



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



Otomobil seçim problemi için bir karar destek sistemi geliştirilmesi

Developing a decision support system for the automobile selection problem

Yazar(lar) (Author(s)): Bedirhan SARİMEHMET¹, Mustafa HAMURCU², Tamer EREN³

ORCID¹: 0000-0002-6112-9460

ORCID²: 0000-0002-6166-3946

ORCID³: 0000-0001-5282-3138

To cite to this article: Sarı Mehmet B., Hamurcu M. and Eren T., “Otomobil seçim problemi için bir karar destek sistemi geliştirilmesi”, *Journal of Polytechnic*, *(*) : *, (*).

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz: Sarı Mehmet B., Hamurcu M. ve Eren T., “Otomobil seçim problemi için bir karar destek sistemi geliştirilmesi”, *Politeknik Dergisi*, *(*) : *, (*).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.1010236

Otomobil Seçim Problemi İçin Bir Karar Destek Sistemi Geliştirilmesi

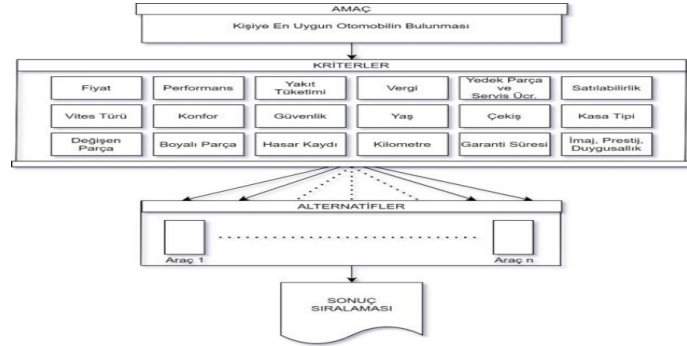
Developing a Decision Support System for the Automobile Selection Problem

Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ Otomobil seçim problemi ele alınmıştır./ The automobile selection problem is emphasized..
- ❖ Çalışmada TOPSIS yöntemi kullanılmıştır./TOPSIS method was used in the study.
- ❖ Çalışmada Python/Django kullanılmıştır./ (Python/Django was used in the study.
- ❖ Bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. /A decision support system has been developed..
- ❖ Çalışma, karar vericilere yardımcı olmaktadır./The study helps decision makers.

Grafik Özet (Graphical Abstract)

TOPSIS yönteminin karar hiyerarşisi şeklindeki gibidir



Şekil. Karar hiyerarşisi /Figure. Decision hierarchy

Amaç (Aim)

Çalışmanın amacı otomobil seçimi probleminde karar vericilere yardımcı olacak bir karar destek sistemi geliştirmektir. / The aim of the study is to develop a decision support system that will assist decision makers in the problem of automobile selection.

Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Çalışmanın algoritmik yapısında TOPSIS yöntemi kullanılmış olup, yazılım kısmında Python, HTML, CSS kullanılmıştır. / TOPSIS method was used in the algorithmic structure of the study and Python, HTML, CSS were used in the software part.

Özgünlük (Originality)

Çok kriterli karar verme yöntemleri tabanlı kişiye özel otomobil seçimi yapan bir karar destek sistemi bulunmamaktadır. Bu da projenin özgünlüğünü ispatlanmaktadır. / There is no decision support system that makes personel automobile selection with multi-criteria decision making methods. This proves the originality of the project.

Bulgular (Findings)

Otomobil piyasası pandemiden etkilenmiştir ve otomobil seçim problemi daha zor bir hale gelmiştir. / The automobile market has been affected by the pandemic and the problem of automobile selection has become more difficult.

Sonuç (Conclusion)

Çalışmanın sonucunda kişiye özel otomobil seçimi yapan bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. / Consequently, a decision support system has been developed that makes personalized automobile selection.

Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author(s) of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

Otomobil Seçim Problemi İçin Bir Karar Destek Sistemi Geliştirilmesi

Araştırma Makalesi / Research Article

Bedirhan SARIMEHMET¹, Mustafa HAMURCU², Tamer EREN^{3*}

^{1,2,3}Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Müh. Bölümü, Kırıkkale Üniversitesi, Türkiye
(Geliş/Received : 15.10.2021 ; Kabul/Accepted : 08.03.2025 ; Erken Görünüm/Early View : 04.04.2025)

ÖZ

Pandemiden etkilenen piyasalardan biri de otomobil piyasası olmuştur. Üretim aksaklıkları ve talebin beklenenden fazla artışı otomobillerin piyasa değerini artırmıştır. Dolayısıyla otomobil seçim problemi daha zor ve önemli bir karar problemi haline gelmiştir. Bu sebeple böyle bir çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur. Çalışmada kişiye özel otomobil seçim problemi ele alınmıştır. Bu karar problemi; fiyat, performans, yakıt tüketimi, değişen - boyalı parça sayısı gibi kriterler ve kaynak kısıtları dahilinde, kişiye en uygun alternatif aracın belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. İstenilen sayıda otomobili, kişiye özel kriter ağırlıklarına göre puanlayan ve kişiye en uygun olanı bulan web tabanlı bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Programın algoritmik yapısında TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi tercih edilmiş olup, yazılım kısmında Python, HTML, CSS kullanılmıştır. Geliştirilen karar destek sistemi sayesinde kullanıcılar, kaynaklarını en verimli şekilde kullanıp kendilerine en uygun aracı bulabileceklerdir. Geliştirilen karar destek sistemi, tercih kriterleri doğrultusunda alternatifleri arasından en uygun aracı belirlemeleri konusunda kullanıcılara yardımcı olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Otomobil seçimi, çok kriterli karar verme, topsis, karar destek sistemi geliştirilmesi, python.

Developing a Decision Support System for the Automobile Selection Problem

ABSTRACT

One of the markets affected by the pandemic has been the automobile market. Production disruptions and higher than expected demand increased the price of automobiles. Therefore, the automobile selection problem has become a more difficult and important decision problem. For this reason, such a study was needed. In the study, the problem of choosing a personal automobile is discussed. This decision problem; It is important in terms of determining the most suitable alternative vehicle for the person within the criteria such as price, performance, fuel consumption, number of changed - painted parts and resource constraints. A web-based decision support system has been developed that scores the desired number of automobiles according to their individual criteria weights and finds the most suitable one. TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) method was used in the algorithmic structure of the program, and Python, HTML, CSS were used in the software part. This decision support system assists to users in their automobile purchasing decisions.

Keywords: Automobile selection, multi-criteria decision making, topsis, developing decision support system, python.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Türkiye ekonomisinin vazgeçilmez sektörlerinden olan otomotiv sektörü, ülke için hem üretim hem de dağıtım ağı bakımından stratejik öneme sahiptir. Ancak 2019 yılı sonlarına doğru ortaya çıkan ve Türkiye'yi de olumsuz etkileyen Covid-19 pandemisi nedeniyle sektör, en fazla etkilenen alanlar arasında kalmıştır. Üreticilerin tedarik problemi gibi birçok problemle karşılaşmaları ve üretimlerini durdurmalarının iç piyasaya etkileri büyük olmuştur. Ayrıca pandemi nedeniyle toplu ulaşımdan özel araçlara yönelişin artması da otomobil fiyatlarının artmasına sebep olmuştur. Bunlara ek olarak araç kiralama sektöründe kiralama sürelerinin uzaması da otomobil pazarını canlandıran etkenlerden biri olmuştur [1].

Otomotiv sektöründeki satış rakamları pandeminin de etkisiyle artan bir ivmeyle yükselmiştir. 2020 yılı Ocak-Eylül döneminde otomobil satış rakamları, 2019 yılı aynı

dönemine göre yüzde 70 oranında artmış ve 388 bin 690 adet olmuştur. 2021 yılının Ocak-Mart dönemi içerisinde otomobil ve hafif ticari araç pazarı %59,7 oranında büyümüştür. Türkiye'de otomobil ve hafif ticari araç genel pazarı, 2021 yılının Ocak-Mart dönemi içerisinde bir önceki yılın aynı dönemine göre %59,7 büyüyerek 198,660 adet olarak gerçekleşmiştir [2]. INDICATA verilerine göre, Türkiye'de ikinci el online binek ve ticari araç pazarı dahilinde 2021 Mart ayında 335.464 adet aracın ilanı yayımlanmıştır. İlanı çıkan bu araçların %54'ünün satıldığı gözlemlenmiştir. Bu veriler bir önceki ay ile kıyaslandığında 2021 yılı Mart ayında %48 artış ile 182.731 adet satış gerçekleştiği görülmüştür. Şekil 1'de son 3 yıla ait online satış rakamları gösterilmektedir [3].

Ayrıca, TÜİK verilerine göre Türkiye'de 2020 yılı sonundaki trafiğe kayıtlı motorlu kara taşıtlarının sayısının, 2018 yılı sonundaki sayıya göre 1 milyon 278 bin artışla, 24 milyon 144 bin olduğu görülmektedir. Ek

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : tamereren@gmail.com

olarak 2020 yılında Türkiye’de devri yapılan motorlu kara taşıtı sayısının 2019 yılına göre %6,2 artışla 18 milyon 429 bin 880 olması da Türkiye’deki araç alışı – satışı hızını gözler önüne sermektedir [4].

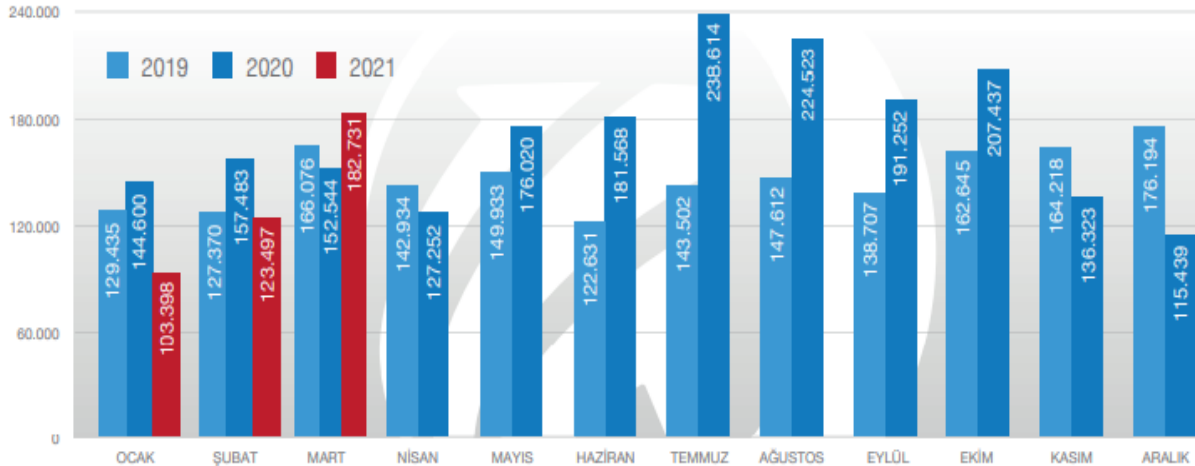
Yüz yıldan daha fazla geçmiş olan otomobiller; ulaşım, varlık ve statü göstergesi olma gibi amaçlarla kullanılmıştır. Otomobillerin kullanım alanları ve kullanıcı sayıları günden güne artmış ve bunlar da otomobil çeşitliliğini artırmıştır. Böylece otomobiller, günümüzde olağan ihtiyaçlardan biri haline gelmiştir [5]. Otomotiv endüstrisi, sanayileşmiş ülkelerin birçoğunda ekonominin en önemli parçası konumuna yerleşmiştir. Dünyada otomotiv endüstrisindeki motorlu araç üretiminin yaklaşık %70’ini otomobiller oluşturmaktadır. Bu durumu göz önünde bulundurursak, otomobillerin dünya ekonomisindeki önemli rolü açıkça görülmektedir [6]. Günümüzde artan kredi destekleri, önceki yıllara göre daha düşük olan faiz oranları, devletin bazı ayrıcalıklı insanlara sağladığı satın alma olanakları, otomotiv şirketlerinin indirim kampanyaları gibi bazı durumlar Türkiye’de sıfır otomotiv kullanımının artmasını sağlayan önemli etkenler arasında gösterilebilir. Sıfır kilometre araç alımında sağlanan bu kolaylıkların etkisiyle artan sıfır araç satışları, dolaylı olarak ikinci el otomobil piyasasının da büyümesini sağlamaktadır. Bu kolaylaştırıcı durumların yanı sıra araçlara eklenen yeni özellikler de kullanıcıların araçlarını daha kısa sürede yenilemesine olanak sağlamaktadır.

İnsanlar sahip oldukları bütçelerini en verimli şekilde kullanmak isterler. Bu nedenle de satın alınacak otomobilin, bütçeleri dahilinde kendilerine en uygunu olmasını isterler. Otomobil kullanıcıları günden güne gelişen otomobil piyasasında kendilerine en uygun otomobili seçmek istediklerinde, otomobillerdeki iç ve dış donanımları, güvenlik ekipmanlarını, değişen ve boyalı parçaların sayısını, yakıt tüketimini, kilometreyi, yaşı, garanti süresini, hasar kaydını ve bunun gibi birçok kriteri göz önünde bulundurmak isterler [7]. Geleneksel yöntemlere göre otomobil seçimi işlemi, alternatif otomobillerin özelliklerini göz önüne alıp herhangi bir yöntem kullanmadan karar verilmesini kapsar. Bu tip bir karar verme işleminin dayanak noktası karar veren kişi

veya konunun uzmanlarıdır ve bilimsel bir dayanak noktası yoktur. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, bu tip karar verme işlemlerinde karar vericilere yardımcı araçlar olarak geliştirilmişlerdir. Bu yöntemlerde literatür araştırması veya uzman görüşü ile kriter ve alt kriterler belirlenir. Bu kriter ve alt kriterlerin ağırlıkları kişiye özel olarak belirlenir. Devamında, belirlenen kriterler altında kıyaslanması için olası alternatifler seçilir. Kullanılacak yöntemle göre gereken algoritma çalıştırılır ve kişiye özel seçim işlemi sonlanır. Sonuç kısmında en çok puanı alan veya sıralamada birinci gelen alternatif, seçilmesi en uygun olan alternatiftir. Bu sıralama ve puanlar, yöntemden yöntemle değişiklik gösterebilmektedir.

Otomobil seçimi için karar destek sistemi (KDS) geliştirilmesinin birkaç önemli nedeni bulunmaktadır: Otomobil alımında birçok faktör (fiyat, yakıt verimliliği, güvenlik, marka itibarı, özellikler vb.) etkili olabilir. KDS, bu verileri sistematik bir şekilde analiz ederek, farklı otomobilleri karşılaştırmaya yardımcı olur. KDS, kullanıcıların tercihlerini ve ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak nesnel bir değerlendirme sunar. Bu, bireylerin kişisel önyargılarından bağımsız olarak en uygun otomobili seçmelerine yardımcı olur. Farklı kullanıcıların otomobil seçiminde farklı öncelikleri olabilir (örneğin, aile kullanımı, performans, ekonomi). KDS, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilir. KDS, kullanıcıların birçok seçeneği hızlı bir şekilde değerlendirmelerine olanak tanır. Bu, potansiyel alıcıların zamanını ve enerjisini tasarruf etmelerini sağlar. Karar destek sistemleri, verileri grafikler ve tablolar aracılığıyla görselleştirerek kullanıcıların daha iyi anlamalarına yardımcı olarak karar verme sürecini kolaylaştırır. Otomobil seçimi için bir karar destek sistemi geliştirmek, kullanıcıların daha bilinçli, etkin ve tatmin edici seçimler yapmalarını sağlamak amacıyla önemli bir araçtır. Bu sistemler, karmaşık karar verme süreçlerini basitleştirir ve kullanıcıların ihtiyaçlarına uygun çözümler sunar.

Bu çalışmada, ülkemizde çok büyük öneme sahip olan kişiye özel otomobil seçim problemi ele alınmıştır. Bu seçim probleminde verilecek kararlar, belirlenen kriterler



Şekil 1. Binek ve ticari araç satış rakamları (Passenger and commercial vehicle sales statistics)

ve kaynak kısıtları dahilinde, kişiye en uygun alternatif aracın belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu sebeple böyle bir çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Karar probleminin çözümünde ÇKKV yöntemlerinden biri olan TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. TOPSIS yöntemi, kullanımı kolay olan ve sonuç kısmında sıralama oluşturan bir yöntemdir. İkinci el otomobil seçimi alanında kullanıma uygun olduğu için tercih edilmiştir. Çalışma kapsamında bir yazılım geliştirilerek TOPSIS yöntemi kullanıcı ile buluşturulmuş ve kullanıcıların kolaylıkla alternatif otomobillerini kıyaslayıp, kendilerine en uygun olanı bulmaları sağlanmıştır. TOPSIS yöntemini istenilen alternatif sayısına göre kullanabilen algoritmayı kurmak için Python dili kullanılmıştır. Algoritma haline gelen TOPSIS yöntemi, Python'ın web Framework'ü olan Django ve temel web sitesi bileşenleri olan HTML ve CSS kullanılarak kullanıcıya sunulmuştur.

2. ÇALIŞMADA KULLANILAN ARAÇLAR (TOOLS USED IN THE STUDY)

2.1. TOPSIS Yöntemi (TOPSIS method)

Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilmiş olan TOPSIS yöntemi, kullanıcılar tarafından sıkça tercih edilen bir ÇKKV yöntemidir [8]. TOPSIS yöntemi, pozitif - ideal çözüme en kısa mesafede bulunan ayrıca negatif - ideal çözüme de en uzak mesafede bulunan alternatifi bulmaya dayanan bir yöntemdir. Bu yöntem ile yapılan bir karar verme süreci sonunda birinci çıkan alternatif, ideal sonuca en kısa mesafede ve negatif - ideal sonuca en uzak mesafede bulunan alternatif olmaktadır. TOPSIS yöntemi, sonucunda bir sıralama sunmaktadır ve bu sıralama ile karar vericilere yardımcı olmaktadır [9]. TOPSIS yönteminin 6 adımdan oluşan akışı Şekil 2'deki gibidir.

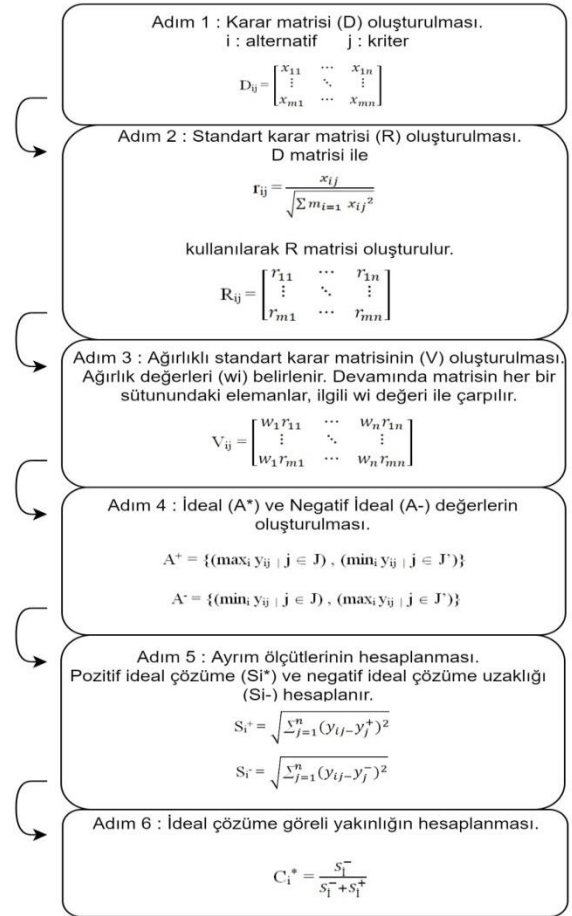
C_i^* 0 ile 1 arasındadır. Değerin 1 olması alternatiflerin ideal sonuç noktasında olduğuna, 0 olması ise negatif ideal sonuç noktasında olduğuna işaret eder [10].

Literatürde sıralama ve seçim problemlerinde yaygın bir kullanıma sahip olan TOPSIS yönteminin; güzergâh seçimi [9], personel seçimi [11], makine ve alet seçimi [12], tedarikçi seçimi [13], paket program seçimi [14], strateji planlama [15], proje seçimi [16], tesis yeri seçimi [17] alanlarında uygulamaları vardır.

2.2. Python (Python)

Python programlama dili, 90'lı yılların başında geliştirilmeye başlanmış olan bir dildir. Bu dilin öncüsü Guido Van Rossum adında Hollanda uyruklu bir programcıdır. Python, veri analizi, yapay zekâ, web geliştirme, otomasyon, bilimsel hesaplamalar vb. amaçlar için kullanılan ve geniş bir kütüphanesi ile hızlı geliştirme süreçlerine sahip genel amaçlı basit söz dizimli bir programlama dilidir. Hızlı ve güvenli web uygulamaları geliştirmek için kullanılan Django, Python ile yazılmış bir web framework'üdür. Django, kullanıcıların sıkça karşılaştığı birçok ortak işlevselliği (kullanıcı kimlik doğrulama, veri tabanı yönetimi, form

işleme vb.) içerir. Web sayfalarının içeriğini ve yapısını oluşturmak için kullanılan HTML, web sayfalarının yapısını tanımlamak için kullanılan bir işaretleme dilidir. CSS, HTML ile oluşturulan web sayfalarının stil ve düzenini belirlemek için kullanılan bir stil(Renkler, yazı tipleri, kenar boşlukları, hizalamalar ve diğer görsel stil ayarlarını) dilidir. Bu teknolojiler bir arada kullanıldığında, güçlü ve etkileşimli web uygulamaları geliştirmek mümkün hale gelir. Python ve Django, arka uçta veri işleme ve sunucu yönetimi için kullanılırken, HTML ve CSS, kullanıcı ara yüzü ve deneyimi için



Şekil 2. TOPSIS yöntemi adımları(Steps of TOPSIS method)

gereken yapıyı ve stili sağlar. Python dili, karmaşık problemleri kolaylaştırmak ve belirli işlemleri gerçekleştirmek konusunda diğer programlama dillerine göre çok daha az kod satırı gerektirmektedir. Çok kriterli karar verme problemlerinin çözülmesi konusunda da kullanım kolaylığı sağladığı için bu çalışmada Python dili tercih edilmiştir. Python'da TOPSIS yönteminin algoritmasının kurulması aşamasında NumPy kütüphanesinden yararlanılmıştır. NumPy, dizilerle ve matrislerle çalışmayı kolaylaştıran bir Python kütüphanesidir. Bu kütüphane özellikle veri bilimi alanında sıklıkla tercih edilmektedir.

Geliştirilen karar destek sisteminin kullanıcı ile buluşturulması Django ile web tabanında gerçekleştirilmiştir. Program web tabanlı olduğundan Django ile birlikte temel web elementleri olan HTML ve CSS de kullanılmıştır. Django, Python programlama dilinin bir web Framework'üdür. Django'nun temel amacı, karmaşık web uygulamaları oluşturmayı kolay bir hale getirmektir. Bu sebeple çalışmamızda tercih edilmiştir. Geliştirilen karar destek sisteminde veri tabanı olarak Django'nun varsayılan olarak ayarladığı SQLite tercih edilmiştir.

3. LİTERATÜR TARAMASI (LITERATURE REVIEW)

Literatürde araç seçimi [18], tüketici davranışları analizi [19], pazar payı analizi [20] tedarikçi seçimi [21] gibi birçok çalışma yer almaktadır. Bu konu başlıkları arasında optimizasyon ve analitik modellerden yararlanılarak yapılan çalışmalar da vardır.

Literatürde araç seçim problemini ele alan çalışmalar bulunmaktadır. Bozdemir ve Yılmaz yaptıkları bir çalışmada araç seçim problemi üzerinde durmuşlardır. Bu problemin çözümü için sistematik bir araç seçim modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen modelin kullanımı için bir arayüz tasarlanmıştır. Çalışmada yakıt tüketimi, konfor, yük kapasitesi ve gövde tipi olmak üzere dört kriter kullanılmıştır. Araçlar bu kriterler altında değerlendirilirken sürekli değerler yerine düşük, normal, yüksek ve önemsiz gibi seçenekler kullanılmıştır [22]. Canbazoglu vd. yaptıkları bir çalışmada ticari taksit araçlarının yenilenmesindeki karar problemi üzerinde durmuşlardır. Çalışmada yöntem olarak AHP ve MOORA kullanılmış ve bir karar destek mobil uygulaması geliştirilmiştir. Çalışmanın yapıldığı dönemlerde ticari taksit yenileme işlemlerinin vergi indirimine dahil olması çalışmanın önemini artırmıştır [23]. Ali ve diğ. yaptıkları bir çalışmada araç seçimi için yeni bir model geliştirmenin üzerinde durmuşlardır. Bulanık TOPSIS kullandıkları bu çalışmada beş ana kriter kullanmışlardır. Bunlar; stil, yakıt ekonomisi, fiyat, konfor ve performans olup stil kriteri literatürde fazla kullanılmadığından dikkat çekmektedir [18]. Doğan vd. yaptıkları bir çalışmada ağır ticari araç seçim problemi üzerinde durmuşlardır. Metod olarak COPRAS-G tercih edilmiştir. Satış payı olarak %53 ile açık ara önde olan bir markanın, çalışmanın bulgularına göre diğer alternatifler arasından sonuncu olması dikkat çekmektedir [24]. Hamurcu ve Eren yaptıkları bir çalışmada yeşil ulaşım alanında çok kriterli karar verme yaklaşımı ile elektrikli otobüs seçimi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada yöntem olarak AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve TOPSIS kullanılmıştır [25]. Süt vd. yaptıkları bir çalışmada kampüs dolmuş araçlarının seçimi için bir uygulama yapmışlardır. Bu çalışmada AHP ve TOPSIS yöntemleri ile Kırıkkale ilinde, Kırıkkale Üniversitesi kampüsü için ring aracı seçimi uygulaması gerçekleştirmişlerdir [26]. Şengül vd. yaptıkları bir çalışmada belediyeler için toplu taşıma araç

seçim probleminin üzerinde durmuşlardır. Çalışmada Bulanık AHP yöntemlerinden biri olan Mertebe Analiz Metodu kullanılmıştır. Çalışmada 8 kritere göre 5 alternatif araç kıyaslanmıştır [27]. Eren vd. yaptıkları bir çalışmada AHP ve Bulanık AHP yöntemlerinden yararlanarak kentsel ulaşım için alternatif tramvay araçlarının seçimini gerçekleştirmişlerdir [28]. Hamurcu ve Eren yaptıkları bir çalışmada AHP ve TOPSIS yöntemleri ile monoray teknolojisi seçimi gerçekleştirmişlerdir [29]. Tzeng vd. yaptıkları bir çalışmada AHP, TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile toplu taşıma için alternatif yakıtlı otobüsleri incelemişlerdir [30]. Hsiao vd. yaptıkları bir çalışmada bulanık AHP ve TOPSIS yöntemleri ile düşük emisyonlu otobüs sistemi seçimi gerçekleştirmişlerdir [31].

Literatürde çok kriterli karar verme yöntemleriyle yapılan farklı çalışmalar da mevcuttur. Akad ve Gedizlioğlu yaptıkları bir çalışmada şehir içi toplu taşıma türü seçimi üzerinde durmuşlardır. Problemin çözümü esnasında simülasyon destekli AHP yöntemi adını verdikleri bir yöntem kullanmışlardır. Uygulama hem simülasyon hem AHP yöntemini içermektedir [32]. Jain vd. yaptıkları bir çalışmada bulanık AHP yöntemi ve TOPSIS yöntemi kullanarak Hindistan otomobil endüstrisinde tedarikçi seçimi üzerinde durmuşlardır [21]. Soltani, vd. yaptıkları bir çalışmada bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanıp otobüs güzergâhı seçimi gerçekleştirmişlerdir [33]. Yedla ve Shrestha yaptıkları bir çalışmada Delhi'de çevresel olarak sürdürülebilir bir ulaşım sistemi için alternatif olan seçenekleri AHP yöntemi ile incelemişlerdir [34].

Karar verme yöntemleri ile otomobil seçimi son dönemde daha popüler hale gelmiştir. Çeşitli karar verme yöntemleri ile otomobil seçimi üzerine yapılan birçok çalışma [35-43] yer almaktadır. Ancak salgın, ekonomik baskı vb. nedenler ile hızla büyüyen ikinci el otomobil piyasasında karar verme yöntemleri ile yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bakımdan çalışma literatüre katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, öneminden bahsettiğimiz otomobil seçim probleminin üzerinde durulmuştur. Karar vericilere yardımcı olması hedeflenen bu çalışmada Python ile TOPSIS yöntemi kullanılarak çok kriterli karar verme işlemi gerçekleştiren bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yönü ile de mevcut literatüre katkı sağlanmaktadır.

4. UYGULAMA (THE CASE STUDY)

Otomobil piyasası günden güne büyümektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte artan çeşitlilik sebebiyle otomobil seçiminde kriter ve alternatif sayıları da her geçen gün artmaktadır. Bu durumlar, zaten zor olan otomobil seçimindeki karar problemini daha zorlu bir hale getirmektedir. Çalışmada, bu karar problemine yardımcı olacak bir karar destek sistemi geliştirilmiştir.

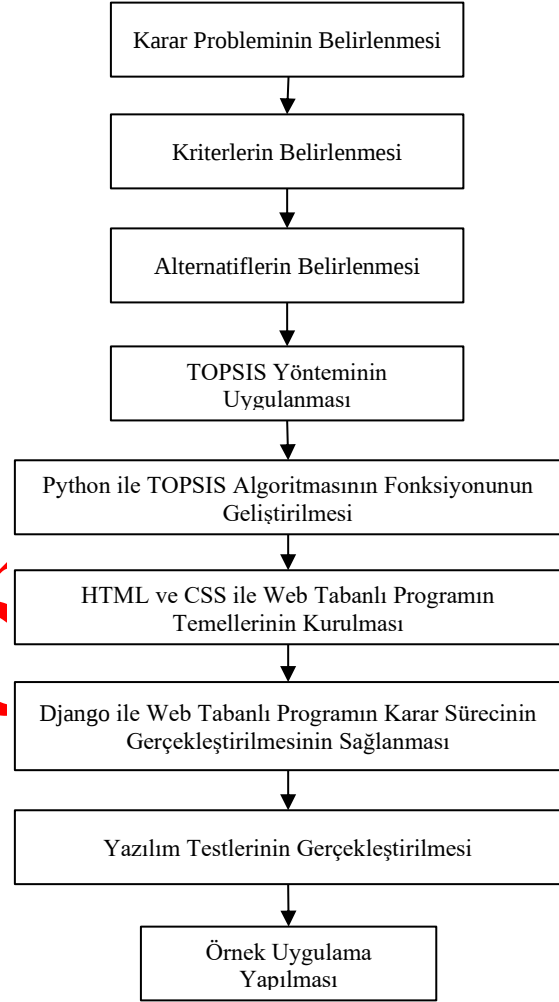
TOPSIS yöntemi; literatürde farklı karar problemleri için tercih edildiği gibi, otomobil seçim problemi için de tercih edilebilir. Bu çalışmada oluşturulan karar destek sisteminin algoritma kısmında TOPSIS yöntemi

kullanılmıştır. Matematiksel temeli, basitliği ve kolay uygulanabilir olması TOPSIS yönteminin pek çok alanda sıklıkla kullanılmasına imkân vermektedir. Özellikle çok sayıda kriter ve alternatif için uygunluğu, öznel girdi imkanı, mantıksal programlanabilir davranışı ve alternatiflerin sıralamasında karşılaştırmalı tutarlılık gibi nedenler ile bu çalışmada da TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir [25][47]. Çalışmanın akışı Şekil 3'deki gibidir.

Proje, kişiye özel otomobil seçimi yapan bir karar destek sistemi oluşturmayı kapsamaktadır. Programın online ve kolay erişilebilir olması için program web tabanında kullanıcıya sunulmuştur. Literatür araştırması ve uzman görüşü ışığında yöntem olarak TOPSIS seçilmiştir. TOPSIS yönteminde kullanılan karar hiyerarşisi Şekil 4'teki gibidir. Kişiye özel otomobil seçimi yapan web tabanlı programın ana sayfasında; ziyaretçilerin yararlanabilecekleri, otomobillerle ilgili yazılar/makaleler bulunmaktadır. Kaydolma, bir kullanıcı kayıt olma kısmından kullanıcı adı, mail adresi ve şifre girişi ile kayıt işleminin ilk aşamasını gerçekleştirebilir. Kayıt işleminin ikinci aşamasında kullanıcının belirli değerlendirme kriterlerini 0-100 aralığında puanlaması gerekmektedir. Bu puanlar kriter ağırlıklarının bulunmasında kullanılacak olup, TOPSIS işleminin bir parçası olacaktır. Bu iki adım ile kayıt işlemini tamamlayan kullanıcı kıyaslama kısmına gidip araç ekleyebilir, 2 veya daha fazla aracı TOPSIS yöntemine göre kıyaslayabilir. Bir kriter altında bütün alternatiflerin aldığı değerler sıfır olduğunda TOPSIS yöntemi sayı/sıfır hatası ile karşılaşmaktadır. Bu hata ile karşılaşmamak için program böyle bir durumda sıfır değerlerini 0,001 alıp TOPSIS işlemine devam etmektedir. Araç ekleme kısmında araçların istenilen bilgileri doğru bir şekilde girilmelidir, istenildiği takdirde araçlar güncellenebilir veya silinebilir. Araç ekleme kısmında dikkat edilmesi gereken husus, alternatiflerin verilerini girerken her alternatif için aynı birimde değer girişi yapmaktır. Örneğin yakıt kısmında bütün alternatiflerin 100 kilometrede kaç litre yakıt harcadıkları verisi girilebilir. Kullanıcı kaydını ve araç ekleme kısmını başarıyla tamamlayan kullanıcı, araçlarını kıyasladığı zaman sonuç sayfasıyla karşılaşmaktadır. Sonuç sayfasında kullanıcının eklediği otomobiller TOPSIS yönteminden aldıkları puanlara göre büyükten küçüğe göre sıralanmış bir şekilde sunulmaktadır. Sıranın en başındaki alternatif, kişiye en uygun alternatif olacaktır.

Kullanılan kriterler, literatürde yer alan ve uzman görüşleri doğrultusunda ikinci el otomobil seçiminde kritik öneme sahip faktörler ile oluşturulmuştur. Fiyat, performans, kilometre, değişen parça, boyalı parça ve hasar kaydı kriterleri literatürde en çok kullanılan kriterler arasındadır. Satılabilirlik kriteri otomobilin piyasasının canlılığını ifade etmektedir. Otomobil alışı kadar satışı da önemli olduğundan çalışmada bu kritere yer verilmiştir. Yedek parça ve servis ücreti kriteri otomobilin ileride oluşturabileceği masrafları öngörmesi sebebiyle önemlidir. Bazı insanlar için otomobilin duygularına ne kadar hitap ettiği veya ne kadar prestij

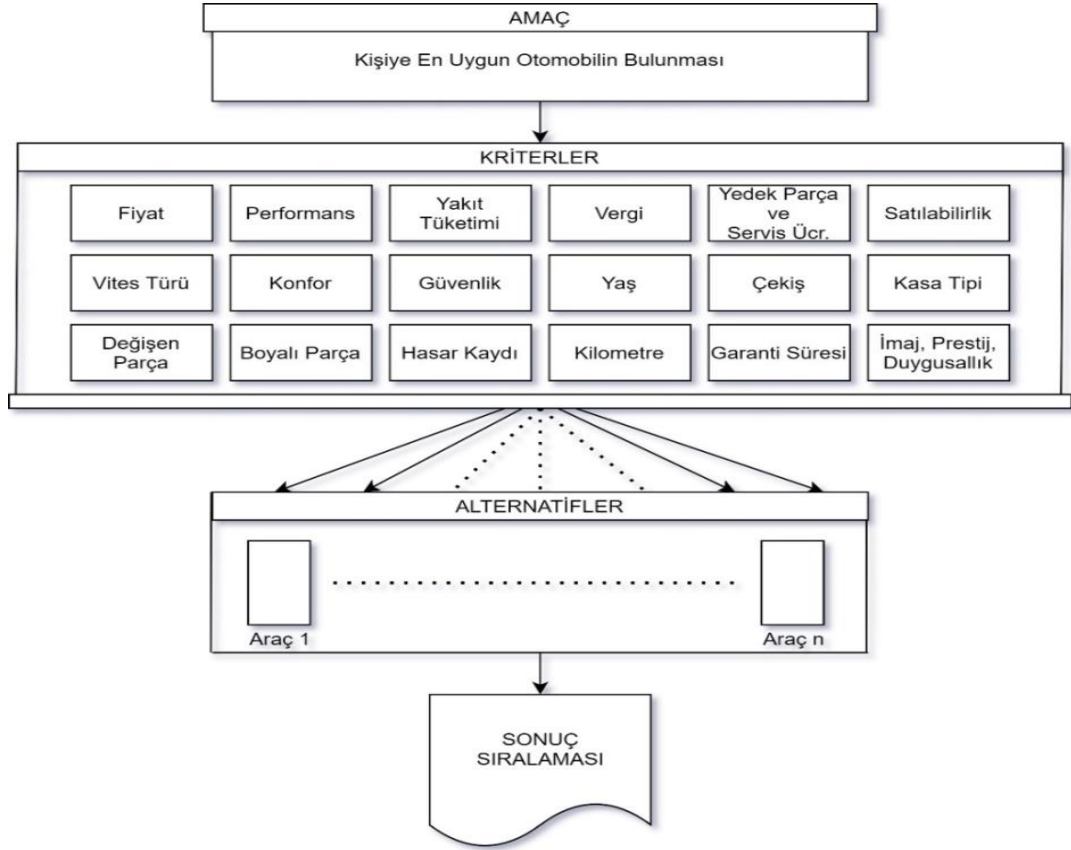
sahibi olduğu seçim aşamasında büyük bir öneme sahiptir. Bu sebeple imaj kriteri değerlendirme sürecinde kullanılmıştır. Bu kriterlerin hepsi ikinci el otomobillerin kıyaslanmasında kullanılabilirken sıfır otomobillerin kıyaslanması esnasında kilometre, değişen parça sayısı, boyalı parça sayısı ve hasar kaydı kriterleri sıfır değerini almaktadır.



Şekil 3. Çalışmanın akışı (Flowchart of the study)

Python'un Django framework'ü yazılan Python kodlarını web sitesinde algoritma olarak kullanma imkanı sunmaktadır. Bu framework, TOPSIS algoritmasının web tabanında kullanılmasına yarayacağı için Python dili tercih edilmiş ve Django framework'ü kullanılmıştır. Projenin web tabanında kullanıcıya sunulması için Django ile birlikte HTML, CSS / Bootstrap araçları kullanılmıştır. TOPSIS yöntemi, Python ile kod haline getirilmiş ve sınırsız alternatif için karar verme işlemi gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Şekil 5'de TOPSIS çözümünün program içerisindeki akışı gösterilmiştir.

Programın çalışabilmesi için kullanıcının kayıt olması ve kriterleri kendine göre puanlamış olması gerekmektedir.



Şekil 4. TOPSIS yönteminin karar hiyerarşisi (The decision hierarchy of the TOPSIS method)

Kıyaslama işlemi için de minimum 2 otomobil eklenmiş olması gerekmektedir. Web sitesinde araç kıyaslama işlemi için gerçekleşen akış, Şekil 6'deki Akış şemasında gösterilmiştir.

Web sitesine kaydolmadan da erişilebilir ve ana sayfadaki yararlı makaleler okunabilir fakat kıyaslama işleminin yapılması için kayıt işlemi gerekmektedir. Kayıt aşaması 2 adımdan oluşmaktadır. Kullanıcı, siteye kayıt aşamasında kullanıcı adı ve şifre belirledikten sonra 18 adet kriteri kendine göre 0 – 100 aralığında puanlamaktadır. Bunlara ek olarak tercih ettiği vites türü, kasa tipi ve çekiş türünü seçmelidir. TOPSIS yönteminde kullanılacak kriterlerin ağırlıkları, bu puanlamadaki her bir kriterin puanının, kriterlerin toplam puanına bölünmesiyle oluşmaktadır. Kayıt kısmını tamamlayan her kullanıcı; araçlar kısmından araç ekleyebilir, bu araçları kıyaslayabilir, güncelleyebilir, silebilir ve profil kısmından kendi kriter puanlarını güncelleyebilir. Eğer alternatif otomobil bir web sitesinde bulundursa, araç ekleme esnasında “Link” başlığı altına web adresi girilebilir. Bu durumda araçlar sayfasındayken linki girilen otomobilde link düğmesi oluşacaktır. Bu düğmeye tıklanırsa kullanıcı aracın web sayfasına yönlendirilecektir.

TOPSIS yöntemi ile bir karar süreci yürütmek için en az 2 alternatif gerekmektedir. Programda 0 veya 1 araç kıyaslanmaya çalışıldığında, bir kıyaslama işlemi yapılamayacağından, kullanıcı bir uyarı mesajı ile

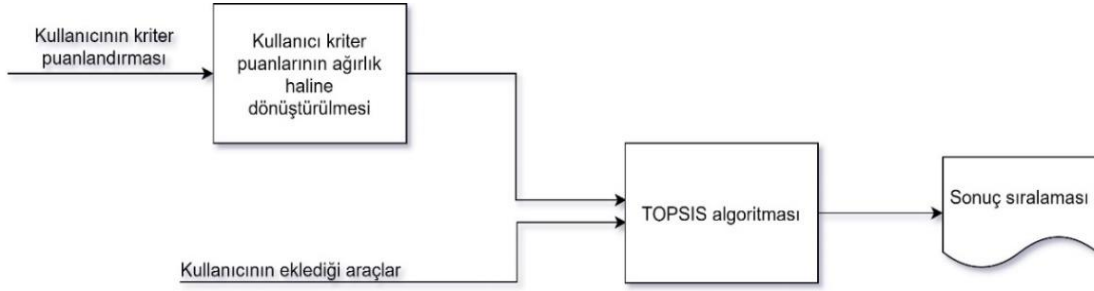
karşılaşmaktadır. İki veya daha fazla araç ekleyen kullanıcı, kıyasla butonu ile araçlarını kıyaslayabilir ve sonucunu görebilir. Sonuç kısmında araçlar, kullanıcın kriter ağırlıklarına istinaden TOPSIS yönteminden aldıkları puanlara göre büyükten küçüğe göre sıralanmaktadır.

Geliştirilen web tabanlı bu program ile şunlar sağlanmıştır:

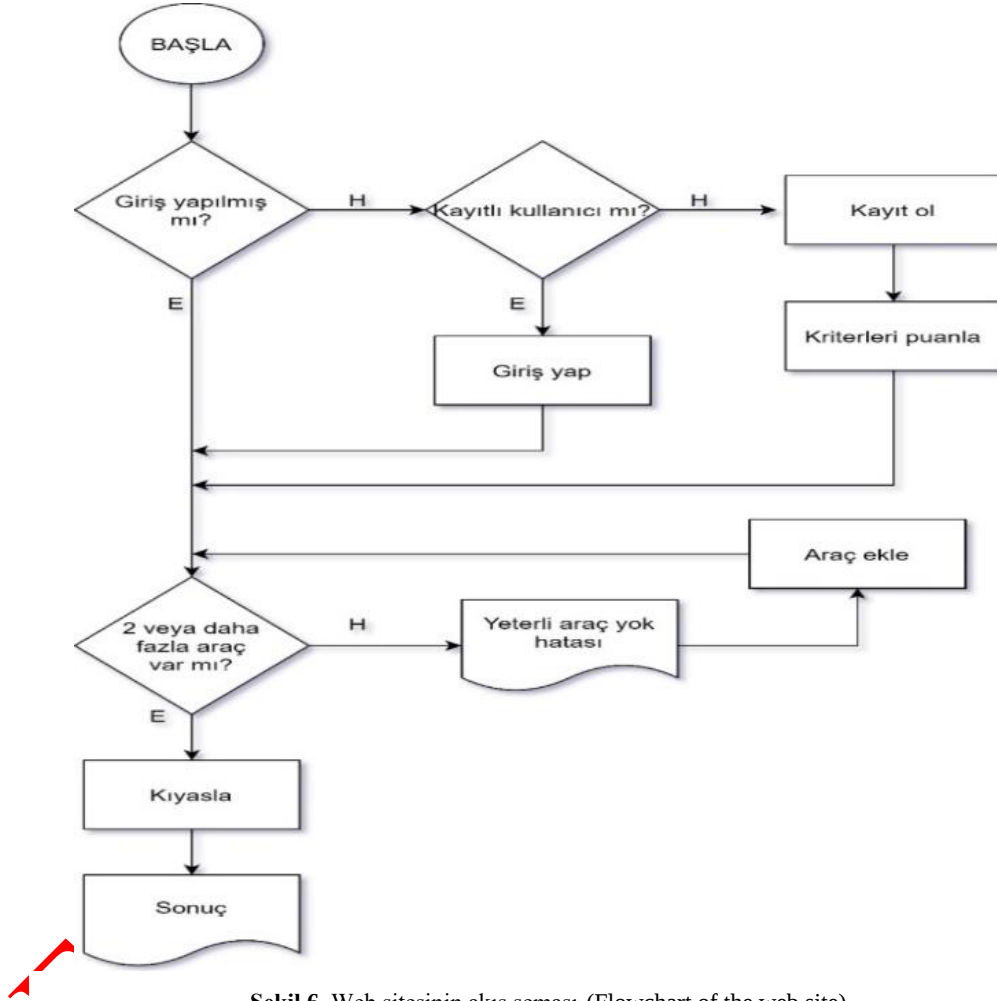
- Kullanıcının kendi kriter ağırlıklarına göre alternatif otomobillerini kıyaslayabilmesi.
- Kullanıcının bütçesini kendine en uygun olan otomobil için kullanabilmesi.
- Farklı kriter ağırlıkları için hangi alternatiflerin daha uygun olduğunun görülebilmesi.
- Yanlış verilen kararlar neticesinde oluşabilecek problemlerin önlenmesi.
- Otomobillerle ilgili yararlı kaynaklar ile kullanıcıların bilgilenmelerine olanak sağlanması.

4.1. TOPSIS Yöntemi ile Otomobil Seçimi Uygulaması

Bu kısımda, TOPSIS yöntemi kullanılarak örnek bir otomobil seçim uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bir sonraki bölümde ise aynı değerler kullanılarak geliştirilen karar destek sisteminde bir örnek uygulama gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5. TOPSIS çözümünün program içindeki akışı (The flow of the TOPSIS solution within the program)



Şekil 6. Web sitesinin akış şeması (Flowchart of the web site)

Örnek uygulamada 5 otomobil bulunmaktadır. Şekil 2’de gösterilen TOPSIS yönteminin ilk adımı olan Karar Matrisi’nin (D) oluşturulması Çizelge 1’deki gibidir. Tabloda kolaylık olması bakımından kriterler için “K” harfi kullanılmıştır.

Karar verici, kasa tipi olarak “Hatchback”, vites türü olarak “Manuel” ve çekiş türü olarak “Ön çekiş” seçeneklerini tercih etmiştir. Karar matrisinin oluşturulması esnasında bu seçeneklere uyan araçlar 9, uymayan araçlar 1 değerini almıştır. Fiyat kriteri altında otomobillerin tl cinsinden fiyatları, performans kriteri altında otomobillerin beygir gücü değerleri, vergi kriteri altında otomobillerin 6 aylık tl cinsinden vergi miktarları

girilmiştir. Kilometre, model, garanti süresi, değişen parça sayısı, boyalı parça sayısı ve hasar kaydı kriterleri altında da otomobillerin gerçek değerleri girilmiştir. Yakıt tüketimi, yedek parça ve servis ücretleri, satılabilirlik, konfor, güvenlik ve duygusal bağ kriterleri altında otomobillere 0 ile 100 aralığında değerler girilmiştir.

Şekil 2’deki TOPSIS akışının ikinci adımındaki formül ile Standart Karar Matrisi’nin (R) oluşturulmuştur.

Örnek Uygulamanın Standart Karar Matrisi Çizelge 2’deki gibidir. Tabloda kolaylık olması bakımından otomobiller için de “O” harfi kullanılmıştır. Karar verici, on sekiz kriterle 0 ile 100 aralığında önem puanı vermiştir.

Çizelge 1. Örnek uygulamanın karar matrisi (The decision matrix of the example application.)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Mitsubishi Colt Mavi	74500	95	9	9	9	140000	2007	0	0
1.4 Peugeot 307	80000	88	9	9	9	255000	2005	0	3
Eski Mercedes	70000	90	1	9	1	330000	1990	0	2
1.3 Multijet Linea	88000	95	1	9	9	188000	2012	0	2
Civic 1.6 Vtec ES	79500	110	1	9	9	248500	2003	0	2
	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
Mitsubishi Colt Mavi	2	4500	50	900	50	50	60	70	100
1.4 Peugeot 307	4	5000	45	350	70	10	10	50	40
Eski Mercedes	10	5000	55	250	50	50	50	90	90
1.3 Multijet Linea	2	0	35	500	40	80	10	10	0
Civic 1.6 Vtec ES	6	5000	40	250	50	80	40	90	90

Çizelge 2. Örnek uygulamanın standart karar matrisi (The standard decision matrix of the example application)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
O1	0,424	0,443	0,701	0,447	0,499	0,26	0,448	0,447	0
O2	0,455	0,41	0,701	0,447	0,499	0,473	0,448	0,447	0,655
O3	0,398	0,42	0,078	0,447	0,055	0,612	0,444	0,447	0,436
O4	0,5	0,443	0,078	0,447	0,499	0,349	0,449	0,447	0,436
O5	0,452	0,513	0,078	0,447	0,499	0,461	0,447	0,447	0,436
	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
O1	0,158	0,461	0,491	0,787	0,423	0,374	0,675	0,455	0,6
O2	0,316	0,512	0,442	0,306	0,592	0,075	0,113	0,325	0,24
O3	0,791	0,512	0,54	0,219	0,423	0,374	0,563	0,585	0,54
O4	0,158	0	0,344	0,437	0,338	0,598	0,113	0,065	0
O5	0,474	0,512	0,393	0,219	0,423	0,598	0,45	0,585	0,54

Bu önem puanların her biri, verilen toplam puana bölünerek kriterlerin önem ağırlıkları elde edilmiştir. Karar vericinin kriterlerinin önem ağırlıkları Çizelge 3’de gösterildiği gibidir.

Şekil 2’nin üçüncü adımında gösterildiği gibi Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (V) oluşturulmuştur. Bu Ağırlıklı Standart Karar Matrisi Çizelge 4’deki gibidir.

Şekil 2’nin dördüncü adımında gösterildiği gibi ideal ve negatif ideal değerleri oluşturulmuştur. İdeal sonuç ve negatif ideal sonuç değerleri Çizelge 5’deki gibidir.

Şekil 2’nin beşinci adımında gösterildiği gibi pozitif ideal sonuca ve negatif ideal sonuca olan uzaklıklar hesaplanmıştır. Bu pozitif ideal sonuca ve negatif ideal sonuca uzaklıklar Çizelge 6’daki gibidir.

Şekil 2’nin altıncı adımında gösterildiği gibi ideal çözüme göreli yakınlık hesaplanmıştır.

Sonuçlar Çizelge 7’deki gibidir. TOPSIS sonucu incelendiğinde karar vericiye en uygun aracın “Mitsubishi Colt Mavi” adlı araç olduğu görülmektedir.

4.2. Geliştirilen Karar Destek Sistemi ile Araç Seçimi Uygulaması

Örnek uygulama ile programın adımları tek tek tamamlanıp, 4.1. başlığındaki aynı değerler ile bir otomobil seçim uygulaması gerçekleştirilmiştir. Örnek uygulama; kayıt, kullanıcının kriter puanlandırması, kullanıcının alternatif araçları ve kullanıcının kıyaslama sonucu aşamalarından oluşmaktadır. İlk aşama kullanıcı kaydı aşamasıdır (Şekil 7).

Kullanıcı kaydının devamında kriter puanlama aşaması gelmektedir. Kriter puanlama sonrasında “Kullanıcı53” kullanıcısının profilindeki kriter puanları Şekil 8’de gösterildiği gibidir. Kullanıcı, kıyaslama için beş adet alternatif otomobil girişi yapmıştır (Şekil 9). Mevcut araçları kıyasla butonuna tıklandığında; bütün araçlar TOPSIS yöntemine alternatif olarak, bütün puanlama da ağırlık olarak girecektir. TOPSIS yönteminin bu verilerle çalışmasının sonucu Şekil 10’da gösterilmiştir. Sonuç değerleri 4.1. başlığında bulunan değerler ile aynıdır. Bu da geliştirilen karar destek sisteminin doğru bir şekilde çalıştığını göstermektedir. Sonuç sayfasında bu değerler kolay okunması bakımından 100 ile çarpılmış bir şekilde kullanıcının karşısına çıkmaktadır.

Çizelge 3. Karar vericinin kriter ağırlıkları (The decision maker's criteria weights)

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
%7,2	%6,8	%4	%4	%4,4	%7,2	%6	%0,8	%8
K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
%6,4	%5,6	%5,2	%5,2	%4,4	%4,4	%5,6	%7,2	%8

Çizelge 4. Örnek uygulamanın ağırlıklı standart karar matrisi (The weighted standard decision matrix of the example application)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
O1	0,03	0,03	0,028	0,018	0,022	0,019	0,027	0,004	0
O2	0,033	0,028	0,028	0,018	0,022	0,034	0,027	0,004	0,052
O3	0,029	0,028	0,003	0,018	0,002	0,044	0,027	0,004	0,035
O4	0,036	0,03	0,003	0,018	0,022	0,025	0,027	0,004	0,035
O5	0,032	0,035	0,003	0,018	0,022	0,033	0,027	0,004	0,035
	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
O1	0,01	0,026	0,025	0,041	0,019	0,016	0,038	0,033	0,048
O2	0,02	0,029	0,023	0,016	0,026	0,003	0,006	0,028	0,019
O3	0,05	0,029	0,028	0,011	0,019	0,016	0,031	0,042	0,043
O4	0,01	0	0,018	0,023	0,015	0,026	0,006	0,005	0
O5	0,03	0,029	0,02	0,011	0,019	0,026	0,025	0,042	0,043

Çizelge 5. Örnek uygulamanın ideal ve negatif ideal değerleri (The ideal and negative ideal values of the example application)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
İdeal Değer	0,029	0,035	0,028	0,018	0,022	0,019	0,027	0,004	0
Negatif İdeal Değer	0,036	0,028	0,003	0,018	0,002	0,044	0,027	0,004	0,052
	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
İdeal Değer	0,01	0	0,018	0,011	0,015	0,026	0,038	0,042	0,048
Negatif İdeal Değer	0,05	0,029	0,028	0,041	0,026	0,003	0,006	0,005	0

Çizelge 6. Pozitif ideal ve negatif ideal sonuca uzaklıklar (The distances to the positive ideal and negative ideal solutions)

	Pozitif	Negatif
O1	0,043	0,102
O2	0,082	0,058
O3	0,075	0,073
O4	0,082	0,068
O5	0,059	0,080

Çizelge 7. İdeal çözüme göreli yakınlıklar (Relative closeness to the ideal solution)

Otomobil	Değer
Mitsubishi Colt Mavi	0,705
1.4 Peugeot 307	0,414
Eski Mercedes	0,494
1.3 Multijet Linea	0,452
Civic 1.6 Vtec ES	0,575

Sonuç kısmında kullanıcı, kendisine en uygun aracın “Mitsubishi Colt Mavi” olduğunu görmektedir. Kullanıcının; “değişen parça olmamasının önemi” ve “duygusal bağın önemi” kriterlerine yüksek puan vermesi, “Mitsubishi Colt Mavi” aracının da değişen parçasının olmayıp, duygusal bağ kriterinden yüksek

puan alması, bu aracın birinci olmasındaki en büyük etkenlerdendir. Kullanıcının kriter puanları hepsi eşit olacak şekilde değiştirilirse çıkacak olan sıralamanın önceki sıralama ile kıyaslanması Şekil 11’deki gibi olacaktır.

The screenshot shows a web form titled 'Kayıt' (Registration). It contains the following fields: 'Kullanıcı Adı*' (Username*) with the value 'Kullanici53', 'E-mail*' (Email*) with the value 'sarimehmetbedirhan@gmail.com', 'Parola*' (Password*) with masked characters, and 'Parolayı Doğrula*' (Confirm Password*) with masked characters. Below these fields is a link: 'Zaten kayıtlıysan buraya tıklayarak içeri girebilirsin' (If you are already registered, you can click here to log in). At the bottom is a green button labeled 'Kayıt Ol' (Register).

Şekil 7. Kullanıcı kaydının ilk aşaması (The first stage of user registration)

KRİTERLER	PUANLARI
1 Fiyatın Önem Puanı	90
2 Performansın Önem Puanı	85
3 Tercih Edilen Kasa Tipi	HATCHBACK
4 Kaza Tipinin Önem Puanı	90
5 Tercih Vites Türü	MANUEL
6 Vites Türünün Önem Puanı	90
7 Tercih Edilen Çekiş Türü	ON
8 Çekişin Önem Puanı	95
9 Kilometrenin Önem Puanı	90
10 Modelin Güçü Önem Puanı	75
11 Garanti Süresinin Önem Puanı	10
12 Değişen Parça Olmamasının Önem Puanı	100
13 Boyalı Parça Olmamasının Önem Puanı	80
14 Hasar Kaydı Olmamasının Önem Puanı	70
15 Yakıt Tüketiminin Önem Puanı	65
16 Verginin Önem Puanı	65
17 Yedek Parça ve Servis Ücretlerinin Önem Puanı	95
18 Sabitliklerinin Önem Puanı	95
19 Konforun Önem Puanı	70
20 Güvenliğin Önem Puanı	90
21 Duygusal Bağın Önem Puanı	100

Şekil 8. Kullanıcının kriter puanlandırması(The user's criterion scoring)

İLK KRİTER PUANLARI İLE ÇIKAN SONUÇ		
Mitsubishi Colt Mavi	74500 tl / 2007	Puan : 70.47
Civiv 1.6 Vtec ES	79500 tl / 2003	Puan : 57.52
Eski Mercedes	70000 tl / 1990	Puan : 49.36
1.3 Multijet Linea	88000 tl / 2012	Puan : 45.17
1.4 Peugeot 307	80000 tl / 2005	Puan : 41.37

EŞİT KRİTER PUANLARI İLE ÇIKAN SONUÇ		
Mitsubishi Colt Mavi	74500 tl / 2007	Puan : 66.43
Civiv 1.6 Vtec ES	79500 tl / 2003	Puan : 56.04
1.3 Multijet Linea	88000 tl / 2012	Puan : 49.03
Eski Mercedes	70000 tl / 1990	Puan : 46.42
1.4 Peugeot 307	80000 tl / 2005	Puan : 46.05

Şekil 11. Farklı kriter puanları ile çıkan sıralamaların karşılaştırılması

ARAÇLARINIZ		
Araç Ekle	Mevcut Araçları Kısıla	
Mitsubishi Colt Mavi / 74500 tl / 2007 / 140000 km / MANUEL	Güncelle	Sil
1.4 Peugeot 307 / 80000 tl / 2005 / 255000 km / MANUEL	Güncelle	Sil
Eski Mercedes / 70000 tl / 1990 / 330000 km / MANUEL	Güncelle	Sil
1.3 Multijet Linea / 88000 tl / 2012 / 188000 km / MANUEL	Güncelle	Sil
Civiv 1.6 Vtec ES / 79500 tl / 2003 / 248500 km / MANUEL	Güncelle	Sil

Şekil 9. Kullanıcının alternatif araçları (The user's alternatives)

KIYASLAMA SONUCUNUZ HAZIR		
SE: CAR TEAM		
Mitsubishi Colt Mavi	74500 tl / 2007	Puan : 70.47
Civiv 1.6 Vtec ES	79500 tl / 2003	Puan : 57.52
Eski Mercedes	70000 tl / 1990	Puan : 49.36
1.3 Multijet Linea	88000 tl / 2012	Puan : 45.17
1.4 Peugeot 307	80000 tl / 2005	Puan : 41.37

Şekil 10. Kıyaslama sonucu (Comparison result)

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Çalışmada, otomobil seçimi probleminde kullanıcılara yardımcı olacak bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Yöntem olarak TOPSIS kullanılmış olup yazılım aracı olarak Python/Django, HTML, CSS kullanılmıştır. Geliştirilen karar destek sistemi ile kullanıcılar istedikleri sayıdaki alternatif otomobillerini kendi belirledikleri kriter ağırlıklarına göre kıyaslayıp kendilerine en uygun olanı bulabileceklerdir. Literatürde çok kriterli karar verme yöntemleri ile otomobil seçimi hakkında yapılmış çalışmalar mevcuttur. Fakat bu karar problemini ele alan yazılımların geliştirilmesi kısmında yeterli çalışma bulunmamaktadır. Projede bu konunun ele alınması çalışmayı özgün kılmakta ve literatüre katkı sağlamaktadır. Çalışmanın uygulama kısmında örnek bir otomobil seçim problemi ele alınmıştır. Bu örnek uygulamanın çözümü hem TOPSIS yöntemi kullanılarak, hem de geliştirilen karar destek sistemi kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar birebir örtüşmektedir.

Karar destek sistemi yalnızca sıfır otomobil seçimi üzerine geliştirilmiş olsaydı mevcut kriterlerden olan; değişen parça sayısı, boyalı parça sayısı, hasar kaydı ve kilometre kriterleri kullanılmayacak olup problemin boyutu küçülmüş olacaktı. Mevcut karar destek sisteminde hem sıfır hem ikinci el araçlar kıyaslanabilmektedir. Gelecek çalışmalarda motosiklet seçimi, restore etmek için otomobil seçimi veya ticari araç seçimi gerçekleştiren karar destek sistemleri de geliştirilebilir. Ticari amaçlı ve büyük yatırım gerektiren kararlara yardımcı olacak programların geliştirilmesi daha büyük öneme sahip olacaktır. Kriterlerin ağırlıklarının kullanıcı tarafından verilmesi kurulan modeli sınırlandırmaktadır. Dolayısı ile bu durumun önüne geçmek için gelecek çalışmalarda ağırlıklandırma yöntemlerinin kurulan bu modele entegrasyonu ile

çalışma geliştirilebilir. Projede kullanılan TOPSIS yöntemi yerine VIKOR, MOORA gibi farklı sıralama yöntemleri kullanılabilir. TOPSIS yönteminin sadece sıralama yapma kapasitesi değil, çözüm süresi veya algoritmanın performansına ilişkin metrikler de analiz edilerek diğer yöntemler ile kıyaslanabilir. Python dili yerine farklı bir dil veya Django yerine Flask gibi farklı web Framework'leri kullanılabilir ve karşılaştırmalar yapılabilir. Ayrıca projelerin mobil uygulamaları geliştirilip kullanım kolaylığı sağlanabilir.

ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal/özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

Tamer EREN: Uygulama sürecinin incelenmesi ve takibi, yayın araştırması yeterliliğinin incelenmesi, yöntem uygunluk takibi ve incelenmesi.

Mustafa HAMURCU: Bilimsel yayın araştırması, verilerin toplanması ve analizi, yöntem uygunluk araştırması, yöntemlerin uygulanması ve yorumlanması.

Bedirhan SARIMEHMET: Bilimsel yayın araştırması, verilerin toplanması ve analizi, yazılımın geliştirilmesi, yöntemlerin uygulanması ve yorumlanması.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Özduvak C., "Covid-19 ve ÖTV Artışlarının Otomotiv Hisse Getirilerine Etkisi", *Bankacılık ve Sermaye Piyasası Araştırmaları Dergisi*, 4: 19-28, (2020).
- [2] OSD Özet Değerlendirme Raporu – Ekim, 2019/2020
- [3] İkinci El Online Sektör Raporu, http://www.odd.org.tr/web_2837_1/neuralnetwork.aspx?type=90, (2021)
- [4] www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 20.01.2021).
- [5] Akçı Y., "İkinci El Otomobil: Tüketici Bakışıyla", *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22: 329-362, (2016).
- [6] Asılkan Ö. ve Irmak S., "İkinci El Otomobillerin Gelecekteki Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları İle Tahmin Edilmesi", *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences*, 14: 375-391, (2009).
- [7] Yayar R. ve Yılmaz E., "İkinci El Otomobil Talep Fiyatının Regresyon Analizi: TR83 Bölgesi Örneği", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13: 39-52, (2017).
- [8] Hwang C.L. and Yoon K., "Multiple criteria decision making", *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 186: 58-191, (1981).
- [9] Sarimehmet B., Hamurcu M. ve Eren T., "Çok kriterli karar verme: Kırıkkale YHT istasyonu - şehir bağlantısının sağlanması". *Demiryolu Mühendisliği*, 11: 26-40, (2020).
- [10] Özdağoglu A., "Üretim yapan işletmeler için hidrolik giyotin alternatiflerinin TOPSIS yöntemi ile incelenmesi", *Ege Akademik Bakis*, 12: 549-562, (2012).
- [11] Koyuncu O. ve Özcan M., "Personel seçim sürecinde analitik hiyerarşi süreci ve TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırılması: Otomotiv sektöründe bir uygulama", *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32: 195-218, (2014).
- [12] Çalışkan H., Kurşuncu B., Kurbanoğlu C. ve Güven Ş.Y., "TOPSIS metodu kullanılarak kesici takım malzemesi seçimi", *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9: 35-42, (2012).
- [13] Özcan E.C. ve Özyörük B., "Elektrikli Isıtıcı Elemanları Üretiminde Hedef Programlama Yaklaşımı ile Tedarikçi Seçimi", *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10: 273-280 (2017).
- [14] Tunca M.Z., Aksoy E., Bülbül H. ve Ömürbek N., "AHP Temelli TOPSIS ve ELECTRE Yöntemiyle Muhasebe Paket Programı Seçimi", *Academic Review of Economics & Administrative Sciences*, 8: 53-71. (2015).
- [15] Hamurcu, M., ve Eren, T., "Strategic Planning Based on Sustainability for Urban Transportation: An Application to Decision-making", *Sustainability*, 12(9), 3589, (2020).
- [16] Taş M., Özlemiş Ş.N., Hamurcu M. ve Eren T., "Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Hedef Programlama Karma Modeli Kullanılarak Monoray Projelerinin Seçimi", *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2: 24-34, (2017).
- [17] Genç Y.G. ve Selçuk G., "AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Otomotiv Plazasının En Uygun Tesis Yeri Seçimi Kararının Verilmesi", *Journal of Politics Economy and Management*, 2: 45-53, (2016).
- [18] Ali Y., Mehmood B., Huzaifa M., Yasir U. and Khan A.U., "Development of a new hybrid multi criteria decision-making method for a car selection scenario", *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, 18: 357-373, (2020).
- [19] Tüzüntürk S., "Uyum analizi kullanarak y kuşağı akıllı telefon kullanıcılarının tüketici davranışlarının anlaşılması: Bursa örneği", *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 39: 257-280, (2017).
- [20] İldırar M. ve Kırıl E., "Piyasa Yapısı ve Yoğunlaşma: Türk Otomotiv Sektörü Üzerine Bir Analiz", *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18: 93-117, (2018).
- [21] Jain V., Sangaiah A. K., Sakhuja S., Thoduka N. and Aggarwal R., "Supplier selection using fuzzy AHP and TOPSIS: a case study in the Indian automotive industry". *Neural Computing and Applications*, 29: 555-564, (2018).
- [22] Bozdemir Y., ve Yılmaz İ. T., "Kural Tabanlı Karar Verme Mekanizmasına Sahip Sistemik Araç Seçim Modeli Geliştirilmesi", *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6: 19-27, (2009).
- [23] Canbazoglu E., Ercan U., ve Çetin E. İ., "Ticari Taksi Araç Yenilemelerinde Ahs ve Moora Yöntemlerine Dayalı Karar Destek Mobil Uygulaması", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 18: 117-134, (2018).
- [24] Doğan E. M., Miraç E., ve Çelik K., "Lojistik sektöründe ağır ticari araç seçimi problemine yönelik COPRAS-G yöntemi ile karar verme", *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19: 153-178, (2017).

- [25] Hamurcu M. ve Eren T., "Electric bus selection with multicriteria decision analysis for green transportation", *Sustainability*, 12: 2777, (2020).
- [26] Süt N., Hamurcu M. ve Eren T., "Kampüste yeşil ulaşım uygulaması: Ring araçlarının seçimi için bir karar verme süreci", *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5: 9-21, (2019).
- [27] Şengül Ü., Miraç, E., ve Shiraz S. E., "Bulanık Ahp ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 40: 143-165, (2012).
- [28] Eren T., Hamurcu M. ve Dinç S., "Kentsel ulaşım için alternatif tramvay araçlarının çok kriterli seçimi", *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4: 124-135, (2018).
- [29] Hamurcu M. ve Eren T., "Selection of monorail technology by using multicriteria decision making", *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 8: 303-314, (2017).
- [30] Tzeng G. H., Lin C. W. and Opricovic S., "Multi-criteria analysis of alternative-fuel buses for public transportation", *Energy policy*, 33: 1373-1383, (2005).
- [31] Hsiao H., Chan Y. C., Chiang C. H. and Tzeng G. H., "Fuzzy AHP and TOPSIS for selecting low pollutant emission bus systems", *Proceedings of the 28th IAEE International Conference*, Taipei, Taiwan, 3-6. (2005).
- [32] Akad M., ve Gedizlioğlu E., "Toplu taşıma türü seçiminde simülasyon destekli analitik hiyerarşi yaklaşımı", *İTÜDERGİSİ/d*, 6: 88-98, (2011).
- [33] Soltani A., Marandi E. Z. and Ivaki Y. E., "Bus route evaluation using a two-stage hybrid model of Fuzzy AHP and TOPSIS", *Journal of Transport Literature*, 7: 34-58, (2013).
- [34] Yedla S. and Shrestha R. M., "Multi-criteria approach for the selection of alternative options for environmentally sustainable transport system in Delhi", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37: 717-729, (2003).
- [35] Çoşkun, I.T., "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Elektrikli Otomobil Seçimi: SDMULTIMOORA Yaklaşımı", *Third Sector Social Economic Review*, 57(1), 68-82, (2022).
- [36] Babacan, A., "Türkiye'de Orta Gelir Grubuna Yönelik Otomobil Seçimi", Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Olarak Vikor Yöntemi", *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 293-307, (2020).
- [37] Ergül, S.G., ve Çokyaşar, A., "Otomobil Seçimi İçin TOPSIS Temelli Bir Karar Verme Yaklaşımı", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (31), 713-724, (2021).
- [38] Akdeniz, E., "Bireysel Otomobil Satın Alma Problemi İçin AHP Yöntemi İle Karar Verme: Bir Otomobil Firması Bazında İnceleme", *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 16(64), 1551-1574, (2021).
- [39] Gavcar, E., ve Kara, N., "Elektrikli otomobil seçiminde ENTROPİ ve TOPSIS yöntemlerinin uygulanması", *İş ve İnsan Dergisi*, 7(2), 351-359, (2020).
- [40] Özdağoğlu, A., Keleş, M. K., ve Genç, V., "FUCOM ve PROMETHEE yöntemleri ile ticari araç seçimi: peyzaj firmasında bir uygulama", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel Sayı), 231-253, (2021).
- [41] Ofllaz, Y., ve Bircan, H., "Tüketicilerin Otomobil Satın Alma Tercihlerinin Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Değerlendirilmesi", *Atlas Journal*, 8(46), 2421-2437, (2022).
- [42] Güler, A., "Türkiye'de Satışa Sunulan Elektrikli Araçların BMW ve LOPCOW Yöntemleriyle Ağırlıklandırılması ve Kriterlerin Sıralanması", *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 14(1), 106-120, (2024).
- [43] Hamurcu, M., ve Eren, T., "Multicriteria decision making and goal programming for determination of electric automobile aimed at sustainable green environment: a case study", *Environment systems and decisions*, 43(2), 211-231, (2023).
- [44] Yadav, V., Karmakar, S., Kalbar, P. P., and Dikshit, A. K., "PyTOPS: A Python based tool for TOPSIS", *SoftwareX*, 9, 217-222, (2019).
- [45] Yazıcı E, Özcan E, Alakaş HM, Eren T., "Hidroelektrik santrallarda bakım strateji optimizasyonu için hiyerarşik bir karar modeli önerisi", *Politeknik Dergisi*, 25(3):933-45, (2022).
- [46] Akıncı BN, Danışan T, ve Eren T., "Obezite hastaları için giyilebilir teknolojilerin çkkv yöntemleri ile seçimi", *Politeknik Dergisi*, 25(3):947-5, (2022).
- [47] Kara M. ve Eren T., "Hasar tespit çalışmalarında görevlendirilebilecek dronların bulanık karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi", *Politeknik Dergisi*, 27(5):2029-41, (2024).