

Atf İçin: Kaya, Ö. (2024). Şehir İçi Ulaşımında Sürdürülebilir Mikromobilité: Müşteri Tercihlerine Dayalı Bir İnceleme. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(4), 1576-1589.

To Cite: Kaya, Ö. (2024). Sustainable Micro Mobility in Urban Transportation: An Analysis Based on Customer Preferences. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14(4), 1576-1589.

Şehir İçi Ulaşımında Sürdürülebilir Mikromobilité: Müşteri Tercihlerine Dayalı Bir İnceleme

Ömer KAYA*

Öne Çıkanlar:

- Mikromobilité araçlarının değerlendirilmesi
- Kullanıcı tercih analizi
- 16 değerlendirme faktörünün belirlenmesi
- Özel araç sahipliğinin azaltılması

Anahtar Kelimeler:

- Sürdürülebilir ulaşım
- Kent içi ulaşım
- ÇKKV
- Müşteri tercihleri
- Pazar dinamikleri

ÖZET:

Mikromobilité araçları, günümüzde şehir içi ulaşımın önemli bir parçası haline gelmiştir. Bu araçların müşteri gözünden satın alınabilirliğini değerlendirmek, kullanıcıların tercihlerini belirlemek ve pazar dinamiklerini anlamak için önemlidir. Bu çalışmada, bisiklet (A1), e-bisiklet (A2), moped (A3), e-skuter (A4) ve e-kaykay (A5) gibi mikromobilité araçlarının satın alınabilirliği üzerine odaklanılmıştır. Çalışma kapsamında, 16 farklı kriter belirlenmiş ve analiz için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmıştır. Bu kriterler arasında ortalama hız, zorunlu ehliyet gereksinimi, sürüş imkanları, konfor seviyesi, güvenlik, park imkanı, toplu taşımaya uygunluk gibi faktörler bulunmaktadır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş, en yüksek ağırlık ortalama hız, en düşük ağırlık ise bakım maliyeti olarak bulunmuştur. Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm (VIKOR) ve Karmaşık Oransal Değerlendirme (COPRAS) yöntemleri kullanılarak mikromobilité araçlarının performansları sıralanmıştır. Şehir içi ulaşımında e-bisiklet ve mopedin daha üstün olduğu, e-skuterlerin ise önemli bir paya sahip olduğu görülmektedir. Mikromobilité araçlarının müşteri tercihleri doğrultusunda değerlendirilmesi, şehir planlamacıları ve politika yapıcılar için önemli bilgiler sunmaktadır. Bu çalışma, mikromobilité çözümlerinin altyapı ve düzenlemelerinin geliştirilmesine rehberlik edebilir ve şehir içi ulaşımın sürdürülebilirliğini artırabilir. Elde edilen bulgular, kullanıcıların tercihlerini belirlemede ve pazarlama stratejilerini geliştirmede önemli bir kılavuz sunmaktadır. Bisiklet ve e-bisiklet gibi araçlar, kullanıcılar arasında yüksek talep görebilirken, moped ve e-skuter gibi araçlar da farklı kullanım senaryolarına uygunlukları nedeniyle dikkate değerdir.

Sustainable Micro-Mobility in Urban Transportation: An Analysis Based on Customer Preferences

Highlights:

- Micro-mobility vehicle evaluation
- User preference analysis
- Determination of 16 evaluation factors
- Reducing private vehicle ownership

Keywords:

- Sustainable transportation
- Urban transportation
- MCDM
- Customer Preferences
- Market dynamics

ABSTRACT:

Micro-mobility vehicles have become an essential part of urban transportation today. Evaluating the purchase feasibility of these vehicles from the customer's perspective is crucial to understand user preferences and market dynamics. This study focuses on the purchase feasibility of micro-mobility vehicles such as bicycles (A1), e-bikes (A2), mopeds (A3), e-scooters (A4), and e-skateboards (A5). Within the scope of the study, 16 different criteria were determined, and multi-criteria decision-making (MCDM) methods were used for analysis. These criteria include average speed, mandatory license requirement, driving opportunities, comfort level, safety, parking convenience, and public transport compatibility. The Analytical Hierarchy Process (AHP) method was used to determine the weights of the criteria, with the highest weight found for average speed and the lowest for maintenance cost. The performance of micro-mobility vehicles was ranked using the VIŞeKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) and Complex Proportional Assessment (COPRAS) methods. It is seen that e-bikes and mopeds are superior in urban transportation, while e-scooters have a significant share. Evaluating micro-mobility vehicles according to customer preferences provides essential information for urban planners and policymakers. This study can guide the development of infrastructure and regulations for micro-mobility solutions and enhance the sustainability of urban transportation. The findings offer valuable insights into determining user preferences and developing marketing strategies. Vehicles such as bicycles and e-bikes may see high demand among users, while mopeds and e-scooters are also noteworthy due to their suitability for various usage scenarios.

*Ömer KAYA (Orcid ID: 0000-0003-1037-5546), Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Ömer KAYA, e-mail: omer.kaya@erzurum.edu.tr

GİRİŞ

Mikromobilitate araçları şehir içi ulaşımın modern çözümlerinden biri olarak son yıllarda büyük ilgi görmektedir. Bu araçlar kısa mesafeli yolculuklar için ideal olup elektrikli skuterlar, bisikletler ve e-bisikletler gibi seçenekler sunarak bireysel ve toplu taşıma sistemlerine önemli katkılar sağlamaktadır. Mikromobilitate kavramının kökeni bisikletlerin 19. yüzyılda yaygınlaşmasına kadar uzanmakla birlikte 21. yüzyılın başlarında elektrikli araçların piyasaya sürülmesiyle yeni bir boyut kazanmıştır. Bu araçlar sürdürülebilir ulaşım ve şehir planlaması için vazgeçilmez unsurlar haline gelmiştir (Susewind, 2021).

Mikromobilitate araçlarının avantajları hem bireyler hem de şehirler için oldukça geniştir. Bu araçlar düşük maliyetli ulaşım çözümleri sunarak ekonomik yükü azaltmakta ve trafikte geçirilen süreyi kısaltarak zaman tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca, elektrikli ve çevre dostu olmaları nedeniyle karbon emisyonlarını azaltmakta ve şehirlerdeki hava kalitesini iyileştirmektedir. Mikromobilitate araçları yoğun trafikte hızla hareket edebilme kabiliyetleri sayesinde şehir içi ulaşımı daha verimli hale getirmekte ve toplu taşıma sistemleriyle entegrasyonu kolaylaştırmaktadır (Calan ve ark., 2024).

Sürdürülebilir şehirler yaratma hedefi mikromobilitate araçlarının yaygınlaşmasıyla daha ulaşılabilir hale gelmektedir (Dozza ve ark., 2022). Bu araçlar, düşük karbon emisyonu ve enerji verimliliği ile çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir. Toplu taşıma sistemleriyle entegre edildiğinde şehir içi ulaşımın verimliliğini artırmakta ve trafik yoğunluğunu azaltmaktadır. Mikromobilitate araçlarının yaygın kullanımını şehirlerin daha temiz ve yaşanabilir hale gelmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Özellikle kısa mesafeli yolculuklar için ideal olan bu araçlar bireysel motorlu araç kullanımını azaltarak trafik sıkışıklığını ve hava kirliliğini önemli ölçüde azaltabilir.

Ancak, mikromobilitate araçlarının bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bu araçların yaygınlaşması yaya yollarında ve kaldırımlarda düzensiz park etme sorununu beraberinde getirebilir. Ayrıca, yeterli düzenlemeler ve altyapı olmadan kullanıldığında mikromobilitate araçları trafik güvenliğini olumsuz etkileyebilir ve kazalara sebep olabilir (Liu ve Miller, 2022). E-skuterler ve bisikletler bazı kullanıcılar için güvenlik endişesi yaratmakta ve bu araçlarla ilgili yasal düzenlemelerin eksikliği, kullanım sırasında belirsizliklere yol açabilmektedir. Ayrıca, bu araçların bakım ve şarj ihtiyaçları da dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir.

Bu çalışmanın temel amacı, mikromobilitate araçlarının Türkiye'deki kullanımını ve müşteri tercihlerini analiz etmektir. Çalışma kapsamında bisiklet, e-skuter, elektrikli kayak gibi çeşitli mikromobilitate araçlarının avantajları, özellikleri ve kullanım sebepleri incelenerek, Türkiye'nin ulaşım altyapısındaki dönüşüm sürecine katkı sağlanması hedeflenmektedir. Bu bağlamda, çalışmada aşağıdaki araştırma sorusuna (AS) yanıt aranacaktır:

AS: Türkiye'de mikromobilitate araçlarının kullanımı ve tercihleri nasıl değişmektedir?

Mikromobilitenin ortaya çıkışı, gelişimi ve insanların bu araçları ulaşım modu olarak kabul görmesi oldukça yenidir (Yang ve ark., 2020). Bu nedenle ülkemizde mikromobilitate araçlarının incelenmesi anlamında yapılan çalışmalar kısıtlıdır. Mikromobilitate, günümüzde kentsel ulaşım alanında önemli bir konu haline gelmiştir. Çeşitli mikromobilitate araçları, şehir içi ulaşımın dönüşümünde bir çözüm olarak sunulmakta ancak bu araçların potansiyelini ve pratik uygulanabilirliğini değerlendirmek gerekmektedir. Dündar ve ark., (2022) mikromobilitate kavramının ulaşım alanındaki potansiyelini ve pratik uygulanabilirliğini araştırmaktadır.

Kent içi ulaşımın iyileştirilmesi için yapılan araştırmalarda lokasyon analitiği gibi veri odaklı yaklaşımlar önemli bir rol oynamaktadır. Karahan ve ark., (2023) mikromobilitate çözümlerinin kentsel ulaşımına katkısını analiz etmektedir.

Mikromobilitate araçlarının toplu taşıma sistemine entegrasyonu da önemli bir konudur. Sadati, (2023) bu konuda yapılan araştırmalara odaklanarak, mikromobilitate araçlarının toplu taşıma sistemleriyle uyumunu ele almaktadır. Özden ve Kun, (2024), Türkiye’de sıklıkla kullanılan iki farklı mikromobilitate araçlarının kentsel ulaşım bakımında altyapı durumlarına derinlemesine analiz etmişlerdir. Yerel yönetimler için politika önerileri sunulmuş ve ülkenin mikromobilitate altyapı ağı detaylı olarak görsek analizler ile desteklenmiştir.

COVID-19 pandemisi, ulaşım altyapısında önemli değişikliklere yol açmıştır. Bu bağlamda, Önder ve Akdemir, (2022) mikromobilitate trendlerini pandemi döneminde nasıl etkilediğini ve Türkiye'deki durumu değerlendirmektedir. Öğrencilerin mikromobilitateye bakış açılarını anlamak da önemlidir. Özdemir, (2023) öğrencilerin mikromobilitate araçlarına yönelik tutumlarını ve tercihlerini incelemektedir. Yapılandırılmış görüşme yöntemi kullanılarak üniversitede okuyan 15 kadın ve 15 erkek öğrenciden oluşan katılımcıların bu araçların kullanımına dair düşünceleri araştırılmıştır. Araştırma bulguları öğrencilerin yolları güvensiz buldukları ve kuralların yetersiz olduğu gerekçesiyle e-skuter kullanmaya isteksiz olduklarını ortaya koymuştur. Ayrıca, kız öğrencilerin تنها yollarda karşılaşabilecekleri taciz olayları nedeniyle bu araçların tercihine sıcak bakmamaktadır.

Müşteri/kullanıcı tercihlerinin önceliğinin farklı coğrafyalarda değişiklik göstermesi muhtemeldir. Farklı bölgelerde yapılan bazı çalışmaların kısa özetleri bu kısımda yer almaktadır.

Tu ve ark., (2022), sürdürülebilir çevre konseptinin gelişmesi ve yaygınlaşmasıyla birlikte yeşil enerji endüstrisinin önemli bir bileşeni olan e-skuterlerin tüketici taleplerini ve satın alma kararlarını incelemektedir. Tüketicilerin yaşam tarzları perspektifinden bakılarak, farklı tüketici gruplarının e-skuter satın alma kararlarını etkileyen faktörler araştırılmıştır. Bu çalışma, çevre bilincinden ziyade ürün performansının tüketiciler için daha önemli olduğunu ortaya koymaktadır. E-skuter kullanıcıları üç ana gruba ayrılmış ve bunlar marka bilincine sahip grup, çevresel ve maliyet tasarrufu grubu ve moda maceracıları grubu olarak isimlendirilmiştir.

Jayasingh ve ark., (2021), elektrikli iki tekerlekli araçların (E2W) benimsenmesi için bir davranış modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır. Elektrikli araçlara (EV) olan talep son yıllarda önemli ölçüde artmış olsa da toplam yeni araç satışlarının sadece küçük bir yüzdesini temsil etmektedir. Araştırma, tüketicilerin elektrikli iki tekerlekli araçları benimseme niyetlerini etkileyen faktörleri belirlemeyi hedeflemektedir. Ampirik sonuçlar, çevresel kaygı, algılanan ekonomik fayda, şarj altyapısı ve sosyal etkinin tüketicilerin elektrikli iki tekerlekli araçlara yönelik tutumlarını önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir.

Abduljabbar ve ark., (2021), mikromobilitenin şehir içi ulaşımında sürdürülebilir bir çözüm olarak rolünü incelemektedir. Mikromobilitate, kısa mesafeli yolculuklar için özel araç kullanımını azaltma potansiyeline sahip umut verici bir kentsel ulaşım modu olarak giderek daha fazla tanınmaktadır. Çalışma, mikromobilitenin sürdürülebilirlik sonuçlarını karşılamada dönüştürücü bir çözüm olarak rolü ile ilgili bilgi birikimini konsolide etmekte ve gelecekteki araştırmalar için önerilerde bulunmaktadır.

Huang, (2021), e-skuter sahiplerinin araçlarını bir mobil hizmet platformu aracılığıyla başkalarına kiralamalarını sağlayan yenilikçi bir skuter paylaşım hizmetini incelemektedir. Amaç, bu tür hizmetlerin kullanıcılar tarafından nasıl kabul edildiğini ve hangi faktörlerin bu kabulü etkilediğini anlamaktır.

Kopplin ve ark., (2021), paylaşımlı e-skuterlerin şehir içi ve kısa mesafeli ulaşım için tüketici kabulünü incelemektedir. E-skuterler bireysel hareketlilik için şehirlerde popüler hale gelmiş ve diğer ulaşım modlarıyla rekabet etmektedir. Bazı çalışmalar e-skuterlerin kalabalık şehirler için çevre dostu bir çözüm olduğunu savunurken diğerleri güvenlik sorunları ve çelişkili bulgular sunmaktadır. Bu çalışmada, e-skuter kullanımını etkileyen faktörleri tüketici perspektifinden ortaya koymak amacıyla

Teknoloji Kabul ve Kullanımının Birleşik Teorisi (UTAUT2) kullanılmıştır. Alman toplu taşıma hizmetlerinde yapılan rastgele örnekleme sonucu 749 yanıt toplanmış ve analiz edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda kullanıcı tercihlerinin değişkenlik gösterdiği açıktır. Altyapı durumu, sosyo-ekonomik göstergeler ve öz saygının tercihleri etkilediği görülmektedir. Marka bilinci, maliyeti, kullanım kolaylığı, çevresel etkiler, güvenlik, park etme kolaylığı, yasal düzenlemeler, ulaşım kolaylığı gibi kriterler kullanıcılar tarafından araç seçiminde dikkate alınan temel faktörlerdir. Birçok sektörde müşteri tercihlerinin analizi yetkili firmalar ve hizmet sağlayıcıları tarafından yapılmaktadır. Farklı alanlarda MCDM tabanlı müşteri tercihlerinin analizini gerçekleştirmiştir (Rajagopal ve Del Castillo, 2007; Choi ve Ahn, 2009; Gangurde ve Akarte, 2013; Stanujkic ve ark., 2015; Qi ve ark., 2020; Xu ve ark., 2023). Ayrıca bu çalışmada kullanılan AHP, VIKOR ve COPRAS'ın birçok çalışmada da kriter ağırlıklandırma ve performans değerlendirme analizlerinde kullanıldığı açıktır (Sennaroglu ve Varlik Celebi, 2018; Khan ve ark., 2019; Osei ve ark., 2023).

Bu çalışmanın temel amacı, mikromobilité araçlarının Türkiye'deki kullanımını ve müşteri tercihlerini ÇKVV yöntemleri ile analiz etmektir. Bu doğrultuda, bisiklet, e-skuter, elektrikli kayak gibi çeşitli mikromobilité araçlarının avantajları, özellikleri ve kullanım sebepleri incelenerek Türkiye'nin ulaşım altyapısındaki dönüşüm sürecine katkı sağlanması hedeflenmektedir. Ayrıca, mikromobilité araçlarının kullanımıyla ilgili farkındalığı artırmak ve bu alandaki araştırmaların gelişimine katkıda bulunmak açısından da önemlidir. Çalışmanın sağlamış olduğu katkılar aşağıda yer almaktadır:

- Türkiye'deki mikromobilité araçlarının kullanımını ve müşteri tercihleri analiz edilmektedir. Bu bağlamda, bisiklet, e-skuter, elektrikli kayak gibi çeşitli mikromobilité araçlarının avantajları, özellikleri ve kullanım sebepleri detaylı olarak incelenmiştir.
- Araştırmada, mikromobilité araçlarının performanslarını değerlendirmek ve müşteri tercihlerini belirlemek için AHP, VIKOR ve COPRAS yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler araçların çeşitli kriterler açısından sıralanmasını ve kullanıcı tercihlerine göre değerlendirilmesini sağlamaktadır.
- Çalışma, mikromobilité araçlarının performansını değerlendirmek üzere 16 farklı kriter belirlemiş ve bu kriterlerin ağırlıklarını AHP yöntemi ile belirlemiştir. Yazarın bildiği kadarıyla müşteri tercihlerinin değerlendirildiği en kapsamlı kriter havuzudur. Kriterler arasında ortalama hız, sürüş imkanları, konfor seviyesi, güvenlik ve park imkanı gibi faktörler bulunmaktadır.
- Çalışma, belirlenen kriterlere göre mikromobilité araçlarının performanslarını VIKOR ve COPRAS yöntemleri ile sıralamış ve e-bisiklet ve mopetin en iyi performans gösteren alternatifler olduğunu bulmuştur. Bu sonuçlar, şehir planlamacıları ve politika yapıcılar için önemli bilgiler sunmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Değerlendirme Kriterleri

Bu çalışmada, mikromobilité araçlarının performansını değerlendirmek üzere 16 kriter belirlenmiştir. Bu kriterlerin seçilmesinde şu faktörler dikkate alınmıştır:

- Kullanıcı Memnuniyeti ve Talepleri: Mikromobilité araçlarının kullanıcılarının beklenti ve talepleri göz önünde bulundurularak, kullanıcı deneyimini iyileştirecek kriterler seçilmiştir.
- Ulaşımın Çeşitliliği: Şehir içi ulaşımın farklı yönlerini kapsayan kriterler seçilerek, mikromobilité araçlarının geniş bir kullanım yelpazesine sahip olması amaçlanmıştır.

- Sürdürülebilirlik ve Çevresel Etki: Çevresel etkiyi en aza indiren ve sürdürülebilir bir ulaşım modeline katkı sağlayacak kriterler belirlenmiştir.
- Toplumun ve Şehirlerin İhtiyaçları: Şehirlerin ve toplumun ulaşım ihtiyaçlarına cevap verebilecek ve günlük yaşamı kolaylaştıracak kriterler öncelikli olarak seçilmiştir.
- Teknolojik Gelişmeler ve Trendler: Mikromobilité araçlarının teknolojik gelişmeleri ve sektördeki trendler dikkate alınarak, gelecekteki ulaşım ihtiyaçlarına yönelik kriterler belirlenmiştir.

Bu faktörler dışında mikromobilité araçlarının satış pazarlamasındaki temel karşılaştırma kriterleri de yazar tarafından dikkate alınmıştır. Bu kriterler, mikromobilité araçlarının performansını objektif ve kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için seçilmiştir. Her bir kriterin, kullanıcıların günlük ulaşım deneyimini etkileyen farklı yönleri temsil ettiği düşünülmüştür. Bu şekilde, çalışma mikromobilité araçlarının geniş bir perspektiften incelenmesini sağlayacak ve karar vericilere ve politika yapıcılara değerli bir bakış açısı sunacaktır. Şekil 1’de mikromobilité araçlarının tercih edilmesinde dikkate alınan 16 kriter belirtilmiştir.



Şekil 1. Değerlendirme kriterleri

Çalışma kapsamında bisiklet (A1), e-bisiklet (A2), moped (A3), e-skuter (A4) ve e-kaykay (A5) gibi en çok tercih edilen mikromobilité araçları alternatifler olarak belirlenmiştir. Bu araçların değerlendirme kriterlerine göre sağladığı özellikler ve değerlerin karşılaştırmaları Çizelge 1’de sunulmaktadır. Ancak verilen ifadelerin metinsel ve sayısal değerler içermesi karar verme sürecinde karışıklığa yol açacaktır. Bu bakımdan değerlendirme kriterlerine ait özelliklerin ölçeklendirilmesi gerekmektedir. Ölçek yazar tarafından oluşturulmuş olup ÇKKV yöntemlerinin uygulanabilirliğini sağlamıştır.

Çizelge 1. Değerlendirme kriterleri ve alternatif mikromobilité araçlarının özellik detayları

Kriter	A1	A2	A3	A4	A5
K1	15-25 km/s	20-35 km/s	30-50 km/s	15-25 km/s	10-20 km/s
K2	Gerekmez	Gerekmez	Gerekir	Gerekmez	Gerekmez
K3	Yol, bisiklet yolları	Yol, bisiklet yolları	Yol, skuter yolları	Yol, bisiklet yolları	Yaya yolları, parklar
K4	Oturarak	Oturarak	Oturarak	Ayakta	Ayakta
K5	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
K6	Yüksek	Yüksek	Çok yüksek	Orta	Düşük
K7	Çok Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	Orta

Çizelge 1. Değerlendirme kriterleri ve alternatif mikromobilité araçlarının özellik detayları (Devamı)

K8	Bisiklet park yerleri	Bisiklet park yerleri	Moped park yerleri	Taşınabilir, park gerektirmez	Taşınabilir, park gerektirmez
K9	Kısıtlı	Kısıtlı	Kısıtlı	Uygun	Uygun
K10	Çok düşük	Düşük	Orta (elektrikli)	Düşük	Düşük
K11	Düşük		Orta	Orta	Düşük

K12	Yüksek	Yüksek	Orta	Orta	Orta
K13	Çok düşük	Orta	Yüksek	Düşük	Düşük
K14	Yok	Düşük	Yüksek	Düşük	Düşük
K15	5-20 km	50-100 km	50-100 km	20-40 km	15-30 km
K16	Yok	3-6 saat	3-6 saat	2-4 saat	1-3 saat

Çizelge 1’de yer alan özelliklerin ölçeklendirilmiş nihai hali Çizelge 2’de verilmektedir. Değerlendirme kriterlerinin kendi içinde maliyet ve fayda yönleri olduğu gibi içsel özelliklerinde de bulunmaktadır. Bu bakımdan fayda yönü yüksek sayısal değerler alırken maliyet yönlü olanlar düşük sayısal değerler içermektedir. Özellikle bu ölçeklendirmenin alternatif araçların performans değerlendirmesinde son derece önemlidir. Bu değerler karar verme sürecinde karar matrisi olarak değerlendirilecektir.

Çizelge 2. Değerlendirme kriterlerine ait özneliklerin ölçeklendirilmesi ve karar matrisinin oluşturulması

K1	K2	K3	K4	K5
10-20: 1	Gerekir: 1	Yol, bisiklet yolları: 3	Oturarak: 2	Yüksek: 3
15-25: 2	Gerekmez: 2	Yol, skuter yolları: 2	Ayakta: 1	Orta: 2
20-35: 3		Yaya yolları, parklar: 1		Düşük: 1
30-50: 4				
K6	K7	K8	K9	K10
Çok yüksek: 4	Çok yüksek: 4	Taşınabilir, park gerektirmez: 3	Uygun: 2	Çok düşük: 4
Yüksek: 3	Yüksek: 3	Mopet park yerleri: 2	Kısıtlı: 1	Düşük: 3
Orta: 2	Orta: 2	Bisiklet park yerleri: 1		Orta: 2
Düşük: 1	Düşük: 1			Yüksek: 1
K11	K12	K13	K14	K15
1000-7000 TL: 1	Yüksek: 3	Çok düşük: 4	Yok: 4	5-20:1
7001-12000: 2	Orta: 2	Düşük: 3	Düşük: 3	15-30:2
12001-17000: 3	Düşük: 1	Orta: 2	Orta: 2	20-40:3
17001-22000: 4		Yüksek: 1	Yüksek: 1	50-100:4
K16	Not: Markaların baz modelleri dikkate alınarak ortalama değerler hesaplanmış ve öznelik değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerin üzerinde ve altında üretilen araçlar mevcuttur.			
Yok: 4				
1-3: 3				
2-4: 2				
3-6: 1				

Değerlendirme kriterlerinin ağırlıklandırılması

AHP, karar verme süreçlerindeki karmaşıklığı yönetmek ve öncelikleri belirlemek için kullanılan birçok ölçütlü karar verme yöntemidir. Bu yöntem, Amerikalı matematikçi ve psikolog Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir (Saaty, 1980). AHP, karar verme sürecindeki karmaşıklığı basitleştirmek için bir hiyerarşi yapısı kullanır. Genel hedef veya problem en üst seviyede yer alırken altında alt hedefler veya alt kriterler yer alır (Kaya ve ark., 2020; Alemdar ve ark., 2021). Bu hiyerarşik yapı, karar verme sürecini aşağıdaki adımlarla yönlendirir:

- *Adım1-Problem Belirleme:* Karar verme sürecinde ele alınacak problem veya hedef net bir şekilde tanımlanır ve belirlenir.
- *Adım2-Hiyerarşik Yapının Oluşturulması:* Problemi ele almak için bir hiyerarşi yapısı oluşturulur. Genel hedef en üstte yer alırken, altında alt hedefler veya alt kriterler yer alır.

- *Adım3-Ölçütlerin Belirlenmesi:* Her bir kriter veya alt hedef karar verme sürecindeki önemi veya katkısı açısından değerlendirilir ve ölçeklenir.
- *Adım4-İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması:* Kriterler arasındaki ikili karşılaştırmalar yapılır. Her bir kriter diğerleriyle karşılaştırılarak, hangisinin daha önemli olduğu belirlenir.
- *Adım5-Önceliklerin Belirlenmesi:* İkili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen verilere dayanarak kriterlerin ağırlıkları veya öncelikleri hesaplanır.
- *Adım6-Tutarsızlık Kontrolü:* İkili karşılaştırmalarda tutarsızlık kontrolü yapılır ve tutarsızlık oranı belirlenir. Bu adım, karar verme sürecinin güvenilirliğini artırmak için önemlidir.
- *Adım7-Sonuçların Analizi ve Yorumlanması:* Elde edilen ağırlıklar ve öncelikler karar verme sürecinde kullanılmak üzere analiz edilir ve yorumlanır. Bu adımda, karar verme sürecine yönelik önemli iç görüler elde edilir.

AHP, karmaşık karar verme süreçlerinde kullanılan güçlü bir yöntemdir ve geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Mikromobilité araçlarının performanslarının değerlendirilmesi

Beş alternatif mikromobilité araçlarının 16 değerlendirme kriterine göre performanslarının sıralanması ve müşteri tercihleri üzerindeki etkisinin nihai halinin elde edilmesinde VIKOR ve COPRAS yöntemleri tercih edilmiştir. Bu kısımda her iki yönteme ait temel işlem adımları yer almaktadır. Kullanılan değerlendirme kriterleri yazar tarafından belirlenmiştir.

VIKOR

VIKOR yöntemi, ilk olarak Opricovic tarafından literatüre kazandırılmıştır (Opricovic and Tzeng, 2004). Bu yöntem, ÇKKV problemlerinde alternatiflerin sıralanması ve en uygun çözümün bulunması için kullanılır (Kutlu Gündođdu ve ark., 2018; Kaya ve ark., 2020; Alemdar ve ark., 2020; Bakioglu ve Atahan, 2021). VIKOR, özellikle birbirine yakın çözümler arasında bir uzlaşma sağlamaya yönelik olarak tasarlanmıştır. Altı farklı adımdan oluşmaktadır.

- *Adım1-Karar Matrisinin Oluşturulması:* Karar matrisi oluşturulur. Bu matris, alternatiflerin ve kriterlerin performans değerlerini içerir.
- *Adım2-Her kriter için en iyi f_j^* ve en kötü f_j^- değerlerinin belirlenmesi:* Bu değerler kriterlerin maliyet ya da fayda yönlü türüne göre değişkenlik göstermektedir.
- *Adım3-Karar Matrisinin Normalize Edilmesi:* Karar matrisi homojenliği sağlamak için normalize edilir.
- *Adım4-İdeal Çözümlerin Belirlenmesi:* İdeal ve anti-ideal çözümler belirlenir.
- *Adım5- S_i ve R_i değerlerinin belirlenmesi:* Kriter ağırlıklarının ve göreceli önemlerinin dahil edilmesini içermektedir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j (f_j^* - x_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \quad (1)$$

$$R_i = \max_j \left[\frac{w_j (f_j^* - x_{ij})}{f_j^* - f_j^-} \right] \quad (2)$$

- *Adım6- Q_i değerlerinin hesaplanması*

$$Q_i = \frac{v(S_i - S^*)}{(S^- - S^*)} + \frac{(1-v)(R_i - R^*)}{(R^- - R^*)} \quad (3)$$

$$S^* = \min_i S_i, S^- = \max_i S_i, R^* = \min_i R_i, R^- = \max_i R_i \quad (4)$$

v değeri, maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade etmektedir.

- *Adım7-VIKOR Sıralaması:* En iyi ve en kötü sıralamalara göre VIKOR sıralaması yapılarak alternatifler değerlendirilir.

COPRAS

COPRAS yöntemi, ÇKKV problemlerinde kullanılan bir yöntemdir ve ilk olarak Zavadskas ve Kaklauskas tarafından 1996 yılında geliştirilmiştir (Kaklauskas ve ark., 2005). COPRAS yöntemi, alternatiflerin performanslarını değerlendirirken her bir kriterin hem fayda (yarar) hem de maliyet (zarar) etkilerini dikkate alır. Bu yöntemin temel amacı, alternatifler arasında en uygun olanı belirlemek için kriterlerin ağırlıklarını ve bu kriterlere göre her bir alternatifin skorlarını hesaplamaktır. COPRAS yöntemi özellikle karmaşık karar verme süreçlerinde birçok alternatifin ve kriterin dikkate alınması gerektiğinde kullanışlıdır. Yöntem, karar vericilere alternatifler arasında dengeli ve mantıklı seçimler yapma imkanı sağlar. COPRAS yöntemi beş farklı işlem adımından oluşur (Mulliner ve ark., 2013; Wang ve ark., 2017; Altın, 2021).

- *Adım1-Karar Matrisinin Oluşturulması:* Karar matrisi oluşturulur.
- *Adım2-Karar Matrisinin Standartlaştırılması:* Karar matrisi normalize edilir. q_i kriter ağırlıklarını temsil etmektedir.

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \cdot q_i}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (5)$$

$$q_j = \sum_{i=1}^m d_{ij}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (6)$$

- *Adım3- Ağırlıklı Normalize İndekslerin Toplanması:* Kriterlere ait minimizasyon ve maksimizasyon yönleri dikkate alınır.

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^n d_{+ij}; S_{-i} = \sum_{j=1}^n d_{-ij}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (7)$$

- *Adım4-Alternatiflerin göreceli öneminin hesaplanması:* Dikkate alınan alternatiflerin karşılaştırılmasında göreceli önem değeri hesaplanır. Q_j olarak simgelenmektedir.

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-min} \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m \frac{S_{-min}}{S_{-i}}}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (8)$$

- *Adım5-Alternatiflerin fayda derecesinin hesaplanması:* Alternatiflerin değerlendirme kriterleri üzerindeki faydaları hesaplanır ve fayda derecesi 100'e yaklaştıkça en iyi seçenek olarak kabul edilir.

$$N_i = \left(\frac{Q_i}{Q_{max}} \right) \times 100 \quad (9)$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Mikromobilité araçlarının yaygınlaşması ve dünyada bir ulaşım modu olarak kabul edilmesi müşteri tercihlerini etkilemektedir. Özellikle bir aracın seçiminde fiyat, ikinci el değeri, fren sistemi, depolama alanı, estetik ve tasarım gibi birçok parametrenin toplu şekilde değerlendirilmesi gerektiği açıktır. Ancak ürün pazarlama, reklam bütçesi ve marka büyüklükleri müşterilerin algılarını kolaylıkla değiştirebilmektedir. Bu çalışmada müşteri tercihlerinin temel dayanakları dikkate alınarak 16 farklı

değerlendirme kriteri belirlenmiştir. İlk olarak bu kriterlerin öncelik değerleri AHP ile belirlenmiştir. Saaty 15 değerlendirme kriteri için random indeks (RI) değer tablosunu oluşturmuştur (Saaty, 1980). Bu kriter sayısının aşılması durumunda Eşitlik 10 kullanılmalıdır (Alonso and Lamata, 2006).

$$RI = 0,00149n^3 - 0,05121n^2 + 0,5915n - 0,79124 \quad (10)$$

Ayrıca ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında dört inşaat mühendisinden oluşan bir karar verme takımından yararlanılmıştır. Uzman görüşleri de dikkate alınarak değerlendirme kriterlerine ait ağırlık değerleri Çizelge 3’de sunulmuştur. Tutarlılık oranı ortalaması 0,0149 olduğundan oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlı olduğu kabul edilmektedir.

Çizelge 3. Değerlendirme kriterlerinin öncelik değerleri

Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Ağırlık	0.1661	0.0891	0.11	0.0699	0.0776	0.0627	0.0591	0.0356
Kriter	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16
Ağırlık	0.0452	0.0548	0.0581	0.0368	0.0259	0.0373	0.0264	0.0449

Müşteri tercihinde öncelik değerinin en yüksek olduğu kriterin K1, en düşük olduğu kriterin ise K13 olduğu görülmektedir. Özellikle mikromobilité kullanıcı profiline genç ve erkek olması hız kriterinin önem şiddetinin artmasına neden olmaktadır. Bu araçların kullanılmasının ana amacı toplu taşıma yerine tercih etme ve turistik gezinti olduğu için bakım maliyeti en az önemsenen öncelik değeri olabilir. Bu değerler genel yargılar olarak ifade edilmektedir. Kullanıcı profili değişikçe kriterlerin öncelik değerlerinde farklılıklar gözlenebilir.

Alternatif mikromobilité araçlarının sıralanması için karar matrislerinin oluşturulması gerekmektedir. Karar verme takımı uzmanlığı ve araç modellerinin özellikleri incelenerek temel değerler elde edilmiştir. Ölçeklendirilen değerler kullanılarak elde edilen karar matrisi Çizelge 4’de bulunmaktadır.

Çizelge 4. Karar matrisi

Kriter	A1	A2	A3	A4	A5
K1	2	3	4	2	1
K2	2	2	1	2	2
K3	3	3	2	3	1
K4	2	2	2	1	1
K5	1	2	3	3	3
K6	2	3	3	2	2
K7	3	4	4	2	2
K8	1	1	2	3	3
K9	1	1	1	2	2
K10	4	3	2	3	3
K11	4	3	2	3	4
K12	3	3	2	2	2
K13	4	3	2	3	3
K14	4	3	2	3	3
K15	1	4	4	2	1
K16	4	2	2	3	4

Beş alternatifin sıralanmasında VIKOR ve COPRAS karar verme teknikleri kullanılmıştır. Her iki sıralama yönteminde de ilk adım karar matrisinin oluşturulmasıdır. İki yöntemin kullanılması sıralama olası değişkenlikleri gösterirken aynı zamanda hassasiyet analizinin de yapılmasına olanak sağlamaktadır. Mikromobilité araçlarının müşteri tercihleri dikkate alınarak yapılan sıralama Çizelge 5’de gösterilmektedir.

Çizelge 5. Alternatif mikromobilite araçlarının müşteri tercih performansı

Sıralama	1	2	3	4	5
VIKOR	A2	A3	A4	A1	A5
Uzlaşık çözüm	0.59	0.4673	0.4649	0.3877	0.30791
COPRAS	A3	A2	A4	A1	A5
Fayda derecesi	100	80.54	70.85	69.62	64.65

VIKOR yöntemi, ideal çözüme en yakın olan alternatifin e-bisiklet (A2) olduğunu göstermektedir. E-bisiklet (A2), en yüksek uzlaşık çözüm değeri (0,59) ile en iyi alternatif olarak sıralanmıştır. Mopet (A3) ve e-skuter (A4) sırasıyla ikinci ve üçüncü sırada yer almakta olup, bisiklet (A1) ve e-kaykay (A5) en düşük sıralamalara sahiptir. Bu sonuç, e-bisikletin hem kullanıcı ihtiyaçlarını karşılama açısından hem de performans kriterlerine göre en iyi alternatif olduğunu göstermektedir.

COPRAS yöntemine göre mopet (A3) en yüksek fayda derecesi (100) ile en iyi alternatif olarak sıralanmıştır. Bunu, e-bisiklet (A2) ve e-skuter (A4) takip etmektedir. Bisiklet (A1) ve e-kaykay (A5) ise en düşük sıralamalara sahiptir. Mopetin en yüksek fayda derecesine sahip olması özellikle yüksek performans ve kullanılabilirlik açısından kullanıcılar için daha avantajlı olduğunu göstermektedir.

Sonuçlar her iki yöntemin farklı kriter ve hesaplama yaklaşımlarına dayandığını göstermektedir. Bu farklılıklar kullanıcı tercihlerinin ve performans kriterlerinin değerlendirilmesinde çeşitli perspektifler sunmaktadır. E-bisiklet ve mopet, her iki yöntemle de en iyi iki alternatif arasında yer alırken bisiklet ve e-kaykay genellikle alt sıralarda yer almıştır. Bu, e-bisiklet ve mopetin mikromobilite çözümlerinde daha etkili ve kullanıcı dostu seçenekler olduğunu göstermektedir.

Yapılan sıralama işlemlerinde ilk iki sıradaki araçlar değişkenlik gösterirken sıralamanın geri kalanında aynı sonuçlar meydana gelmektedir. E-bisiklet ve mopet genel olarak da paylaşım sistemlerinde sıklıkla kullanılan iki araç türüdür. Özellikle e-bisikletin hem manuel hem de elektrikli olarak sürülebilmesi ve farklı yol koşullarında e-skutere göre daha elverişli olması müşteriler tarafından bir adım önde görülebilir. Ancak e-skuterin esnek ve hızlı olmasının yanı sıra özel araç ve toplu taşıma sistemlerine entegre olabilme yeteneği de diğer mobilite araçlarından ayıran en önemli özellikleridir. Özellikle kısıtlı mobilite ulaşım altyapısı dikkate alındığında A5 alternatifinin iyi bir seçenek olmadığı net şekilde görülmektedir.

E-skuterlerin her iki yöntemde de üçüncü sırada yer alması, onların mikromobilite çözümleri arasında önemli ve pratik bir seçenek olduğunu göstermektedir. E-bisiklet (A2) ve mopet (A3) ile karşılaştırıldığında bazı kriterlerde daha düşük performans göstermelerine rağmen, kullanım kolaylığı, erişilebilirlik ve çevresel etkiler gibi avantajları nedeniyle yüksek bir sıralamaya sahiptirler. Bu da, e-skuterlerin şehir içi ulaşımında sıkça tercih edilen bir alternatif olmasını açıklamaktadır.

SONUÇ

Bu çalışma, mikromobilite araçlarının müşteri tercihlerine göre performanslarını değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bisiklet (A1), e-bisiklet (A2), mopet (A3), e-skuter (A4) ve e-kaykay (A5) olmak üzere beş farklı mikromobilite aracı, 16 farklı kriter dikkate alınarak analiz edilmiştir. Bu kriterler ortalama hız, zorunlu ehliyet gereksinimi, sürüş imkanları, fiziksel efor, konfor, güvenlik, park imkanı, toplu taşımaya uygunluk, çevresel etki, satın alma maliyeti, altyapı uygunluğu, bakım ve işletme maliyeti, şarj ve yakıt maliyeti, menzil ve şarj süresi gibi müşteri tercihlerini etkileyen önemli faktörleri içermektedir. AHP kullanılarak kriterlerin önceliklendirilmesi yapılmıştır. AHP sonuçlarına göre en yüksek ağırlığa sahip kriter ortalama hız iken, en düşük ağırlık bakım maliyeti belirlenmiştir. Bu önceliklendirme, müşterilerin hız ve verimliliğe ne kadar önem verdiklerini bakım maliyetlerini ise nispeten daha az önemseydiğini göstermektedir. VIKOR ve COPRAS yöntemleri,

belirlenen mikromobilité araçlarının performanslarını sıralamak için kullanılmıştır. VIKOR yöntemi sonuçlarına göre, e-bisiklet (A2) en iyi performansı gösteren alternatif olarak belirlenmiş, mopet (A3) ikinci sırada ve e-skuter (A4) üçüncü sırada yer almıştır. COPRAS yöntemi ise mopeti (A3) en iyi alternatif olarak sıralamış, ardından e-bisiklet (A2) ve e-skuter (A4) gelmiştir. Her iki yöntemle de bisiklet (A1) ve e-kaykay (A5) alt sıralarda yer almıştır. E-skuterin (A4) her iki yöntemde de üçüncü sırada yer alması, bu aracın şehir içi ulaşımında önemli bir yer tuttuğunu ve kullanıcılar arasında popüler olduğunu göstermektedir. E-skuterler, düşük fiziksel efor gerektirmeleri, kolay kullanımları ve çevresel açıdan sürdürülebilir olmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Bu bulgular, mikromobilité araçlarının şehir içi ulaşım çözümlerinde müşteri ihtiyaçlarını karşılamada etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle e-bisiklet ve mopet, yüksek performansları ile dikkat çekmekte ve kullanıcıların hız ve verimlilik beklentilerini karşılamaktadır.

Bu çalışmanın bulguları, şehir planlamacıları ve politika yapıcılar tarafından şehir içi ulaşım stratejilerinin geliştirilmesinde kullanılabilir. Örneğin, e-bisiklet ve mopetlerin yüksek performans göstermesi bu araçların şehir içi ulaşımında daha fazla teşvik edilmesi gerektiğini göstermektedir. Şehir planlamacıları, bisiklet yollarının genişletilmesi ve e-bisiklet şarj istasyonlarının artırılması gibi somut adımlar atabilir. Belediye ve yerel yönetimler, mikromobilité araçları için uygun park alanları ve güvenli sürüş yolları sağlamak için gerekli düzenlemeleri yapabilirler. Bu çalışma, belediyelerin mevcut altyapıyı değerlendirerek bisiklet ve e-skuter yollarının iyileştirilmesi ve genişletilmesi yönünde adımlar atmasına yardımcı olabilir. Örneğin, belediyeler toplu taşıma sistemleri ile mikromobilité araçlarının entegrasyonunu sağlayacak projeler geliştirebilir. Mikromobilité araç üreticileri kullanıcı tercihleri doğrultusunda ürün geliştirme ve pazarlama stratejileri oluşturabilirler. Kullanıcıların hız ve konfor gibi kriterlere verdiği önemi dikkate alarak yeni modeller geliştirebilir ve bu özellikleri ön plana çıkaran pazarlama kampanyaları düzenleyebilirler.

Bu çalışma, Türkiye'nin 12. Kalkınma Planı kapsamında belirlenen hedeflere ve politikalara önemli katkılar sağlamaktadır. Mikromobilité araçlarının yaygınlaşması Türkiye'nin yeşil dönüşüm hedeflerine katkı sağlayacaktır. Bu araçlar karbon emisyonlarını azaltarak çevre dostu ulaşım çözümleri sunar ve dijital dönüşüm kapsamında akıllı ulaşım sistemlerine entegre edilebilir. Mikromobilité araçları sürdürülebilir çevre hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynar. Bu araçların yaygın kullanımı şehirlerdeki hava kalitesini iyileştirir ve trafik yoğunluğunu azaltır.

Gelecek araştırmalar bu yöntemlerin farklı şehirlerde ve farklı kullanıcı grupları ile uygulanarak daha geniş kapsamlı sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir. Mikromobilité araçlarının teknolojik gelişmeleri ve bu gelişmelerin kullanıcı tercihleri üzerindeki etkileri sonraki çalışmalarda incelenebilir.

Çıkar Çatışması

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abduljabbar, R.L., Liyanage, S., Dia, H., 2021. The role of micro-mobility in shaping sustainable cities: A systematic literature review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 92, 102734. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102734>
- Alemdar, K.D., Kaya, Ö., Canale, A., Çodur, M.Y., Campisi, T., 2021. Evaluation of Air Quality Index by Spatial Analysis Depending on Vehicle Traffic during the COVID-19 Outbreak in Turkey. *Energies* 14. <https://doi.org/10.3390/en14185729>

- Alemdar, K.D., Kaya, Ö., Çodur, M.Y., 2020. A GIS and microsimulation-based MCDA approach for evaluation of pedestrian crossings. *Accident Analysis and Prevention* 148. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105771>
- Alonso, J.A., Lamata, M.T., 2006. Consistency in the Analytic Hierarchy Process: A New Approach. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* 14, 445–459. <https://doi.org/10.1142/s0218488506004114>
- Altın, H., 2021. Application of the Copras Method in the Decision-Making Process. *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi* 3, 136–155. <https://doi.org/10.38009/ekimad.929844>
- Bakioglu, G., Atahan, A.O., 2021. AHP integrated TOPSIS and VIKOR methods with Pythagorean fuzzy sets to prioritize risks in self-driving vehicles. *Applied Soft Computing* 99, 106948. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106948>
- Calan, C., Sobrino, N., Vassallo, J.M., 2024. Understanding Life-Cycle Greenhouse-Gas Emissions of Shared Electric Micro-Mobility: A Systematic Review. *Sustainability (Switzerland)* 16. <https://doi.org/10.3390/su16135277>
- Choi, D.H., Ahn, B.S., 2009. Eliciting customer preferences for products from navigation behavior on the web: A multicriteria decision approach with implicit feedback. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans* 39, 880–889. <https://doi.org/10.1109/TSMCA.2009.2018636>
- Dozza, M., Violin, A., Rasch, A., 2022. A data-driven framework for the safe integration of micro-mobility into the transport system: Comparing bicycles and e-scooters in field trials. *Journal of Safety Research* 81, 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.01.007>
- Dündar, S., Günay, G., Karlikanovaite-Balıkçı, A., Şentürk Berktaş, E., Ulu, İ.M., 2022. Mikromobilite – Ulaşım Mucizevi Bir Çözüm Mü, Yoksa Bir Hayal Kırıklığı Mı? *İDEALKENT* 13, 576–598. <https://doi.org/10.31198/idealkent.1066650>
- Gangurde, S.R., Akarte, M.M., 2013. Customer preference oriented product design using AHP-modified TOPSIS approach. *Benchmarking* 20, 549–564. <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2011-0058>
- Huang, F.H., 2021. User behavioral intentions toward a scooter-sharing service: an empirical study. *Sustainability (Switzerland)* 13. <https://doi.org/10.3390/su132313153>
- Jayasingh, S., Girija, T., Arunkumar, S., 2021. Factors influencing consumers' purchase intention towards electric two-wheelers. *Sustainability (Switzerland)* 13, 1–20. <https://doi.org/10.3390/su132212851>
- Kaklauskas, A., Zavadskas, E.K., Raslanas, S., 2005. Multivariant design and multiple criteria analysis of building refurbishments. *Energy and Buildings* 37, 361–372. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.07.005>
- Karahan, G., Garagon, E., Kurtuluş, C., 2023. Kent Ulaşımında Mikromobilite Çözümlerine Lokasyon Analitiği Yaklaşımı. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi* 6, 75–86. <https://doi.org/10.51513/jitsa.1079294>
- Kaya, Ö., Tortum, A., Alemdar, K.D., Çodur, M.Y., 2020. Site selection for EVCS in Istanbul by GIS and multi-criteria decision-making. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 80. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102271>
- Khan, N.Z., Ansari, T.S.A., Siddiquee, A.N., Khan, Z.A., 2019. Selection of E-learning websites using a novel Proximity Indexed Value (PIV) MCDM method. *Journal of Computers in Education* 6, 241–256. <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00135-7>

- Kopplin, C.S., Brand, B.M., Reichenberger, Y., 2021. Consumer acceptance of shared e-scooters for urban and short-distance mobility. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 91, 102680. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102680>
- Kutlu Gündođdu, F., Kahraman, C., Civan, H.N., 2018. A novel hesitant fuzzy EDAS method and its application to hospital selection. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems* 35, 6353–6365. <https://doi.org/10.3233/JIFS-181172>
- Liu, L., Miller, H.J., 2022. Measuring the impacts of dockless micro-mobility services on public transit accessibility. *Computers, Environment and Urban Systems* 98, 101885. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101885>
- Mulliner, E., Smallbone, K., Maliene, V., 2013. An assessment of sustainable housing affordability using a multiple criteria decision making method. *Omega (United Kingdom)* 41, 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.05.002>
- Önder, H., Akdemir, F., 2022. Sürdürülebilir Ulaşım Altyapısının Pandemi Döneminde Yeniden Kurgulanması: Mikromobilité Trendleri ve Türkiye. *İDEALKENT* 13, 748–770. <https://doi.org/10.31198/idealkent.1039996>
- Opricovic, S., Tzeng, G.H., 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research* 156, 445–455. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1)
- Osei, I., Addo, A., Kemausuor, F., 2023. Optimal evaluation of crop residues for gasification in Ghana using integrated multi-criterial decision making techniques. *Heliyon* 9, e20553. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20553>
- Özdemir, P., 2023. University students' perspectives on micromobility: An evaluation based on e-scooters. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi* 6, 223–237. <https://doi.org/10.51513/jitsa.1257000>
- Özden, A., Betül, S., Kun, K., Bölümü, M., Fakültesi, T., Uygulamalı, S., Üniversitesi, B., 2024. Türkiye' de Bisiklet ve E-Skuter Altyapısının Kentsel Ulaşım Bakımından Değerlendirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 30. <https://doi.org/10.5505/pajes.2024.09633>
- Qi, J., Hu, J., Peng, Y.H., 2020. New design concept evaluation method involving customer preferences based on rough distance to redefined ideal solution. *Computers and Industrial Engineering* 147, 106677. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106677>
- Rajagopal, R., Del Castillo, E., 2007. A Bayesian approach for multiple criteria decision making with applications in Design for Six Sigma. *Journal of the Operational Research Society* 58, 779–790. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602184>
- Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process, in: *Encyclopedia of Biostatistics*. McGraw-Hill, New York.
- Sadati, İ., 2023. Integrating a Connected Micromobility Infrastructure to the Existing Public Transport. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi* 6, 184–193. <https://doi.org/10.51513/jitsa.1148025>
- Sennaroglu, B., Varlık Celebi, G., 2018. A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 59, 160–173. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.12.022>
- Stanujkic, D., Karabasevic, D., Zavadskas, E.K., 2015. A framework for the selection of a packaging design based on the SWARA method. *Engineering Economics* 26, 181–187. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.26.2.8820>

- Susewind, R., 2021. Dreaming in the shadow of history: micro-mobilities and belonging in Lucknow. *Contemporary South Asia* 29, 500–513. <https://doi.org/10.1080/09584935.2021.1995329>
- Tiwari, A., n.d. Micro-mobility: the next wave of urban transportation in India [WWW Document]. URL <https://yourstory.com/journal/micro-mobility-edc6x8f1y1> (accessed 2.5.24).
- Tu, J.C., Jia, X.H., Yang, T.J., 2022. Discussion on the Purchase Factors and the User Demands of Electric Scooters from the Perspective of Consumers' Life Style—A Case Study on Gogoro. *Processes* 10. <https://doi.org/10.3390/pr10020395>
- Wang, Z.L., You, J.X., Liu, H.C., Wu, S.M., 2017. Failure Mode and Effect Analysis using Soft Set Theory and COPRAS Method. *International Journal of Computational Intelligence Systems* 10, 1002–1015. <https://doi.org/10.2991/ijcis.2017.10.1.67>
- Xu, S., Nupur, R., Kannan, D., Sharma, R., Sharma, P., Kumar, S., Jha, P.C., Bai, C., 2023. An integrated fuzzy MCDM approach for manufacturing process improvement in MSMEs. *Annals of Operations Research* 322, 1037–1073. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-05093-5>
- Yang, H., Ma, Q., Wang, Z., Cai, Q., Xie, K., Yang, D., 2020. Safety of micro-mobility: Analysis of E-Scooter crashes by mining news reports. *Accident Analysis and Prevention* 143, 105608. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105608>