerin ve alternatifler ile hiyerarşik yapının oluşturulması AHP yönteminin ilk adımını oluşturmaktadır.

Adım 2: Karar Matrislerinin Oluşturulması

Her bir kritere göre alternatiflerin karşılaştırılması ve kriterlerin kendi aralarında karşılaştırılması AHP'nin ikinci adımını oluşturmaktadır. Karşılaştırma yapılırken Saaty tarafından belirlenen önem skalası kullanılmaktadır. Tablo 2'de gösterilen önem skalası baz alınarak karar matrisleri oluşturulur (Dağdeviren ve Eren, 2001).

Tablo 1. Önem Skalası

Önem Derecesi	Tanımı
1	Eşit önemi
3	Orta derecede önemi
5	Kuvvetli derecede önemli
7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	Kesin önemi

Adım 3: Normalize Matrisinin Oluşturulması

Her bir kriter için yüzde önem ağırlıkları kullanılarak ve alternatiflerin yüzde önem değerlerinin belirlenmesi AHP'nin 3. adımını oluşturmaktadır. Normalleştirme işlemi Eş.1 kullanılarak yapılmaktadır. Eş.2 kullanılarak da her bir kriterin ağırlığı hesaplanmaktadır.

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

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

Adım 4: Tutarlılık Oranının (CR) Hesaplanması

Normalize işlemi yapıldıktan sonra alternatiflerin öncelik vektörleri hesaplanır. Öncelik değerleri elde edildikten sonra, karar vericinin tutarlı davranıp davranmadığını ölçmek için CR değerinin hesaplanması gerekmektedir. CR değeri hesaplanırken, ikili karşılaştırma matrisini en büyük öz vektör değeri Eş.3 ve Eş.4 kullanılarak hesaplanır. Tutarlılık İndeksi (CI) Eş.5 kullanılarak hesaplanmaktadır.

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

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

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

Tablo 2'de verilen rassal indeks (RI) değeri belirlenmek için kullanılmaktadır.

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

Eş.6 kullanılarak CR değeri, CI değerinin RI değerine oranlanması sonucunda hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranı 0,10'dan küçük ise yapılan çözüm tutarlıdır denilebilir. Tutarlılık oranı 0,10'dan büyük çıkarsa yapılan işlemler tekrar gözden geçirilmelidir.

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

Adım 5: Her Bir Kriter ve Alternatif İçin Ağırlıklarının Hesaplanması

Bu adımda her bir kriter için yüzde önem dağılımları belirlenir. Yapılan işlemde ikili karşılaştırmalar ve matris işlemleri, kriter sayısı kadar tekrarlanmaktadır. Değerlendirilen kriterlerin karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri elde edilir.

Adım 6: Alternatiflerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Kriter ve alternatiflerin önem ağırlıkları öz vektörleri oluşturmaktadır. Öz vektörlerin çarpımı, karar noktalarının önem düzeyini gösteren sıralamayı vermektedir. Her bir alternatif için öncelik değerinin bulunması bu adımda yapılmaktadır. Bu değerlerin toplamı 1'e eşit olmaktadır. Karar problemi için en iyi alternatif, en yüksek değeri alan alternatif olur.

TOPSIS Yöntemi: 1980 yılında, Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiş ve birçok alanda uygulama imkânı bulabilen TOPSIS, alternatiflerin karşılaştırılması, pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm olmak üzere iki temel noktaya dayanmaktadır. TOPSIS yönteminde, pozitif ideal çözüme en kısa mesafedeki ve negatif ideal çözüme en uzak mesafedeki karar seçeneğinin belirlenmesi hedeflenmektedir (URL 4).

TOPSIS yöntemi, 6 adımdan oluşmaktadır. TOPSIS

Yönteminin algoritmik adımları aşağıda verilmektedir (Hwang ve Yoon, 1981):

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisi oluşturulurken, satırlarda alternatifler, sütunlarda ise karar vermede etkili olan kriterler yer almaktadır. Başlangıç matrisi olarak da adlandırılmaktadır.

Adım 2: Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Standart karar matrisinin oluşturulması Eş.7'de verilen formül ile bulunmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (7)$$

Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Normalize edilmiş karar matrisi elemanları, kriterlerin taşıdığı önem derecesine göre ağırlıkları belirlenmektedir. Kriterlerin taşıdığı önceliğe göre ağırlık değerleri belirlenir, daha sonra Eş.8 kullanılarak ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulur.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (8)$$

Normalize edilmiş karar matrisinde en uygun performans değerlerini içeren çözüm ideal çözümü, en kötü performans değerleri içeren çözüm ise negatif ideal çözümü oluşturmaktadır. İdeal çözüm seti oluşturulurken Eş.9 kullanılır ve ağırlıklı standart matrisinde yer alan değerlendirme faktörlerinin en büyükleri seçilmektedir. Negatif ideal çözüm seti oluşturulurken de, değerlendirme faktörlerinin en küçükleri seçilmektedir (Eren, 2012)

$$A^+ = \{(\max V_{ij} | j \in I), (\min V_{ij} | j \in I')\}; A^- = \{(\min V_{ij} | j \in I), (\max V_{ij} | j \in I')\} \quad (9)$$

Adım 5: Ayrım Ölçütlerinin Hesaplanması

Her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktörlerinin ideal ve negatif ideal çözümlerinden sapma değerlerini bulmak için Euclidian Uzaklık Yaklaşımları kullanılmaktadır. Elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayrım (S_i⁺) ve Negatif İdeal Ayrım (S_i⁻) Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. Hesaplanacak S_i⁺ Eş.10'a göre ve S_i⁻ değeri Eş.11'e göre karar noktası sayısı kadar olmaktadır (Eren, 2012).

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i=1, \dots, m \quad (10)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i=1, \dots, m \quad (11)$$

Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının (C_i⁺) hesaplanmasında Eş.12'ye göre ideal ve negatif ideal ayrım

ölçülerinden yararlanılmaktadır. Negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payı, kullanılan ölçüttür (Eren, 2012).

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- - S_i^*} \quad i = 1, \dots, m \quad (12)$$

Bulunan C_i^* değerleri 0 ile 1 arasında değer almakta ve ilgili karar noktalarının ideal çözüme yakınlığını, negatif çözüme ise mutlak yakınlığını göstermektedir. C_i^* değerleri 1 olduğunda, ilgili alternatifin pozitif ideal çözüm noktasında olduğu anlaşılmaktadır ve Eş.13'te gösterilmektedir.

$$0 \leq C^* \leq 1 \quad (13)$$

PROMETHEE Yöntemi: PROMETHEE yöntemi literatürdeki mevcut önceliklendirme yöntemleri kullanılarak geliştirilmiştir. Karar vericinin belirlediği kriterler ve alternatifleri baz alarak, belirlenmiş tercih fonksiyonlarına göre değerlendirir. Alternatifleri ikili karşılaştırma tekniği kullanarak, kısmi sıralama (PROMETHEE I) ve tam sıralama (PROMETHEE II) sayesinde öncelikler belirlenmektedir (Dağdeviren ve Eraslan, 2008). Toplamda yedi adımdan oluşan PROMETHEE yönteminin adımları aşağıda verilmektedir:

Adım 1: Veri Matris Tablosunun Oluşturulması

Kriterler tarafından değerlendirilen alternatiflerin veri matris tablosu oluşturulur.

Adım 2: Kriterler İçin Tercih Fonksiyonların Tanımlanması

PROMETHEE yönteminde karar verici alternatifleri ikili olarak karşılaştırır ve karar verici bu karşılaştırmada her bir kriter için daha önceden belirlenmiş 6 sabit tercih fonksiyonundan bir tanesini seçerek tercihini ortaya koymaktadır. Alternatifler

	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)	$P(d) = \begin{cases} 0, & x \leq 1 \\ 1, & x \geq 1 \end{cases}$	1
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. Tercih Fonksiyonları

Kaynak: Dağdeviren, M., Eraslan, E. (2008) PROMETHEE Sıralama Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 23(1), 69-75.

için belirlenen ortak tercih fonksiyonları, ikili alternatiflerin karşılaştırılması sonucunda Şekil 1'de gösterilen veriler kullanılarak yapılmaktadır.

Adım 3: Ortak Tercih Fonksiyonlarından Hareketle Her Alternatif Çifti İçin Tercih İndekslerinin Belirlenmesi

Ortak tercih fonksiyonlarından hareketle her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir. a ve b alternatiflerinin tercih indeksi w_j ($j=1,2,\dots,k$) ağırlıklarına sahip olmaktadır ve k kriter için Eş.14'teki formül ile hesaplanmaktadır.

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^n w_j \cdot P_j(a, b) \quad (14)$$

Adım 4: Tercih İndekslerinin Belirlenmesi

Her alternatif çifti için tercih indeksleri Eş. 15 ile belirlenmektedir.

$$\pi(a, b) = \frac{\sum_{j=1}^n w_j \cdot P_j(a, b)}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (15)$$

Adım 5: Alternatifler İçin Pozitif ve Negatif Üstünlükler Belirlenmesi

Her bir alternatif için pozitif ve negatif üstünlük değerleri, kendilerine ait matematiksel formüllerle hesaplanır. A alternatifi için pozitif ve negatif üstünlük Eş.16 ve Eş.17 ile hesaplanmaktadır.

$$\Phi^+(a) = \sum \pi(a, b) \quad (16)$$

$$\Phi^-(a) = \sum \pi(b, a) \quad (17)$$

Adım 6: PROMETHEE I ile Alternatifler İçin Kısmi Önceliklerin Belirlenmesi

Kısmi önceliklerin belirlenmesiyle, alternatiflerin birbirlerine göre tercih edilme durumlarının, birbirinden farksız olan alternatiflerin ve birbirleriyle karşılaştırılmayacak olan alternatiflerin değerlendirilmesini sağlamaktadır. PROMETHEE I' de kısmi öncelikler belirlenmektedir. PROMETHEE I kısmi karşılaştırma yöntemi, karar vericiye bir grafik şeklinde karşılaştırılabilen ve karşılaştırılmayan alternatifleri göstermekle karar vericiye fayda sağlamaktadır (Asoğlu ve Eren, 2018).

Adım 7: PROMETHEE II ile Alternatifler İçin Tam Önceliklerin Belirlenmesi

Her bir alternatif için tam öncelikler hesaplanır. Hesaplanan tam öncelik değerleri ile bütün alternatifler aynı düzlemde değerlendirilerek tam sıralama belirlenmektedir. PROMETHEE II' de tam önceliklerin hesaplanması yapılmaktadır (Asoğlu ve Eren, 2018).

4. Bulgular

Akıllı yüzükler spor odaklı olarak günlük yaşama uygun tasarlanmış olup, aynı zamanda şık tasarımı ile moda alanında da ilgi görmektedir. Kullanıcı, akıllı bir yüzük almak istediğinde hem günlük yaşamdaki fiziksel aktivitesini akıllı yüzük sayesinde görebilecek, hem de şık tasarımıyla günlük yaşamında da kullanabilmesi mümkün olabilecektir (Godfrey, 2018). Bu

kapsamda günlük yaşamda spor yapan, aynı zamanda her an kişinin parmağında taşıyabileceği ve şık tasarımlara sahip olan akıllı yüzüklerin seçimi yapılmaktadır. Çalışmada yer alan örneklem grubunu literatür taraması sonucunda seçilen alternatifler oluşturmaktadır.

Akıllı yüzüklerin spor ve moda alanındaki seçiminde etkili olan alternatifler: Moda ve sanat arasındaki etkileşimler giyilebilir akıllı ürünlerin üretimini etkilemekle beraber moda tasarımcılarını da etkilemektedir. Bu doğrultuda moda alanında yer alan aynı zamanda aktivite takibinin kontrolünün yapılmasıyla spor yapanlara hitap eden akıllı yüzük ürünleri, alternatifler olarak belirlenmiştir. Akıllı yüzüklerin spor ve moda alanındaki seçiminde etkili olan alternatifler aşağıda verilmektedir:

- Quadro Akıllı Yüzük Sr-98
- Xenxo S-Ring
- NFC Akıllı Dijital Yüzük
- JAKCOM Akıllı Yüzük
- ORII Akıllı Yüzük

Akıllı yüzüklerin spor ve moda alanındaki seçiminde etkili olan kriterler: Giyilebilir teknoloji ürünlerinin spor ve moda alanında tüketiciye yansıtıkları, tüketicinin akıllı bir yüzük satın alırken göz önünde bulundurduğu kriterler, giyilebilir teknoloji pazarını önemli derecede etkilemektedir. Yeniliklerin benimsenmesi, algılanan özelliklere ve yeniliklerin kısa sürede yayılabilmesi ve kitleler tarafından kabul edilmesi, teknolojinin benimsenmesini hızlandırmaktadır (Kabukcu, 2018). Bu kapsamda spor ve moda alanında akıllı yüzüklerin seçiminde kriterler belirlenmiştir.

- Modaya uygunluğu ve estetiklik

Moda alanında ürün tasarlanırken teknolojik gelişmelerin takibi, problemlerin öngörümü, estetik, işlevsellik, ergonomi, malzeme bilgisi ve pazarlanabilirlik gibi birçok faktör göz önünde bulundurulmaktadır. Teknolojinin getirilerinden faydalanarak, ürünlerde yeni malzeme ve teknikler kullanılmasıyla birlikte, modacıların katma değeri yüksek olan akıllı yüzüklere

yöneldiği kaçınılmaz olmaktadır (Balkış ve Ağaç, 2017).

Yapılan bu çalışmada “Modaya Uygunluk” kriteri, çalışmanın önemli faktörlerinden birisi olmaktadır. “Modaya Uygunluk” kriteri aynı zamanda pazarlanabilirlik ve işlevsel özelliklerle de bağlantılı olmakta, bu özellik de giyilebilir teknoloji alanında seçim yapılmasını kolaylaştırmaktadır.

- İşletim Sistemi Desteği

İşletim sistemi kriterine göre karşılaştırılma yapılırken Android, iOS ve windows kullanıcıları tespit edilmiş ve en çok talep edilen işletim sistemine göre karşılaştırma yapılmıştır. Birden fazla işletim sistemine uyumlu akıllı yüzükler, kullanıcı için daha avantajlı olmaktadır.

- Bağlantı Özelliği

Akıllı cihazlarda veya akıllı yüzüklerde seçim yapılırken ürünün, kişinin özelliklerini tam ve doğru bir şekilde göstermesi, analiz sonuçlarının doğru bir şekilde verilmesi kullanıcı için önemli bir faktör olmaktadır (Belge,2020). Bu kapsamda akıllı yüzüklerin, bağlantı özelliği de kullanıcılar için önemli olmaktadır. Akıllı yüzüklerde Bluetooth ve NFC olmak üzere iki ayrı bağlantı özelliği bulunmaktadır. Bağlantı özelliği seçeneğinin fazla olması kullanıcının tercihi yönünde olacağı öngörülmektedir.

- Pil Ömrü

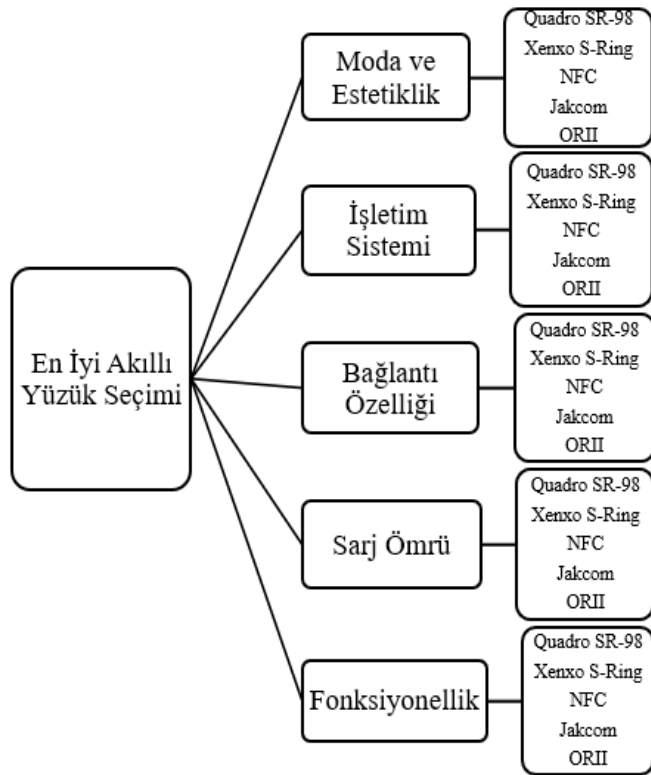
Pil (şarj) ömrü kriterine göre karşılaştırma yapılırken kullanım halindeki akıllı yüzüklerin ortalama pil ömürleri temel alınarak karşılaştırma yapılmıştır. Kullanıcılar maksimum pil ömrüne sahip ürünleri tercih etmektedirler.

- Fonksiyonellik

Teknoloji ve artan trendlerle birlikte tasarımcıların daha az kaynakla, çok fonksiyonlu ve uzun ömürlü ürün tasarlamasını sağlamaktadır. Giyilebilir teknoloji ürünleri sensörler, algılayıcılar veya işlem çipleri sayesinde kullanıcıların kıyafetlerine bağlanması sonucunda verileri kayıt ve analiz edebilen cihazlar olmaktadır (Kılıç, 2017). Bu kapsamda her alanda kullanılan akıllı ürünlerin konfor ve kolaylık sağlaması

Tablo 3. Alternatifler ve Kriterler Özet Tablo

Alternatifler/kriterler	Moda ve Estetiklik	İşletim Sistemi	Bağlantı Özelliği	Sarj Ömrü	Fonksiyonellik
QUADRO AKILLI YÜZÜK SR-98	Var	Android ve Windows Phone	NFC	Sınırsız	Kablosuz iletişim, Program Kilidi, Link Paylaş, Uygulama Gizleme
XENXO S-RİNG	Var	Android, iOS, Windows, Mac OS X	Bluetooth, NFC	5 Gün	Akıllı anahtar, temassız ödeme, panik düğmesi, SOS uyarısı, hareket sensörü
NFC AKILLI DİJİTAL YÜZÜK	Yok	Android ve Windows	NFC	Sınırsız	Kilit fonksiyonu, Bilgi paylaşımı ve aktarımı, akıllı kilit özelliği
JAKCOM AKILLI YÜZÜK	Var	Android, IOS ve Windows Phone sistem	NFC	Sınırsız	Telefon kilidi, hızlı başlangıç, bilgi paylaşma, ödeme kartı, sağlık modülü
ORII AKILLI YÜZÜK	Yok	Android 6.0 ve iOS11	Bluetooth 4.0	2 Gün	Müzik Kontrolü, akıllı ev kontrolü



Şekil 2. Hiyerarşik yapı

da önemli bir ölçüt olmaktadır. Verilerin özeti Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 4. Kriterlerin İkili Karşılaştırılması

Kriterler	Moda	İşletim Sistemi	Bağlantı	Şarj Ömrü	Fonksiyonellik	Ağırlık
Moda	1,00	3,00	0,20	0,33	0,20	0,141
İşletim Sistemi	0,33	1,00	0,20	0,20	0,14	0,054
Bağlantı	5,00	5,00	1,00	3,00	0,33	0,224
Şarj Ömrü	3,00	5,00	0,33	1,00	0,20	0,088
Fonksiyonellik	5,00	7,00	3,00	5,00	1,00	0,493

Tablo 5. Moda Kriterine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

Moda	Quadro SR-98	Xenxo S-Ring	NFC	JAKCOM	ORII	Ağırlık
Quadro SR-98	1,00	0,20	0,50	0,20	0,14	0,273
Xenxo S-Ring	5,00	1,00	3,00	0,50	0,33	0,273
NFC	2,00	0,33	1,00	0,20	0,20	0,273
JAKCOM	5,00	2,00	5,00	1,00	0,50	0,091
ORII	7,00	3,00	5,00	2,00	1,00	0,090

Tablo 6. Kriterler Temelinde Alternatif Öncelikleri Ve Tutarlılık Oranları

Kriterler/Alternatifler	Moda	İşletim Sistemi	Bağlantı	Şarj Ömrü	Fonksiyonellik
Quadro SR-98	0,273	0,153	0,123	0,283	0,268
Xenxo S-Ring	0,273	0,444	0,403	0,097	0,429
NFC	0,273	0,053	0,280	0,283	0,036
JAKCOM	0,091	0,262	0,123	0,283	0,163
ORII	0,090	0,088	0,071	0,054	0,104

Problemin AHP ile Çözümü: AHP yönteminde spor ve moda alanında akıllı yüzüklerin seçiminde kriterler temelinde alternatiflerin hiyerarşik yapısı Şekil 2'de gösterilmektedir.

Adım 1: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Adım 2: Kriterlerin Karşılaştırılması

Tablo 4'teki verilere bakılarak, kriterlerin karşılaştırılması sonucunda birincil kriter fonksiyonellik kriteri olmuştur. İkinci sırada bağlantı kriteri gelmektedir. Daha sonra sırasıyla moda, şarj ömrü ve işletim sistemi kriteri öncelik sırasını izlemektedir. Yapılan her adımda tutarlılık sağlanmıştır.

Adım 3: Her Bir Kriterine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

Belirlenen 5 alternatif için her bir kriterine göre, alternatifler önem derecesi skalasına göre karşılaştırılmıştır. Tablo 5'te moda kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması yer almaktadır. İşletim sistemi, bağlantı, şarj ömrü ve fonksiyonellik kriterlerinin her biri için aynı işle yapılmıştır.

Adım 4: Kriterler Temelinde Alternatif Önceliklerinin Belirlenmesi

Tablo 6'daki kriterler temel alınarak alternatiflerin öncelikleri belirlenmiştir. Moda kriterine göre Quadro SR-98, Xenxo S-Ring ve NFC akıllı yüzükler, işletim sistemi kriterine göre Xenxo S-Ring akıllı yüzük, bağlantı özelliği kriterine göre Xenxo S-Ring, şarj ömrü kriterine göre Quadro SR-98, NFC ve

JAKCOM akıllı yüzükleri ve fonksiyonellik kriterine göre Xenxo S-Ring akıllı yüzük öncelikli alternatifler olmuştur.

Adım 5: Yapılan Karşılaştırmalara Göre En Uygun Akıllı Yüzük Seçimi

Belirlenen beş marka için çarpım sonucu Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 7. Alternatiflerin Öncelik Değerleri

Alternatif	Önem değerleri
Quadro SR-98	0,231
Xenxo S-Ring	0,373
NFC	0,146
JAKCOM	0,159
ORII	0,091

Tablo 7'de bulunan verilere göre birinci öncelikli akıllı yüzük Xenxo S-Ring, ikinci öncelikli alternatif Quadro SR-98, sonra JAKCOM akıllı yüzük, daha sonra NFC akıllı yüzük, son olarak da ORII akıllı yüzük önem sırasını oluşturmaktadır. Problemin AHP ile çözümü sonucunda Xenxo S-Ring markasına ait akıllı yüzüğün kriterler bazında en iyi alternatif olduğu bulunmuştur.

Problemin TOPSIS ile Çözümü: Çalışmanın bu bölümünde TOPSIS ile çözüm yapılmaktadır. Adımlar ve örnek uygulama aşağıda verilmektedir:

Tablo 8. Alternatiflerin Öz Vektörleri İle Oluşturulan Karar Matrisi

Alternatifler/ Kriterler	Moda	İşletim Sistemi	Bağlantı	Sarj Ömrü	Fonksiyonellik
Quadro SR-98	27,273	15,281	12,266	28,251	26,795
Xenxo S-Ring	27,273	44,362	40,261	9,787	42,857
NFC	27,273	5,261	27,958	28,251	3,585
JAKCOM	9,091	26,180	12,266	28,251	16,287
ORII	9,091	8,916	7,248	5,460	10,476

Tablo 9. Standart Karar Matrisi

Alternatifler/ Kriterler	Moda	İşletim Sistemi	Bağlantı	Şarj Ömrü	Fonksiyonellik
Quadro SR-98	0,5571	0,2793	0,2337	0,5628	0,4940
Xenxo S-Ring	0,5571	0,8107	0,7669	0,1950	0,7901
NFC	0,5571	0,0961	0,5326	0,5628	0,0661
JAKCOM	0,1857	0,4785	0,2337	0,5628	0,3002
ORII	0,1857	0,1629	0,1381	0,1088	0,1931

Tablo 10. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

Alternatifler/ Kriterler	Moda	İşletim Sistemi	Bağlantı	Şarj Ömrü	Fonksiyonellik
Quadro SR-98	7,868	1,498	5,239	4,928	24,367
Xenxo S-Ring	7,868	4,348	17,197	1,707	38,973
NFC	7,868	0,515	11,942	4,928	3,260
JAKCOM	2,622	2,566	5,239	4,928	14,810
ORII	2,622	0,874	3,096	0,952	9,526

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

AHP yönteminin çözümünden elde edilen alternatiflerin öz vektörleri tablosu ele alınarak karar matrisi Tablo 8'de gösterildiği gibidir.

Adım 2: Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisi tablosu, Tablo 9'da gösterilmektedir.

Adım 3: Ağırlıklı Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Oluşturulan ağırlıklı normalize karar matrisi Tablo 10'da gösterilmektedir.

Adım 4: İdeal (A*) ve Negatif İdeal (A-) Çözümlerin Oluşturulması

Oluşturulan çözüm Tablo 11'de gösterilmektedir.

Adım 5: Ayrım Ölçülerinin Hesaplanması

Hesaplanan değerler Tablo 12'de gösterilmektedir.

Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması adımı TOPSIS yönteminin son adımı olmaktadır.

Tablo 13'te gösterildiği gibi 1'e en yakın alternatif Xenxo S-Ring alternatifi olduğu için en iyi alternatif 2. Aday olmaktadır.

Spor ve moda alanında akıllı yüzüklerin karşılaştırılması ve seçimi yapılırken AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. AHP yöntemi sonucunda en iyi alternatifin Xenxo S-Ring

Tablo 11. İdeal ve Negatif İdeal Çözüm

İdeal Çözüm	7,868	4,349	17,198	4,928	38,974
Negatif İdeal Çözüm	2,623	0,516	3,096	0,952	3,260

Tablo 12. Pozitif ve Negatif Ayrım Ölçüleri

Pozitif ayırım ölçümleri	Değer	Negatif ayırım ölçümleri	Değer
S1 POZİTİF	19,091	S1 NEGATİF	22,235
S2 POZİTİF	3,221	S2 NEGATİF	38,950
S3 POZİTİF	36,301	S3 NEGATİF	11,026
S4 POZİTİF	27,523	S4 NEGATİF	12,571
S5 POZİTİF	33,487	S5 NEGATİF	6,276

alternatifi olduğu tespit edilmiştir. TOPSIS yöntemine göre çözüm yapıldığında da en iyi alternatif ürünün Xenxo S-Ring markasına ait akıllı yüzük olduğu belirlenmiştir.

Problemın PROMETHEE ile Çözümü: Spor ve moda dünyasında akıllı yüzüklerin seçimi probleminde PROMETHEE Visual programı kullanılarak problem çözülmüştür. PROMETHEE ile çözüm Şekil 3'te görüldüğü gibidir.

Tablo 13. İdeal Çözüm

Alternatif	İdeal Çözüm
Quadro SR-98	0,538
Xenxo S-Ring	0,924
NFC	0,233
JAKCOM	0,314
ORII	0,158

Karar vericinin karar matrisini oluşturması sonucunda AHP yöntemiyle belirlenen kriter ağırlıkları baz alınarak PROMETHEE Visual programına değerler girilmiştir.

Scenario1	Moda	işletim sistemi	bağlanb	sarj ömrü	fonksiyonellik
Unit	9-point	9-point	impact	9-point	unit
Cluster/Group					
Preferences					
Min/Max	max	max	max	max	max
Weight	0,47	0,07	0,21	0,25	1,00
Preference Fn.	U-shape	Linear	Linear	Linear	Linear
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
- P: Preference	n/a	2,00	2,00	2,00	2,00
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics					
Minimum	9,00	5,00	7,00	6,00	4,00
Maximum	27,00	44,00	40,00	28,00	43,00
Average	19,80	19,80	19,80	20,00	20,00
Standard Dev.	8,82	14,02	12,34	9,88	13,78
Evaluations					
Quadro SR-98	27,00	15,00	12,00	28,00	27,00
Xenxo S-Ring	27,00	44,00	40,00	10,00	43,00
NFC	27,00	5,00	28,00	28,00	4,00
JAKCOM	9,00	26,00	12,00	28,00	16,00
ORII	9,00	9,00	7,00	6,00	10,00

Şekil 3. Problemın PROMETHEE Visual Çözümü

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Xenxo S-Ring	0,6950	0,7887	0,0938
2	Quadro SR-98	0,4037	0,5988	0,1950
3	JAKCOM	-0,1225	0,3650	0,4875
4	NFC	-0,3025	0,2587	0,5613
5	ORII	-0,6737	0,1338	0,8075

Şekil 4. PROMETHEE Visual Çözüm Sonuçları

PROMETHEE Visual programını kullanılarak çözülen problemın sonucu Şekil 4'te gösterilmektedir.

5. Tartışma ve Sonuç

Giyilebilir teknoloji alanında rağbet görmeye başlayan ve kullanım kolaylığı sağlayan akıllı yüzükler, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte bu ürünlere olan ilgi artmıştır. Akıllı yüzükler, minimalist dizaynı ile 7/24 giyilebilir cihazlar olma özelliğiyle kullanıcıya avantaj sağlamaktadır. Bu kapsamda, spor ve moda alanında akıllı yüzüklerin değerlendirilmesi, giyilebilir teknolojiler ile kullanıcının fizyolojik durumunun ve spor aktivite takibinin kontrol edilmesi mümkün olabilmektedir. Giyilebilir teknoloji ürünlerinden olan akıllı yüzüklerin yapılan çalışma ile fonksiyonelliği ortaya konulmuş ve seçimi yapılmıştır. Yapılan çalışmada birden fazla alternatif ve kriter belirlendiği için ÇKKV yöntemlerinden AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemi kullanılarak akıllı yüzük seçimi yapılmıştır.

AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak, spor ve moda dünyasında akıllı yüzüklerin değerlendirilmesine yönelik çözüm yöntemlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmektedir:

Çözüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Çalışma kapsamında; akıllı yüzüklerden Quadro SR-98, Xenxo S-Ring, NFC, JAKCOM, ORII markaları seçilmiştir. Kriterleri temel alan ve talep edilen beş alternatif belirlenerek, alternatiflerin özellikleri araştırılmıştır. Alternatifler doğrultusunda modaya uygunluk, işletim sistemi, bağlantı özelliği, pil ömrü ve fonksiyonellik kriterleri belirlenmiştir. Belirlenen kriterler ile AHP yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Günlük yaşamında spor yapan ve taşınabilirlik açısından

hafif ve sık tasarıma sahip olan akıllı yüzükler seçilerek, kullanıcının önceliklerine göre karar matrisi oluşturulmuştur. Yapılan çalışma doğrultusunda; problemin AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak yapılan çözümün her üç yöntemle de aynı olduğu görülmektedir.

Spor ve moda dünyasında en iyi akıllı yüzük seçiminde, elde edilen öncelik değerlerine göre “Fonksiyonellik” kriteri en önemli değerlendirme faktörü olarak belirlenmiştir. Fonksiyonellik kriterine en uygun alternatif ise “Xenxo S-Ring” markasına ait akıllı yüzük olmuştur. Problemin AHP yöntemiyle çözümünden sonra, alternatiflerin kıyaslanması için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. TOPSIS yöntemine göre çözüm yapıldığında ise en iyi alternatif ürünün Xenxo S-Ring markasına ait akıllı yüzük olduğu belirlenmiştir. Problemin çözümü PROMETHEE Visual programı ile de çözülmüştür. Her üç yöntem sonucunda da birinci öncelikli akıllı yüzük, Xenxo S-Ring ürünü olmuştur. Tutarlılık oranları farklı olduğundan ve birinci öncelikli Xenxo S-Ring ürününün diğer ürünlere göre fonksiyonellik özelliğinin yüksek olması üç yöntemde de aynı çıkmasını sağlamıştır.

Artan yapay zekâ teknolojisinin kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla araştırma çalışmaları yapılabilir. ÇKKV yöntemlerine literatürde daha fazla yer vermek adına, giyilebilir teknolojilerden olan akıllı bileklik, akıllı gözlük ve akıllı giysi alanları değerlendirilerek çalışmalar yapılabilir.

Yapılan bu çalışma sonucunda, giyilebilir akıllı yüzüklerin moda, işletim sistemi, bağlantı, şarj ömrü ve fonksiyonellik özelliklerinden dolayı tercih edildiği ortaya konularak, kriterler ve alternatifler doğrultusunda spor ve moda alanında öne çıkan akıllı yüzük seçimi yapılmıştır. Çözüm sonucunda diğer ürünlerden öne çıkan Xenxo S-Ring ürünü, en iyi akıllı yüzük olarak seçilmiştir.

Kaynakça

- Açıkgöz, O., (2019). Yenilikçi Tüketime Etki Eden Faktörler: Giyilebilir Teknoloji Üzerine Bir Araştırma. *Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Ağaç, S. & Balkış, M. (2018). Duyulara Tepki Veren Akıllı Moda Tasarımları. *International Journal of Cultural and Social Studies (IntJCSS)*, (4), 2458-9381.
- Akinci, B., Danişan, T. & Eren, T. (2021). Obezite Hastaları İçin Giyilebilir Teknolojilerin ÇKKV Yöntemleri ile Seçimi, *Politeknik Dergisi*, Basımda.
- Asoğlu, İ. & Eren, T. (2018). AHP, TOPSIS, PROMETHEE Yöntemleri ile Bir İşletme İçin Kargo Şirketi Seçimi. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (16), 102-122.
- Aytekin, A. & Yücel B. (2017). Yeni Ödeme Teknolojilerinin İş Hayatına Etkileri. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 4(12), 93-115.
- Balkış, M. & Ağaç, S. (2017). Işık Yayan Akıllı Giysiler ve Moda. *The Journal of Academic Social Science Studies*, (56), 249-262.
- Baydemir, A. (2019). *Modaya Uygun Giyilebilir Teknolojinin 21. Yüzyıl Giysi Tasarımındaki Yeri*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi.
- Belge, S. & Mutlu, H. (2020). Tüketicilerin Giyilebilir Teknolojileri Benimsenmesine Yönelik Davranışsal Niyet ve Kullanımları Üzerine Bir Araştırma. *Uygulamalı Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(1), 14-35.
- Bulğurcu, B. (2019). Çok Nitelikli Fayda Teorisi ile CRITIC Yöntem Entegrasyonu: Akıllı Teknoloji Tercih Örneği. *OPS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 13 (19), 1930-1957.
- Büyükgöze, S. (2019). Sağlık 4.0'da Giyilebilir Teknolojilerden Sensör Yamalar Üzerine Bir İnceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1239-1247.
- Çobanoğlu, Ö., Eryılmaz, J., Ataşalan, M. & Kazanç, S. (2015). Projection of Sciences Onto Textile and Fashion: Nano-Technology and Chargeable Fabric Example. *Tekstil ve Mühendis*, 22 (97).
- Dağdeviren, M. & Eraslan, E. (2008). PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 69-75.
- Dağdeviren, M. & Eren, T. (2001). Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 41-52.
- Dağdeviren, M., Akay, D. & Kurt, M. (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 131-138.
- Değerli, NG. (2018). 21. Yüzyılda Giyilebilir Sanatın Öncü Moda Tasarımcıları. *İdil Sanat ve Dil Dergisi*, 51, 1413-1426.
- Deringöz, A., Danişan, T. & Eren, T. (2021a). Covid-19 Takibinde Giyilebilir Sağlık Teknolojilerinin ÇKKV Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Politeknik Dergisi*, 1 (1).
- Deringöz, A., Danişan, T. & Eren, T. (2021b). Endüstriyel Giyilebilir Teknolojilerin ÇKKV Yöntemleri ile Değerlendirilmesi ve Seçimi. *Ergonomi*, 4 (1), 10-21.
- Ercan, İP. & Timur, Ş. (2020). Changing Terminology of Definition and Design of Wearable Technology Products. *Online Journal of Art and Design*, 8(3), 90-106.
- Eren, T. (2012). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Bursiyer Seçimi: Bir Eğitim Kurumunda Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26 (3-4).
- Godfrey, A., Hetherington, V., Shum, H., Bonato, NH. & Lovell, S. (2018). *From A To Z: Wearable Technology Explained*. *Science Direct*, 113, 40-47.
- Han, T., Han, Q., Annett, M., Anderson, F., Huang, D. & Yang, X. (2017). Frictio: Passive Kinesthetic Force Feedback for Smart Ring Output. *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. *Bilgisayar Makineleri Derneği*, ABD, 131-142.
- Hwang CL, Yoon K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlin, Springer-Verlag,
- İşmal, EÖ. & Yüksel, A. (2016). Tekstil ve Moda Tasarımına Teknolojik Bir Yaklaşım: Akıllı ve renk değiştiren tekstiller, 16, 87-98.
- Kabukcu, E. (2018). Tüketici Odaklı Akıllı Giysi Tasarımı İçin Yeni Bir Bütünleşik Model Önerisi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 143-147.
- Kalantari, M. (2017). Giyilebilir Teknolojilerin ‘Tüketicilerin’ Benimsenmesi: Literatür Taraması, *Sentez Ve Gelecekteki Araştırma Gündemi. Int. J. Technology Marketing*, 12 (3), 274-307.
- Keçek, G. & Yüksel, R. (2016). Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve PROMETHEE Teknikleriyle Akıllı Telefon Seçimi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 49, 46-63.
- Kılıç, HÖ. (2017). Giyilebilir Teknoloji Ürünleri Pazarı ve Kullanım Alanları. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(4), 99-112.
- Li, Z., Ma, Y., Wang, L., Du X., Zhu S., Zhang X., Qu, L. & Tian, M. (2019). Multidimensional Hierarchical Fabric-Based

- Supercapacitor with Bionic Fiber Microarrays for Smart Wearable Electronic Textiles. *American Chemical Society*, 11(49), 46278–46285.
- Narayananwami, C., Wilton, CT., Raghunath, MT. & Poughkeepsie, NY. (2000). Alarm İnterface For A Smart Watch. *International Business Machines Corp*, 1-9.
- Öymen, G. (2017). Giyilebilir Teknolojilerin Moda Endüstrisi Üzerindeki Etkileri. *1st International Conference on New Trends in Communication*. 131-138.
- Özcan, E., Danişan, T., Yumuşak, R. & Eren, T. (2020). Hidroelektrik Santrallerde Bakım Planlaması İçin Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımlarıyla Desteklenen Yapay Bir Sinir Ağı Modeli. *Ekspluatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, 22(3), 400-418.
- Parkı, E. (2018). Smart Ring. *United States Patent*, 1-26.
- Rutherford, JJ. (2010). Giyilebilir Teknoloji. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 29 (3), 19-24.
- Saaty, TL. (1980). The Analytic Hierarchy Process. *McGraw-Hill InternationalBook Company*.
- Şahin, Y. & Aydemir, E. (2019). Akıllı telefon teknik özellik önem dereceleri-nin AHP ağırlıklı gri ilişkisel analiz yöntemi ile belirlenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14 (1), 225-238.
- Şen, C., Kılıç, A. & Öndoğan, Z. (2020). Endüstri 4.0 ve Moda Sektöründeki Uygulamaları. *Turkish Journal of Fashion Design and Management*, 2 (2), 53-65.
- Turgut, Z., Danişan, T. & Eren, T.(2020). Spor yapanlar için en uygun akıllı saatin AHP ve PROMETHEE yöntemleri ile seçimi. *Uluslararası Beden Eğitimi Spor ve Teknolojileri Dergisi*, 1 (2) , 1-11.
- URL 1. Uludağ İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği AR&GE Şubesi. (Nisan, 2021). Giyilebilir Teknolojiler, <https://uib.org.tr/tr/kbfile/giyilebilir-teknoloji-raporu>, Erişim Tarihi: 30.04.2021
- URL 2. Cimri Blog, (Nisan, 2021). Çok Akıllı Quadro Yüzük , <https://www.cimri.com/blog/cok-akilli-quadro-yuzuk/>, Erişim Tarihi: 30.04.2021.
- URL 3. Dokunmatik Rakun, (Nisan, 2021). Diğer Giyilebilir Teknoloji Ürünleri, <https://www.dokunmatikrakun.com/motiv-ring-akilli-yuzuk-incelemesi-2/>, Erişim Tarihi: 30.04.2021.
- URL 4. Dr. Bahadır Fatih Yıldırım, (Ocak, 2021). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri. <https://www.bahadirfyildirim.com/blog/serie/cok-kriterli-karar-verme>, Erişim Tarihi: 30.01.2021.
- Yapıcı, S., Yumuşak, R. & Eren, T. (2020). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Medikal Depo Yeri Seçimi. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9 (2) , 203-221.
- Yıldırım, M. (2016). Moda Giyim Sektöründe Üç Boyutlu Yazıcılarla Tasarım ve Üretim. *Güzel Sanatlar Fakültesi Hakemli Dergisi*, 17, 1308-2698.
- Yüce, A., Aydoğdu, V., Katırcı, H. & Gökce, YS. (2020). Giyilebilir Teknolojik Spor Ürünleri Kullanım Algısı Ölçeği: Bir Ölçek Uyarlama Çalışması. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 18 (4), 113-124.
- Zhang, X., Kadimisetty, K., Yin, K., Ruiz, C., Michael, G. & Changchun, L. (2019). Smart Ring: A Wearable Device For Hand Hygiene Compliance Monitoring At The Point-Of-Need. *Microsyst Technol*, 25, 3105–3110.