

BULANIK DEMATEL VE EDAS YÖNTEMLERİ KULLANILARAK SPORCULAR İÇİN AKILLI BİLEKLİK SEÇİMİ

Özge ALBAYRAK^{1*}, Burak ERKAYMAN²

¹Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, 25240, Erzurum
e-posta : ozge.albayrak10@gmail.com ORCID No : <https://orcid.org/0000-0001-7798-8799>

²Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, 25240, Erzurum
e-posta : erkayman@atauni.edu.tr ORCID No : <https://orcid.org/0000-0002-9551-2679>

BULANIK DEMATEL VE EDAS YÖNTEMLERİ KULLANILARAK SPORCULAR İÇİN AKILLI BİLEKLİK SEÇİMİ

Anahtar Kelimeler	Öz
Bulanık DEMATEL Çok Kriterli Karar Verme EDAS	Günümüzde teknolojinin gelişimi ile birlikte artık günlük hayatta kullanılan kıyafet ve aksesuarlara akıllı algılayıcıların eklenmesiyle giyilebilir teknolojik ürünler elde edilmektedir. Giyilebilir teknoloji ürünlerinden biri olan akıllı bileklikler sportif faaliyetlerin, uyku takibinin, sağlık durumunun kayıt altına alınmasına ve yaşamın elde edilen bu raporlara göre düzenlenmesine yardımcı olmaktadır. Her geçen gün gelişen teknolojiye bağlı olarak alternatif sayısının artması, sporcuların hangi model ve özelliklere sahip akıllı bilekliği tercih edeceği konusunda zorlanmalarına neden olmaktadır. Bu çalışmada, sporcuların akıllı bileklik tercih sürecini kolaylaştırmak için çok kriterli karar verme tekniklerinden BULANIK DEMATEL (Decision Making Trial And Evaluation Laboratory) yöntemi kriterler arası ilişkileri dikkate alarak kriter ağırlıklarını belirlemek için kullanılmış ve EDAS yöntemi ise (Evaluation Based On Distance From Average Solution) alternatifler arasından seçim yapmak için kullanılmıştır. 4 kişilik bir uzman grubun değerlendirmesiyle elde edilen veriler incelendiğinde, DEMATEL yönteminin sonuçlarına göre akıllı bileklik seçiminde en önemli kriterin akıllı bilekliklerin kullanım kolaylığı olduğu ortaya çıkmıştır. Kullanım kolaylığından sonra sırasıyla, estetik, fonksiyonel özellik, ağırlık ve batarya kullanım süresi kriterlerinin en önemli kriterler oldukları belirlenmiştir. EDAS yönteminin sonuçlarına göre ise A ₂ en iyi performansa sahip akıllı bileklik ortaya çıkmıştır.

SMART WRISTBAND SELECTION BY USING FUZZY DEMATEL AND EDAS METHODS

Keywords	Abstract
Fuzzy DEMATEL Multi-Criteria Decision Making EDAS	Nowadays with the developing of the technology and the addition of smart sensors to the clothes and accessors that are used in daily life. Smart wristbands, which are one of the wearable technology products, help to record sportive activities following of sleep, state of healthy and to arrange life according to these reports. Increasing of the alternative numbers depend on developing technology day-by-day causes to slog about that sportsmen will prefer what kind of smart wristbands, which have model and features. In this study to investigate the sportsmen's smart wristbands preference process, one of the multi- criteria decision making techniques, Fuzzy DEMATEL (Decision Making Trial And Evaluation Laboratory) method was used to determine the weight of criteria and relations between criterions and EDAS (Evaluation Based On Distance From Average Solution) method was used to choose from the alternatives. When the data obtained from the evaluation of 4 experts groups, according to the results of DEMATEL method the most important criterion in the selection of smart wristbands and the ease of use of smart wristband occur. After the ease of use in turn in order, it was determined as the esthetic, functional feature, weight and battery usage period were the most important criteria. According to the results of EDAS method, A ₂ which has the best performance smart wristband occurred.
Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 03.11.2018	Submission Date : 03.11.2018
Kabul Tarihi : 27.11.2018	Accepted Date : 27.11.2018

* Sorumlu yazar; Tel : 0.442.231 60 17

1.Giriş

Teknoloji, bireylerin yaşamlarında belirleyici bir unsur olarak sürekli gelişmekte ve tüketicilerin günlük deneyimlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmektedir (Çakır ve Çakır,2017). Bu duruma bağlı olarak da giderek küçülen elektronik parçalar ve bu sayede karmaşık işlevleri yerine getirebilen minyatür cihazlar ortaya çıkarmaktadır. Bu cihazlar her alanda olduğu gibi, giyilebilir teknolojiler alanında da kolaylıklar sağlamaktadır (Marangoz ve Aydın,2017).

Günlük hayatta kullanılan kıyafet ve aksesuarlara akıllı algılayıcıların eklenmesiyle giyilebilir teknolojik ürünler ortaya çıkmaktadır. Sporcu bileklikleri, akıllı bileklikler ve saatler en yaygın kullanılan giyilebilir teknolojik ürünler arasında yer almaktadır. Giyilebilir teknoloji ürünlerinden biri olan akıllı saatlerden sonra en çok tercih edilen ürün olan akıllı bileklikler esas olarak günlük faaliyetlerin planlanmasını sağlayan teknolojik ürünlerdir. Bunun yanı sıra sporcular için sportif faaliyetlerin, uyku takibinin, sağlık durumunun kayıt altına alınmasına ve yaşamın elde edilen bu raporlara göre düzenlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu raporlar sayesinde sporcular hedeflerine bir adım daha yaklaşmaktadır. Aynı zamanda akıllı telefonlar ile eşleşerek gelen bildirim ve mesajlara anlık olarak ulaşabilme imkânı sağlamaktadır.

Teknolojideki gelişmelerle birlikte karar verme problemlerinin çözümleri bilimsel yöntemlerle araştırılmaya başlanmıştır. Amaçlanan hedefin birçok parametre tarafından belirlendiği ve değerlendirmede kullanılacak olan alternatiflerin kendine özgü avantajlarının bulunmasından dolayı karar verme işi zorlaşmaktadır. Bu amaçla karar verme sürecini kolaylaştırmak çok kriterli karar verme teknikleri geliştirilmeye başlanmıştır (Kaya vd., 2007). Bu yöntemlerden birisi kriterler arasındaki ilişkilerin ve önceliklerin belirlenmesi sırasında, kriterlerin ilişkileri ve birbirleri üzerindeki etkilerini önem sırasına göre belirleyebilen DEMATEL yöntemidir. Bu yöntemin temel amacı, karmaşık ve birbirine girmiş yapıdaki problemlerdeki neden-sonuç ilişkilerini görselleştirerek anlamlı sonuçlar elde etmektir (Öztürk,2009). Diğeri ise EDAS yöntemidir, bu yönteminin temel amacı, Ortalamadan pozitif Uzaklık (PDA) ve Ortalamadan negatif uzaklık (NDA) gibi iki uzaklık ölçüsü kullanılmaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesi ise, PDA'nın daha yüksek değerlerine ve NDA'nın daha düşük değerlerine göre yapılır (Stanujkic vd., 2017).

Literatür incelendiğinde giyilebilir teknolojik ürünlerle ilgili çeşitli çalışmalara rastlansa da, bu ürünlerin seçimi ve çok kriterli karar verme yöntemleriyle birleştirildiği çalışmalara rastlanmamaktadır. Literatürdeki bu boşluğu doldurmak amacıyla sporcular için akıllı

bileklik seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinden Bulanık DEMATEL ve EDAS yöntemleri tercih edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, gelişen teknolojiye bağlı olarak alternatif sayısının artması ve sporcuların hangi model ve özelliklere sahip akıllı bilekliği tercih etmeleri konusunda yaşadıkları zorluklara bir öneri sunmaktır. Bu amaçla kriterler arasındaki anlamlı ilişkiler sporcu ve bilişimcilerden oluşan 4 kişilik bir uzman grup tarafından değerlendirilmiştir. Kriterler arasındaki ilişkilerin ve önceliklerin belirlenmesi sırasında, kriterlerin ilişkileri ve birbirleri üzerindeki etkilerini önem sırasına göre belirleyebilmek için çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Burada kriterler arasındaki etkileşimi nicel olarak ifade etmek zor olduğu için Bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Alternatifler arasından en iyi performansa sahip akıllı bileklik seçimini yapmak için ise ortalama çözümü göz önüne alan EDAS yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada EDAS yöntemi için kullanılan değerler nicel olarak ifade edilebildiği için Bulanık EDAS yöntemi tercih edilmemiştir.

Çalışmanın giriş bölümünde giyilebilir teknoloji ve akıllı bilekliklerle ilgili bilgi verilmiş, ikinci bölümde konuyla ilgili geçmişte yapılan çalışmalar taranmış, üçüncü bölümde Bulanık DEMATEL ve EDAS yöntem adımları açıklanmış, dördüncü bölümde akıllı bileklik seçimiyle ilgili elde edilen bulgulara yer verilmiştir, son bölümde ise sonuçlar ve gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Literatürde Bulanık DEMATEL ve EDAS yöntemleri kullanılarak yapılmış çalışmalar aşağıda verilmiştir:

Marangoz ve Aydın (2017) çalışmalarında, tüketicilerin giyilebilir teknolojiler kapsamında sınıflandırılan akıllı saatlere adaptasyonunu etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Bayhan ve Bildik (2014) çalışmalarında, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)'yi kullanarak akıllı telefon seçim problemini ele almışlardır.

Organ (2013) çalışmasında, Bulanık DEMATEL yöntemiyle bir tekstil firması için makine seçim problemini ele almıştır. Wang ve Tzeng (2012), marka pazarlamadaki kriterlerin birbirleriyle olan ilişkilerini açıklamak amacıyla DEMATEL, ANP ve VIKOR yöntemlerini birleştirerek hibrit bir çalışma ortaya koymuşlardır. Ada ve arkadaşları (2011), esnek üretim sistemleri üzerinde etkili olan faktörlerin ilişkileri ve birbirleri üzerindeki etkileri önem sırasına göre analiz etmek amacıyla Bulanık DEMATEL yöntemini kullanmışlardır.

Büyüközkan ve Çiftçi (2012) çalışmalarında, yeşil tedarikçilerin değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık DEMATEL, bulanık ANP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanarak bütünlük bir çalışma ortaya koymuşlardır. Chang ve arkadaşları (2011), Bulanık DEMATEL yöntemini tedarikçi seçim problemini geliştirmek amacıyla kullanmışlardır. Karaoğlan (2016), bir otel işletmesinin fotoğrafçılık hizmetleri için dış kaynak kullanımı probleminde kriterler arasındaki ilişkileri DEMATEL yöntemi ile belirlenmiş, alternatifler arasından seçim yapmak için ise VIKOR yöntemi kullanmıştır. Muhammad ve Cavus (2017) çalışmalarında, Öğrenme yönetim sistemleri (LMS) değerlendirme kriterleri arasındaki ilişkiyi ve bu kriterlerin birbirleri üzerindeki etkileri belirleyen Bulanık DEMATEL modeli önermişlerdir.

Keshavarz Aggarwae ve arkadaşları (2015), çok kriterli envanter sınıflandırması (Multi-Criteria Inventory Classification) problemleri için Ortalama Çözüm Mesafesine (EDAS) dayalı yeni bir değerlendirme yöntemi sunulmuştur. Ghorabae vd. (2016) çalışmalarında, deterjan içerisindeki kimyasal maddeleri tedarik etmek isteyen üretici firma için tedarikçi seçim problemini ele almıştır. Bu uygulamada EDAS yöntemi bulanık mantık ile birleştirilerek Bulanık EDAS yöntemi geliştirilmiştir. Ulutaş (2017) çalışmasında, Türkçe literatüre katkıda bulunmak amacıyla EDAS yöntemini kullanarak dikiş makinesi seçimi yapmıştır. Aggarwal vd. (2018), kullanıcı için son listeye giren seçimlerden ve özel fiyat grubu içerisinde EDAS yöntemini kullanarak en iyi akıllı telefonu seçmeyi amaçlamışlardır. Kahraman vd. (2017), katı atık bertaraf etme yerlerinin değerlendirilmesinde EDAS yöntemini; bulanık olmayan EDAS, bulanık EDAS ve sezgisel bulanık EDAS olmak üzere üç yönteme göre değerlendirilmiştir.

Erkayman vd. (2018) çalışmalarında, modifiye bulanık DEMATEL ve EDAS yöntemlerini en iyi ERP dağıtım stratejisini seçmek için kullanmışlardır. Stevic vd. (2017), tedarikçi seçiminde bir inşaat firması için yeni bir yaklaşım gerçekleştirilmiştir. Ağırlık katsayıları, net olmayan sayılara dayalı olarak DEMATEL yöntemi ile elde edilmiştir. Değerlendirme ve tedarikçi seçimi ise, bu alandaki en yeni yöntemlerden birini sunan yeni bir EDAS yöntemine göre yapılmıştır.

3.Yöntemler

Bu çalışmada sporcuların akıllı bileklik seçim sürecine yardımcı olmak için çok kriterli karar verme yöntemlerinden Bulanık DEMATEL ve EDAS yöntemleri kullanılarak bir çözüm önerisi sunulmuştur.

Bu çalışmada öncelikle Bulanık DEMATEL yöntemi ile kriter ağırlıkları ve kriterler arasındaki önem dereceleri belirlenmiş, sporcuların en çok tercih ettiği alternatif

modeller arasından seçim yapmak için ise EDAS yöntemi kullanılmıştır.

3.1. Bulanık DEMATEL Yöntemi

DEMATEL yöntemi, Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü Bilim ve İnsan İlişkileri programı tarafından 1972 ve 1976 yılları arasında geliştirilmiştir. Bu yöntem karmaşık problem grupları arasındaki etkileşimi araştırmak ve analiz etmek için kullanılmıştır (Tzeng vd., 2007).

DEMATEL yöntemi, karmaşık ve birbirine girmiş yapıdaki bir probleme neden olan kriterlerin hangilerinin etkilenecek ve hangilerinin etkileyen kriter olduğu belirlenerek problemi taslak olarak çözme ve analiz etme imkanı sağlar. Temel amacı, karmaşık neden sonuç ilişkilerini görselleştirerek anlamlı sonuçlar elde etmektir. Fakat bu ilişkilerde faktörler arasındaki etkileşimin ne derecede olduğunu belirlemek oldukça zordur. Bunun nedeni de uzmanların faktörler arasındaki etkileşimi nicel olarak ifade etmelerinin oldukça zor olmasıdır. Bu nedenle, Lin ve Wu DEMATEL yöntemini bulanık ortama genişletmişlerdir (Lin ve Wu, 2008).

Bulanık DEMATEL yönteminin adımları aşağıdaki gibidir: (Organ, 2013; Öztürk, 2009)

Adım 1: Kriterlerin ve bulanık skalanın belirlenmesi

Bu adımda öncelikle uygulamada kullanılacak kriterler ve kriterler arasındaki anlamlı ilişkilerin uzman grup tarafından belirlenmesi gerekmektedir. Bu ilişkilerde faktörler arasındaki etkileşimin ne derecede olduğunu belirlemek oldukça zordur. Bunun nedeni de uzmanların faktörler arasındaki etkileşimi nicel olarak ifade etmelerinin oldukça zor olmasından kaynaklanır. Bu nedenle, Li tarafından bulanık skala önerilmiştir. Dilsel terimlere karşılık gelen bulanık skala Tablo 1'de verilmiştir. Dilsel terimler üçgensel bulanık sayılarla ifade edilmiştir (Li, 1999).

Tablo 1. Bulanık Dilsel Ölçek

Dilsel İfadeler	Bulanık Karşılıkları
Çok Az Etkili	(0,00;0,00;0,25)
Az Etkili	(0,00;0,25;0,50)
Normal Etkili	(0,25;0,50;0,75)
Fazla Etkili	(0,50;0,75;1,00)
Çok Fazla Etkili	(0,75;1,00;1,00)

Adım 2: Direk ilişki matrisinin oluşturulması

Karar vericilerin $C=\{C_1, C_2 \dots C_n\}$ kriterleri arasındaki ilişkilerin düzeylerini belirleyebilmeleri için oluşturulan uzman gruptaki her bir uzman tarafından Tablo 1’de verilen dilsel ölçek kullanılarak ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Karar grubunun p tane uzmandan oluştuğu farz edilirse p tane karar matrisi elde edilir. Karşılaştırmalar sonucunda Bulanık direk ilişki matrisi (“Z”) elde edilir ve Eşitlik (1) ile gösterilir (Öztürk,2009).

$$\tilde{Z}^{(k)} = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{Z}_{12}^{(k)} & \dots & \tilde{Z}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{Z}_{21}^{(k)} & 0 & \dots & \tilde{Z}_{2n}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{Z}_{n1}^{(k)} & \tilde{Z}_{n2}^{(k)} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad k = 1, 2, \dots, p \quad (1)$$

$\tilde{Z}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ i. kriterin j. kriteri etkileme derecesini göstermektedir.

Adım 3: Normalleştirilmiş direk ilişki matrisinin oluşturulması

$$\tilde{x}_{ij}^{(k)} = \frac{\tilde{Z}_{ij}^{(k)}}{r^k} = \left(\frac{l_{ij}^k}{r^k}, \frac{m_{ij}^{(k)}}{r^k}, \frac{u_{ij}^{(k)}}{r^k} \right) \quad (2)$$

$$r^{(k)} = \max_{1 < i < n} \left(\sum_{j=1}^n u_{ij}^k \right) \quad (3)$$

Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi Eşitlik (2) ve Eşitlik (3) kullanılarak elde edilir. Eşitlik (3) kullanılarak üçgensel bulanık sayıların sonucunu temsil eden her kriterdeki “u” değerleri sütun olarak toplanır ve her sütun için tek bir değer elde edilir. Elde edilen bu değerlerin en büyüğü seçilir ve bu değer “r” olarak tanımlanır. Bütün matris elde edilen “r” değerine bölünür ve normalleştirilmiş direk ilişki matrisi (“X”) Eşitlik (4) ile gösterilir.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{21} & \tilde{X}_{22} & \dots & \tilde{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{X}_{n1} & \tilde{X}_{n2} & \dots & \tilde{X}_{nn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Adım 4: Toplam ilişki matrisinin oluşturulması

Bu adımda Eşitlik (5) kullanarak toplam ilişki matrisi oluşturulacaktır.

$$\tilde{T} = \tilde{X} + \tilde{X}^2 + \tilde{X}^3 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} \tilde{X}^i = \tilde{X}(1 - \tilde{X})^{-1} \quad (5)$$

Bütün matrise bu eşitliği uygulamak zor olduğundan üçgensel bulanık sayılara ayrı ayrı Eşitlik (5) uygulanarak üç matris elde edilir. Bu işlem üç matris için de tekrar edildikten sonra bulunan sonuçlar birleştirilir ve Eşitlik (6) ile gösterilen “T” matrisi elde edilir (Organ,2013).

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{T}_{11} & \tilde{T}_{12} & \dots & \tilde{T}_{1n} \\ \tilde{T}_{21} & \tilde{T}_{22} & \dots & \tilde{T}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{T}_{n1} & \tilde{T}_{n2} & \dots & \tilde{T}_{nn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Adım 5: Gönderici ve alıcı grupların belirlenmesi

Toplam ilişki matrisi (\tilde{T}) elde edildikten sonra, matristeki sütun elemanlarının toplamı \tilde{D}_i değerini, matristeki satır elemanlarının toplamı ise \tilde{R}_i değerini vermek üzere $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve, $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerleri Eşitlik (7) ile hesaplanır.

$$\tilde{D}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{T}_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

$$\tilde{R}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{T}_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

Bulunan D ve R değerleri ile her bir kriter için, Eşitlik (7) kullanılarak $D + R$ ve $D - R$ değerleri hesaplanır ve elde edilen $D + R$ ve $D - R$ değerleri kullanılarak, her bir kriterin diğer kriterlerle aralarındaki etki ve ilişki seviyesi belirlenir. $D - R$ değeri için bazı kriterler pozitif değere sahiptir. Bu kriterlerin diğer kriterler üzerinde daha yüksek etki ve önceliğe sahiptir. Bu tip kriterler etkileyen kriter olarak adlandırılır. $D - R$ değeri için bazı kriterler de negatif değere sahiptir. Bu tip kriterler ise diğer kriterler üzerinde daha düşük etki ve önceliğe sahiptirler ve etkilenen kriter olarak tanımlanırlar.

$D + R$ değerleri kriterler arasındaki ilişkinin düzeyini göstermektedir. $D + R$ değeri yüksek olan kriterler diğer kriterler ile daha çok ilişkilidir. $D + R$ değeri düşük olan kriterlerin ise, diğer kriterler ile daha az ilişkili olduğu anlaşılır (Aksakal ve Dağdeviren, 2010).

Adım 6: Durulaştırma işlemi

Elde edilen $D + R$ ve $D - R$ değerlerini tek değer haline getirebilmek için durulaştırma işlemi uygulanır. Eşitlik (8) ‘deki formüller üzerinde yer alan “def” kısaltması durulaştırma anlamına gelen “defuzzifying” kelimesinin

kısaltılmasıdır (Organ,2013). Durulaştırma işlemi Eşitlik (8) kullanılarak elde edilir.

$$D_i^{def} + R_i^{def} = 1/4 (1 + 2m + u) \quad (8)$$

$$D_i^{def} - R_i^{def} = 1/4 (1 + 2m + u)$$

Adım 7: Neden-sonuç ilişki diyagramının elde edilmesi

Durulaştırma yönteminden elde edilen değerler ile neden-sonuç ilişki diyagramı çizilerek analiz edilir.

Neden-sonuç ilişki diyagramının, yatay ekseninde D + R değerleri, düşey ekseninde ise D – R değerleri yer almaktadır.

Adım 8: Ağırlıkların elde edilmesi

Eşitlik (9) ve Eşitlik (10) kullanılarak her bir kriterin ağırlığı hesaplanır.

$$w_i = ((D_i^{def} + R_i^{def})^2 + (D_i^{def} - R_i^{def})^2)^{1/2} \quad (9)$$

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (10)$$

3.2. EDAS Yöntemi

EDAS yöntemi (Evaluation Based On Distance From Average Solution), 2015 yılında Ghorabae ve arkadaşları tarafından geliştirmiş bir yöntemdir ve en iyi alternatifin seçiminde ortalama çözümü göz önüne almaktadır (Keshavarz Ghorabae vd., 2015).

EDAS yöntemi 6 adımdan oluşmaktadır:(Keshavarz Ghorabae vd., 2015)

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Bu adımda uzman grup tarafından alternatif ve kriterler arasındaki anlamlı ilişkiler belirlenir.

$$X = [X_{ij}]_{n \times m} \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nm} \end{bmatrix} \quad (11)$$

x_{ij} =i. alternatifin j. kritere göre performans değerini gösterir.

Adım 2: Ortalama çözüm matrisi (Average Solution matrix (AV_j)) oluşturulması

Ortalama çözüm matrisi (AV) bütün kriter değerlerinin ortalamasının alınması ile hesaplanır.

$$AV = [AV_j]_{1 \times m} \quad (12)$$

AV_j = j. kriterin ortalamasını göstermektedir ve Eşitlik (13) ile hesaplanır.

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n} \quad (13)$$

Adım 3: Ortalamadan pozitif uzaklık matrisi (Positive Distance From Average (PDA)) ve ortalamadan negatif uzaklık matrisi (Negative Distance From Average (NDA)) oluşturulması (Aggarwal vd.,2018)

$$PDA = PDA_{ij} \quad n \times m \quad (14)$$

$$NDA = NDA_{ij} \quad n \times m \quad (15)$$

Her bir kriter için kriterlerin fayda türü yada maliyet türü olmasına göre farklı şekilde hesaplanmaktadır.

Eğer kriterler fayda türü ise;

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (16)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad (17)$$

Eğer kriterler maliyet türü ise;

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad (18)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (19)$$

Adım 4: Tüm alternatifler için Ağırlıklı toplam pozitif değer (Weighted total positive value (SP_i)) ve ağırlıklı toplam negatif değer (Weighted total negative value (SN_i)) hesaplanması

i'ninci alternatifin ağırlıklı toplam pozitif değeri (SP_i) ve i'ninci alternatifin ağırlıklı toplam negatif değeri (SN_i) aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanır.

Eşitlik (20) ve Eşitlik (21) 'de gösterilen formüllerindeki w_j değerleri için Bulanık DEMATEL yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları kullanılmaktadır.

$$SP_i = \sum_{j=1}^m w_j * PDA_{ij} \quad (20)$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^m w_j * NDA_{ij} \quad (21)$$

Adım 5: SP_i ve SN_i değerlerinin normalize edilmesi

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max(SP_i)} \quad (22)$$

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{\max(SN_i)} \quad (23)$$

Adım 4'de elde edilen SP_i ve SN_i değerleri Eşitlik (22) ve Eşitlik (23) kullanılarak normalize edilir.

Adım 6: Değerlendirme skoru (Evaluation score (AS_i)) değerinin hesaplanması

Her alternatif için değerlendirme skorları aşağıda verilen Eşitlik (24) ile hesaplanır.

$$AS_i = \frac{1}{2} * (NSP_i + NSN_i) \quad (24)$$

$0 \leq AS_i \leq 1$ arasındaki değerleri alır.

En yüksek AS_i değerine sahip alternatif, alternatifler arasında en iyi alternatif olarak seçilir.

4. Katılımcılar

Bu çalışma, gelişen teknolojiye bağlı olarak alternatif sayısının artması, sporcuların hangi model ve özelliklere sahip akıllı bilekliği tercih etmeleri konusunda yaşadıkları zorluklara bir öneri olarak sunulmuştur. Bu kapsamda ilk olarak sporcu ve bilişimcilerden oluşan 4 kişilik bir uzman grup oluşturulmuştur. Çalışma bu uzman grubun değerlendirmesiyle sporcuların en çok tercih ettiği 5 alternatif akıllı bileklik modeli ve 5 kriter üzerinden değerlendirilmiştir.

5. Bulgular

Bu çalışmada, kriterler arasındaki ilişkilerin ve önceliklerin belirlenmesi sırasında, kriterlerin ilişkileri ve birbirleri üzerindeki etkilerini önem sırasına göre belirleyen DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Burada kriterler arasındaki etkileşimi nicel olarak ifade etmek zor olduğu için Bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Alternatifler arasından seçim yapmak için ise EDAS yöntemi kullanılmıştır.

5.1. Bulanık DEMATEL Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Adım 1: Kriterlerin ve bulanık skalanın belirlenmesi

Değerlendirmede kullanılan kriterler oluşturulan uzman grup tarafından fonksiyonel özellik (C_1), estetik (C_2), kullanım kolaylığı (C_3), batarya kullanım süresi (C_4), ağırlık (C_5) olarak belirlenmiştir.

Karar vericilerinin Tablo 1'de verilen bulanık dilsel ifadelerle göre kriterler arasındaki ikili

karşılaştırmalarının sözel olarak ifade edilmesi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Karar Vericilerin Sözel İfadelerle İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	0	Normal Etkili	Fazla Etkili	Normal Etkili	Az Etkili
C_2	Fazla Etkili	0	Çok Fazla Etkili	Çok Az Etkili	Fazla Etkili
C_3	Çok Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili	0	Normal Etkili	Çok Az Etkili
C_4	Fazla Etkili	Az Etkili	Normal Etkili	0	Çok Az Etkili
C_5	Çok Az Etkili	Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili	Az Etkili	0

Adım 2: Direk ilişki matrisinin oluşturulması

Direk ilişki matrisi Tablo 1'deki bulanık dilsel ifadelerle karşılık gelen üçgensel bulanık sayı değerleri ile düzenlenerek elde edilir. Bu veriler Tablo 3'de gösterilmiştir.

Adım 3: Normalize edilmiş direk ilişki matrisinin oluşturulması.

Eşitlik (2) ve Eşitlik (3) kullanılarak normalleştirilmiş direk ilişki matrisi elde edilir ve Tablo 4 'de gösterilmiştir.

Adım 4: Toplam ilişki matrisinin oluşturulması

Eşitlik (5) kullanılarak elde edilen veriler Tablo 5'de gösterilmiştir.

Adım 5: Gönderici ve alıcı grupların belirlenmesi

Matristeki sütun elemanlarının toplamı D değerini, satır elemanlarının toplamı ise R değerini vermek üzere, $D + R$ ve $D - R$ değerleri hesaplanır ve Tablo 6'da gösterilmiştir.

Adım 6: Durulaştırma işlemi

Eşitlik (8) kullanılarak durulaştırma işlemi uygulanır ve Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7'ye göre fonksiyonel özellik ve kullanım kolaylığı kriterleri pozitif $D - R$ değerlerine sahip oldukları için diğer kriterlere göre daha çok etkilenmektedir.

Ağırlık, batarya kullanım süresi ve estetik kriterleri negatif $D - R$ değerlerine sahip oldukları için diğer kriterlerden daha çok etkilenmektedir.

Tablo 3. Direk İlişki Matrisi

Kriterler	C_1			C_2			C_3			C_4			C_5		
C_1	0.00	0.00	0.00	0.25	0.50	0.75	0.50	0.75	1.00	0.25	0.50	0.75	0.00	0.25	0.50
C_2	0.50	0.75	1.00	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	1.00	0.00	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
C_3	0.75	1.00	1.00	0.75	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.50	0.75	0.00	0.00	0.25
C_4	0.50	0.75	1.00	0.00	0.25	0.50	0.25	0.50	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
C_5	0.00	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	0.75	1.00	1.00	0.00	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00

Tablo 4. Normalize Edilmiş Direk İlişki Matrisi

Kriterler	C_1			C_2			C_3			C_4			C_5		
C_1	0,00	0,00	0,00	0,07	0,13	0,20	0,13	0,20	0,27	0,07	0,13	0,20	0,00	0,07	0,13
C_2	0,13	0,20	0,27	0,00	0,00	0,00	0,20	0,27	0,27	0,00	0,00	0,07	0,13	0,20	0,27
C_3	0,20	0,27	0,27	0,20	0,27	0,27	0,00	0,00	0,00	0,07	0,13	0,20	0,20	0,00	0,07
C_4	0,13	0,20	0,27	0,00	0,07	0,13	0,07	0,13	0,20	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,07
C_5	0,00	0,00	0,07	0,13	0,20	0,27	0,20	0,27	0,27	0,00	0,07	0,13	0,00	0,00	0,00

Tablo 5. Toplam İlişki Matrisi

Kriterler	C_1			C_2			C_3			C_4			C_5		
C_1	0,06	0,21	0,82	0,12	0,31	0,94	0,18	0,39	1,08	0,09	0,22	0,86	0,06	0,15	0,63
C_2	0,21	0,42	1,04	0,10	0,26	0,81	0,29	0,52	1,12	0,03	0,14	0,73	0,21	0,28	0,75
C_3	0,28	0,48	1,00	0,29	0,45	0,95	0,16	0,28	0,84	0,10	0,24	0,78	0,28	0,12	0,57
C_4	0,17	0,33	0,88	0,06	0,21	0,74	0,14	0,28	0,87	0,02	0,08	0,53	0,17	0,07	0,48
C_5	0,08	0,24	0,79	0,20	0,39	0,91	0,27	0,47	0,99	0,02	0,17	0,67	0,08	0,09	0,46

Tablo 6. D + R ve D - R Değerlerinin Hesaplanması

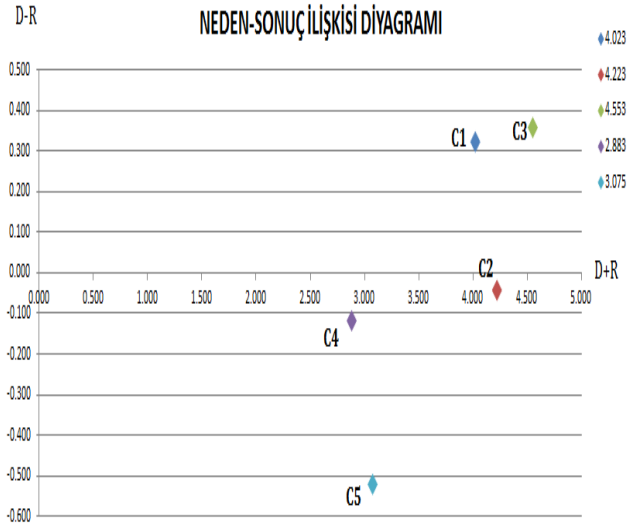
Kriterler	$D + R$			$D - R$		
C_1	1.31	2.96	8.86	0.29	0.40	0.20
C_2	1.61	3.24	8.80	-0.07	0.00	-0.10
C_3	2.15	3.51	9.04	-0.07	0.37	0.76
C_4	0.82	1.82	7.07	-0.30	-0.12	0.07
C_5	1.45	2.07	6.71	0.15	-0.65	-0.93

Tablo 7. Durulaştırma İşlemi

Kriterler	$D + R$	$D - R$
C_1	4.023	0.323
C_2	4.223	-0.042
C_3	4.553	0.358
C_4	2.883	-0.118
C_5	3.075	-0.520

Adım 7:Neden-Sonuç İlişki Diyagramının Çizilmesi

Durulaştırma işleminden sonra elde edilen $D + R$ ve $D - R$ değerleri kullanılarak Neden-Sonuç İlişki Diyagramı Şekil 1'de oluşturulmuştur.



Şekil 1.Neden Sonuç İlişki Diyagramı

Şekil 1'e göre akıllı bileklik seçiminde fonksiyonel özellik ve kullanım kolaylığı kriterlerinin diğer kriterler ile daha çok ilişkili olduğu yani etkileyen kriterler olduğu, en çok etkileyen kriterin ise akıllı bilekliklerin kullanım kolaylığı olduğu görülmüştür. Estetik, batarya kullanım süresi ve ağırlık kriterleri ise etkilenen kriterler olarak belirlenmiştir.

Adım 8: Ağırlıkların elde edilmesi

Elde edilen $D + R$ ve $D - R$ değerleri ile Eşitlik (9) ve Eşitlik (10) kullanılarak her bir kriter için ağırlık değerleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8.Ağırlıklandırma

Kriterler	$D + R$	$D - R$	w	W	Kriter Öncelikleri
C ₁	4,023	0,323	4,036	0,214	3
C ₂	4,223	0,042	4,223	0,224	2
C ₃	4,553	0,358	4,567	0,243	1
C ₄	2,883	-0,118	2,885	0,153	5
C ₅	3,075	-0,520	3,119	0,166	4
	TOPLAM		18,83	1,000	

Tablo 8'den elde edilen veriler değerlendirildiğinde akıllı bileklik seçiminde en önemli kriter, kullanım kolaylığı (C₃) olarak belirlenmiştir.

5.2. EDAS Yöntemi İle Akıllı Bileklik Seçimi

Bu çalışmada akıllı bileklik seçiminde ortalama çözümü göz önüne alan EDAS yöntemi kullanılmıştır.

Adım1:Karar matrisinin oluşturulması

EDAS yöntemiyle yapılacak akıllı bileklik seçiminde uzman grup tarafından Tablo 9 ile verilen Satty 'nin 1-9 skalası kullanılarak karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur ve Tablo 10'da verilmiştir (Satty,2008).

Tablo 9.Karşılaştırma Ölçeği

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit Öneme Sahip
3	Biraz Önemli
5	Fazla Önemli
7	Çok Fazla Önemli
9	Son Derece Önemli
2,4,6,8	Ara Değerler

Adım 2: Ortalama çözüm matrisi (AV) oluşturulması Eşitlik (13) kullanılarak her kriterin AV değerleri hesaplanmış ve Tablo 10 'da gösterilmiştir.

Adım 3: Ortalamadan pozitif uzaklık matrisi (PDA) ve ortalamadan negatif uzaklık matrisi (NDA) hesaplanması

Bu aşamada kriterlerin fayda türü olmasına göre eşitlik (16) ve Eşitlik (17), kriterlerin maliyet türü olmasına göre ise Eşitlik (18) ve Eşitlik (19) kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 11 ve 12'de gösterilmiştir.

Burada fonksiyonel özellik, estetik, kullanım kolaylığı ve batarya kullanım süresi kriterleri fayda türü kriterler olarak belirlenmiştir. Ağırlık kriteri ise maliyet türü kriter olarak belirlenmiştir.

Tablo10. Alternatiflere Göre Uzman Grubun Karşılaştırma Matrisi

	Fonksiyonel Özellik (C_1)	Estetik (C_2)	Kullanım Kolaylığı (C_3)	Batarya Kullanım Süresi (C_4)	Ağırlık (C_5)
Alternatif 1 (A_1)	8	7	7	5	3
Alternatif 2 (A_2)	7	6	9	9	7
Alternatif 3 (A_3)	3	5	7	5	9
Alternatif 4 (A_4)	5	5	3	7	6
Alternatif 5 (A_5)	9	9	8	3	5
TOPLAM	32	32	34	29	30
ORTALAMA (AV)	6	6	7	6	6

Adım 4: Bütün alternatifler için ağırlıklı toplam pozitif değer (SP_i) ve ağırlıklı toplam negatif değer (SN_i) hesaplanması

SP_i ve SN_i değerlerinin hesaplanması aşamasında Eşitlik (20) ve Eşitlik (21) kullanılmıştır. Bu eşitliklerdeki w_j değerleri için Tablo 8'deki kriter ağırlıkları kullanılmıştır.

Örneğin, Alternatif 1 (A_1)'in ağırlıklı toplam pozitif değer (SP_1) ve ağırlıklı toplam negatif değer (SN_1) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$SP_1 = 0,214 * 0,250 + 0,214 * 0,094 + 0,214 * 0,029 + 0,214 * 0 + 0,214 * 0,50 = 0,187$$

$$SN_1 = 0,214 * 0 + 0,214 * 0 + 0,214 * 0 + 0,214 * 0,138 + 0,214 * 0 = 0,030$$

Adım 5: SP_i ve SN_i değerlerinin normalize edilmesi

SP_i ve SN_i değerlerinin normalize edilmesi için Eşitlik (22) ve Eşitlik (23) kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 13'de verilmiştir.

Adım 6: Değerlendirme skoru (AS_i) değerinin hesaplanması

Her bir alternatif için değerlendirme skoru (AS_i) Eşitlik (24) kullanılarak hesaplanmıştır ve sonuçlar Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 11. Ortalamadan Pozitif Uzaklık Matrisi

	PDA_{11}	PDA_{12}	PDA_{13}	PDA_{14}	PDA_{15}
Alternatif 1 (A_1)	0,250	0,094	0,029	0,000	0,500
Alternatif 2 (A_2)	0,094	0,000	0,324	0,552	0,000
Alternatif 3 (A_3)	0,000	0,000	0,029	0,000	0,000
Alternatif 4 (A_4)	0,000	0,000	0,000	0,207	0,000
Alternatif 5 (A_5)	0,406	0,406	0,176	0,000	0,167

Tablo 12. Ortalamadan Negatif Uzaklık Matrisi

	NDA_{11}	NDA_{12}	NDA_{13}	NDA_{14}	NDA_{15}
Alternatif 1 (A_1)	0,000	0,000	0,000	0,138	0,000
Alternatif 2 (A_2)	0,000	0,063	0,000	0,000	0,167
Alternatif 3 (A_3)	0,531	0,219	0,000	0,138	0,500
Alternatif 4 (A_4)	0,219	0,219	0,559	0,000	0,000
Alternatif 5 (A_5)	0,000	0,000	0,000	0,483	0,000

Tablo 13. Sonuç Tablosu

	SP_i	SN_i	NSP_i	NSN_i	AS_i
Alternatif 1 (A_1)	0,187	0,030	0,861	0,912	0,887
Alternatif 2 (A_2)	0,217	0,051	1,000	0,848	0,924
Alternatif 3 (A_3)	0,007	0,337	0,033	0,000	0,016
Alternatif 4 (A_4)	0,032	0,152	0,146	0,548	0,347
Alternatif 5 (A_5)	0,192	0,080	0,884	0,762	0,823

6.Sonuç ve Öneriler

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte giyilebilir teknolojik ürünler hızla hayatımızda yer almaya başladı. Bu ürünler akıllı algılayıcılar ile aldıkları bilgileri akıllı telefonlarımıza aktararak sms, e-mail, çağrı ve sosyal medya gibi bildirimlere telefonumuz yanımızda olmadığı zaman bile ulaşmamızı sağlamaktadırlar.

Giyilebilir teknolojik ürünlerden biri olan akıllı bileklikler genellikle düzenli olarak spor yapan kişiler tarafından kullanılmaktadır. Bu akıllı bilekliklerde kişinin sportif faaliyetlerinin, uyku takibinin, sağlık durumunun kayıt altına alınmasına ve yaşamın elde edilen bu raporlara göre düzenlenmesine yardımcı olmaktadır. Ancak teknolojiye bağlı olarak her geçen gün farklı çeşit ve modelde akıllı bileklik piyasaya sürülmektedir. Bu konuda sporculara yardımcı olmak için onların en çok tercih ettiği modeller incelenerek aralarından en iyi modelin seçilmesi amaçlanmıştır.

Literatür incelendiğinde giyilebilir teknolojik ürünlerle ilgili çeşitli çalışmalara rastlansa da, bu ürünlerin seçimi ve çok kriterli karar verme yöntemleriyle birleştirildiği çalışmalara rastlanmamaktadır. Literatürdeki bu boşluğu doldurmak amacıyla sporcular için akıllı bileklik seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinden Bulanık DEMATEL ve EDAS yöntemleri tercih edilmiştir.

Gelecek çalışmalarda farklı karar verme problemleri için kriter ağırlıklarının belirlenmesinde çok kriterli karar

verme tekniklerinin farklı kombinasyonları kullanılabilir. Alternatif seçiminde ise TOPSIS, VIKOR gibi teknikler kullanılabilir ve alternatiflerin bu tekniklerle karşılaştırmaları yapılarak en iyi performansa sahip alternatifin seçilmesi sağlanabilir. Ayrıca karar verme problemlerinde kullanılan değerler nicel olarak ifade edilemiyorsa EDAS yöntemi bulanık ortama taşınabilir ve üçgensel bulanık sayılar yerine yamuk bulanık sayılar tercih edilebilir.

Bu çalışmada, kriterler arasındaki ilişkilerin ve önem derecelerinin belirlenmesi için DEMATEL yönteminin kullanılması planlanmış, ancak bir kriterin diğer bir kriteri ne derece etkilediğini nicel olarak belirlemek zor olduğu için Bulanık DEMATEL tercih edilmiştir. Alternatifler arasından en iyi performansa sahip akıllı bilekliğin seçimi için ortalama çözümü göz önüne alan EDAS yöntemi tercih edilmiştir. Bulanık DEMATEL yöntemine göre akıllı bileklik seçiminde en önemli kriterin kullanım kolaylığı olduğu belirlenmiştir. EDAS yöntemi sonuçlarına göre ise, 0,924 değerlendirme skoru ile A_2 seçilmiştir.

Kaynaklar

Ada, E., Kazançoğlu, Y., ve Aksoy, M. (2011). Esnek Üretim Sistemlerine Etki Eden Faktörlerin Bulanık DEMATEL Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi,

- XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul, 23-24 Haziran 2011.
- Aggarwal, A., Choudhary, C., ve Mehrotra, D. (2018). Evaluation Of Smartphones In Indian Market Using EDAS. *Procedia Computer Science*, 132, 236-243.
- Aksakal, E., ve Dağdeviren, M. (2010). Anp ve Dematel Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4), 905-910.
- Bayhan, M., ve Bildik, T. (2014). Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Süreciyle Akıllı Telefon Seçimi, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 6(3), 27-36.
- Büyüközkan, G., ve Çifçi, G. (2012). A Novel Hybrid Mcdm Approach Based On Fuzzy Dematel, Fuzzy Anp And Fuzzy Topsis To Evaluate Green Suppliers, *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3000-3011.
- Chang, B., Chang, C.-W., ve Wu, C.-H. (2011).). Fuzzy DEMATEL Method For Developing Supplier Selection Criteria, *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1850-1858.
- Çakır, M., ve Çakır, E. (2017). Mobil Cihaz Üzerinden Görsel Efekt Kontrol Edilebilen Elektronik Takıların Tasarımı, *Mesleki Bilimler Dergisi*, 6(3), 508-516.
- Erkayman, B., Khorshidi, M., ve Usanmaz, B. (2018). An Integrated Fuzzy Approach For Erp Deployment Strategy Selection Under Conflicting Criteria, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(3), 807-823.
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M., ve Turskis, Z. (2016). Extended EDAS Method For Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making: An Application To Supplier Selection, *International journal of computers communications & control*, 11(3), 358-371.
- Kahraman, C., Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Cevik Onar, S., Yazdani, M., ve Oztaysi, B. (2017). Intuitionistic Fuzzy EDAS Method: An Application To Solid Waste Disposal Site Selection, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(1), 1-12.
- Karaoğlan, S. (2016). DEMATEL VE VIKOR Yöntemleriyle Dış Kaynak Seçimi: Otel İşletmesi Örneği, *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, (55), 9-24.
- Kaya, İ., Kılınc, M. S., ve Çevikcan, E. (2007). Makine-Tecizat Seçim Probleminde Bulanık Karar Verme Süreci. *Mühendis ve Makina*, 49(576), 8-14.
- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Olfat, L., ve Turskis, Z. (2015). Multi-Criteria Inventory Classification Using A New Method Of Evaluation Based On Distance From Average Solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435-451.
- Li, R.-J. (1999). Fuzzy Method In Group Decision Making. *Computers & Mathematics with Applications*, 38(1), 91-101.
- Lin, C.-J., ve Wu, W.-W. (2008). A Causal Analytical Method For Group Decision-Making Under Fuzzy Environment, *Expert Systems with Applications*, 34(1), 205-213.
- Marangoz, M., ve Aydın, A. E. (2017). Tüketicilerin Giyilebilir Teknoloji Ürünlerini Benimsemesinde Etkili Olan Faktörler: Akıllı Saatler Üzerine Bir Araştırma, *Pazarlama Teorisi ve Uygulamaları Dergisi*, 4(1),1-20.
- Muhammad, M. N., ve Cavus, N. (2017). Fuzzy DEMATEL Method For Identifying LMS Evaluation Criteria, *Procedia Computer Science*, 120, 742-749.
- Organ, A. (2013). Bulanık Dematel Yöntemiyle Makine Seçimini Etkileyen Kriterlerin Değerlendirilmesi, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 157-172.
- Öztürk, O. (2009). Türkiye Karayollarında Trafik Kazalarının Nedeni ve Bu Kazaların Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Saaty, T. L. (2008). Decision Making With The Analytic Hierarchy Process, *International Journal Of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., Ghorabae, M. K., ve Turskis, Z. (2017). An Extension Of The EDAS Method Based On The Use Of Interval Grey Numbers, *Studies in Informatics and Control*, 26(1), 5-12.
- Stević, Ž., Pamučar, D., Vasiljević, M., Stojić, G., ve Korica, S. (2017). Novel Integrated Multi-Criteria Model For Supplier Selection: Case Study Construction Company, *Symmetry*, 9(11), 279.
- Tzeng, G.-H., Chiang, C.-H., ve Li, C.-W. (2007). Evaluating Intertwined Effects In E-Learning Programs: A Novel Hybrid MCDM Model Based On Factor Analysis And DEMATEL. *Expert Systems with Applications*, 32(4), 1028-1044.
- Ulutaş, A. (2017). EDAS Yöntemi Kullanılarak Bir Tekstil Atölyesi İçin Dikiş Makinesi Seçimi, *İşletme Araştırmaları Dergisi*,9(2), 169-183.
- Wang, Y.-L., ve Tzeng, G.-H. (2012). Brand marketing for creating brand value based on a MCDM model combining DEMATEL with ANP and VIKOR methods, *Expert Systems with Applications*, 39(5), 5600-5615.