



Yazar/Author

Aleyna Nur METE* Rukiye Gizem ÖZTAŞ KARLI**

Makale Adı/Article Name

Elektrikli Skuterlerin Şehir Ekosistemine Katkısı: Bulanık AHP Perspektifi***

The Contribution of Electric Scooters to Urban Ecosystems: A Fuzzy AHP Perspective

ÖZ

Bu çalışma, elektrikli skuterlerin şehir ekosistemine katkılarını değerlendirmek amacıyla Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemini kullanarak e-skuterlerin; çevresel etkileri, şehir yaşamına katkıları, güvenlik, sağlık, ekonomi ve kentsel peyzaj kriterleri çerçevesinde analiz etmeyi amaçlamaktadır. Araştırmada öncelikle literatür taraması yapılarak e-skuterlerin şehir ekosistemine etkilerini belirleyen kriterler ve alt kriterler tespit edilmiştir. Bu kriterler Bulanık AHP yöntemi kullanılarak sistematik ve analitik bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir. Çalışmanın bulguları, çevresel etkiler ve şehir yaşamına katkıları kriterlerinin en yüksek ağırlık değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. E-skuterlerin karbon emisyonlarını azaltarak hava kalitesini iyileştirme ve trafik yoğunluğunu azaltma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, e-skuterlerin fiziksel aktiviteyi teşvik ederek bireylerin sağlığını olumlu yönde etkilediği ve şehir estetiğine katkı sağladığı ortaya konmuştur. Çalışmanın sonuçları, e-skuterlerin çevresel sürdürülebilirlik ve şehir yaşamına olan olumlu katkılarının önemli olduğunu göstermektedir. Şehir plancıları ve karar alıcılar için e-skuterlerin kullanımının teşvik edilmesi, şehirlerin daha yaşanabilir, sürdürülebilir ve sağlıklı hale gelmesine yardımcı olabilir. Çalışma, elektrikli skuterlerin uzun vadeli etkilerini ve kullanımını optimize edecek politikaların geliştirilmesine yönelik öneriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık AHP, E-Skuter, Mikromobilite, Şehir Ekosistemi

ABSTRACT

This study aims to analyze e-scooters within the framework of environmental impacts, contributions to urban life, safety, health, economy and urban landscape criteria by using the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) method to evaluate the contributions of electric scooters to the urban ecosystem. In the research, first of all, the criteria and sub-criteria that determine the effects of e-scooters on the urban ecosystem were determined by reviewing the literature. These criteria were evaluated from a systematic and analytical perspective using the Fuzzy AHP method. The findings of the study show that the environmental impacts and contributions to urban life criteria have the highest weight values. E-scooters have the potential to improve air quality and reduce traffic congestion by reducing carbon emissions. In addition, e-scooters are found to positively affect individuals' health by encouraging physical activity and contribute to urban aesthetics. The results of the study show that the positive contributions of e-scooters to environmental sustainability and urban life are significant. For urban planners and decision makers, promoting the use of e-scooters can help cities become more livable, sustainable and healthy. The study provides recommendations for the development of policies to optimize the long-term impacts and use of electric scooters.

Keywords: Fuzzy AHP, E-Scooter, Micromobility, Urban Ecosystem

* Lisans Öğrencisi, Bartın Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, aleynanurmete@gmail.com

** Arş. Gör. Dr., Bartın Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, roztas@bartin.edu.tr

*** Bu makale 1919B012321344 numaralı ve "Elektrikli Skuterlerin Şehir Ekosistemine Katkısı: Bulanık AHP Perspektifi" başlıklı TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı sonuç raporundan elde edilmiştir.

Extended Abstract

Cities are constantly evolving ecosystems defined by the complex interaction of human activities and environmental factors. The urban ecosystem encompasses a variety of elements where sustainability, transportation and environmental impacts are important concerns for planners and decision makers. In this dynamic environment, electric scooters (e-scooters) have emerged as a modern and rapidly expanding alternative to traditional modes of transportation. Offering a fast, environmentally friendly and cost-effective transportation option, e-scooters require a comprehensive assessment of their impacts on urban ecosystems.

E-scooters have the potential to transform urban life as well as support sustainable transportation by reducing carbon emissions and improving air quality. Their quiet operation reduces noise pollution and improves the overall livability of cities. Moreover, the compact design of e-scooters positively impacts urban aesthetics and infrastructure development. This study comprehensively evaluates the contribution of e-scooters to the urban ecosystem using the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) method, focusing on various criteria such as environmental impacts, contributions to urban life, safety, health, economy and urban landscape.

The study adopts a systematic and analytical approach to assess the impact of e-scooters on urban ecosystems. First, a comprehensive literature review was conducted to identify the criteria and sub-criteria that influence e-scooter impacts. These criteria are then analyzed using Fuzzy AHP, a multi-criteria decision-making technique that addresses uncertainty and ambiguity in the decision-making process using triangular fuzzy numbers.

This study has four unique values. The first unique value of the study is the in-depth examination of the impacts of alternative means of transportation. Alternative micromobility vehicles, such as e-scooters, constitute an important alternative to urban transportation. However, the impacts of these vehicles on the urban ecosystem have not been studied in sufficient depth. This study can fill this gap by evaluating the impacts of e-scooters from a Fuzzy AHP perspective. Secondly, an analytical evaluation is presented by using the Fuzzy AHP method. Fuzzy AHP method is an analysis method used in decision-making processes. Evaluating the impacts of e-scooters on the urban ecosystem using Fuzzy AHP can add a new dimension to the analytical studies on this subject. This can help decision makers and planners to make more informed and data-driven decisions. Thirdly, by emphasizing the potential contributions of e-scooters in urban landscape and urban planning, this study can offer new perspectives on urban development and design. Finally, integrating the views of experts from different disciplines to assess the impacts of e-scooters on the urban ecosystem increases the originality of this study and can provide a more comprehensive assessment.

The findings show that the criteria of environmental impacts and contribution to urban life have the highest weight values and underline their importance in assessing e-scooter impacts. It is also consistent with the literature that electric scooters have the highest weights in terms of contributions to urban life and environmental impacts. The lower weighting of the economic contributions of electric scooters may be related to the emphasis on the environmental and social benefits of these vehicles. However, economic benefits and low operational costs are important factors that support the spread and sustainability of electric scooters in the long run.

When the sub-criteria are evaluated, the most important sub-criterion in terms of environmental impacts is carbon footprint reduction (0.45). This shows that electric scooters make a major contribution to environmental sustainability by reducing carbon emissions. Energy efficiency (0.35) is another important sub-criterion that emphasizes the positive contribution of electric scooters to the environment by consuming less energy. Under the criterion of contributions to urban life, reduced traffic congestion (0.45) indicates that scooters reduce traffic congestion in the city, making transportation smoother. Diversity of transportation (0.35) refers to supporting urban transportation with different options, and electric scooters increase this diversity and expand the transportation network. Physical activity (0.82), which has the highest weight under the health criterion, indicates that scooter use improves health by increasing the daily mobility of individuals. Traffic safety (0.78), which has the highest importance under the safety criterion, emphasizes that necessary measures should be taken to ensure the safe use of electric scooters in urban transportation. Aesthetics and design (0.75) under the criterion of impacts on urban landscape contributes to a more modern and attractive appearance of cities. Under the economy criterion, economic benefit (0.75) refers to the contribution of electric scooters to the local economy and scooters provide a low-cost and efficient transportation alternative. Operational costs (0.25) include the cost of use and maintenance of the scooters and low operational costs provide an economically sustainable transportation alternative.

This study highlights the multifaceted contributions of e-scooters to urban ecosystems, demonstrating their role in promoting environmental sustainability and improving urban living. High weight values for environmental impacts and contributions to urban life suggest that e-scooters are valuable assets for modern cities striving to become more livable, sustainable and healthy.

Recommendations include the development of policies to optimize the long-term impacts and use of e-scooters. Integrating e-scooters into urban transportation plans, improving infrastructure to support their use, and supporting policies to promote their environmental and health benefits are crucial steps. In addition, ensuring safety standards and addressing economic sustainability will support wider adoption and effective use of e-scooters in urban environments.

By harnessing the benefits of e-scooters and addressing their challenges through comprehensive planning and policymaking, cities can make significant advances in sustainability and livability. Future research should focus on long-term impact assessments and integration of e-scooters with other smart city initiatives to maximize their potential contribution to urban ecosystems.

Giriş

Şehirler, sürekli değişen ve evrilen ekosistemlerdir. Ekosistem, belirli bir coğrafi bölgede, canlı organizmaların bir arada bulunduğu ve çeşitli etkileşimler içinde oldukları bir sistemdir. Şehir ekosistemi ise bu tanıma, insan faaliyetlerinin karmaşıklığı ve çeşitliliği ile genişletmektedir (Uchida vd., 2021). Her geçen gün, sürdürülebilirlik, ulaşım ve çevresel etkiler gibi faktörler, planıcıları ve karar alıcıları zorlu bir dengeleme eylemine itmektedir. Bu bağlamda, modern şehir ulaşımının dinamik yüzü, geleneksel yöntemlere alternatif olarak yükselen ve hızla yayılan bir oyuncu ile tanıştı: Elektrikli skuterler (e-skuter).

E-skuterler, şehir sakinlerine hızlı, çevre dostu ve uygun maliyetli bir ulaşım alternatifi sunarken (Speak vd., 2023; Dias vd., 2021; Park vd., 2023), şehir ekosistemlerine olan etkileri konusunda çeşitli değerlendirmelere ihtiyaç duymaktadır. Bu alternatif ulaşım aracının şehir ekosistemine katkıları, sadece sürdürülebilir ulaşımı desteklemekle kalmayıp, aynı zamanda kent yaşamını da dönüştürebilmektedir (Almannaa vd., 2020; Buehler vd., 2021; Uluk vd., 2021). E-skuterler, karbon emisyonlarını azaltarak hava kalitesini iyileştirme potansiyeline sahiptir (Glavić vd., 2021; Moreau vd., 2020). Geleneksel ulaşım araçlarının neden olduğu kirlilik sorunlarına çözüm sunarak, e-skuterler, şehirlerde yaşayan bireylerin yaşam kalitesini artırmaktadır (Namiri vd., 2020). Ayrıca, bu araçların sessiz işleyişi, şehirde gürültü kirliliğini azaltarak kentsel yaşamın daha sakin bir hale gelmesine olanak tanımaktadır (Santos, 2018).

Bununla birlikte, e-skuterlerin kentsel peyzaja olan etkileri de büyük bir önem taşımaktadır. Şehirlerin karakterini belirleyen kentsel peyzaj sürdürülebilir kent gelişimi için kritik bir unsurdur (Horrigmo, 2012). Kentsel peyzaj, şehirleri sadece beton ve çelik yığınları olarak değil, aynı zamanda yaşanabilir, estetik ve sürdürülebilir alanlar olarak şekillendirmeyi amaçlayan bir disiplindir. Bu bağlamda, modern şehirlerde sürdürülebilir ulaşım alternatiflerinin giderek daha fazla önem kazandığı bir dönemde, e-skuterler, bu dengeyi kurmada önemli bir rol oynamaktadır. E-skuterler, kompakt tasarımları ve sürdürülebilir ulaşım sağlamaları nedeniyle kentsel peyzajı olumlu yönde etkilemektedir (Moreau vd., 2020). Bu araçların şehir içindeki kullanımının artması, geniş yeşil alanların korunmasına ve şehir estetiğinin iyileştirilmesine katkıda bulunacaktır.

Mevcut literatürde e-skuterlerin şehir ekosistemi üzerindeki etkileri üzerine çeşitli çalışmalar bulunsa da, bu araştırmalar genellikle tek boyutlu analizlerle sınırlı kalmaktadır. Önceki çalışmalar (Dias, 2024; Gössling, 2020; Hollingsworth vd., 2019; Ishaq vd., 2022) çevresel faydalara veya güvenlik sorunlarına odaklanırken, e-skuterlerin şehir peyzajına, ulaşım sistemine ve sürdürülebilirliğe olan çok boyutlu etkilerinin kapsamlı bir şekilde ele alınmadığı görülmektedir (Glavić vd., 2021; Santos, 2018). Bu durum, şehir ekosistemine dair bütüncül bir değerlendirme ihtiyacını doğurmaktadır. Bu çalışma literatürdeki—şehir ekosistemine dair bütüncül bir değerlendirme ihtiyacı eksikliğini gidermeyi amaçlamakta ve e-skuterlerin farklı kriterler üzerinden analiz edilmesiyle bu konuda yeni bir bakış açısı sunmaktadır.

Bu bağlamda çalışma, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemini kullanarak, kentsel ekosistemler üzerinde e- skuterlerin artan kullanımının getirdiği etkileri derinlemesine değerlendirmeyi amaçlamaktadır. E-skuterlerin şehir ekosistemine olan katkılarına yönelik yapılan bu çalışmanın üç özgün değeri bulunmaktadır. Çalışmanın ilk özgün değeri, alternatif ulaşım araçlarının etkilerinin derinlemesine incelenmesidir. E-skuterler gibi mikromobilité araçları, kent içi ulaşımında önemli bir alternatiftir. Ancak bu araçların şehir ekosistemine olan etkileri literatürde yeterince detaylı bir şekilde ele alınmamıştır. Bu çalışma, e-skuterlerin etkilerini Bulanık AHP perspektifiyle değerlendirerek bu konuda literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Çalışmanın bir diğer özgün değeri, bu analizin farklı disiplinlerden uzman görüşlerini entegre ederek yapılmasıdır. Uzman görüşlerinin dahil edilmesi, alternatif ulaşım araçlarının etkilerinin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu iki değer birlikte, e-skuterlerin şehir ekosistemine olan etkilerinin çok boyutlu ve detaylı bir şekilde ele alınmasını mümkün kılmaktadır. İkinci olarak, Bulanık AHP yönteminin kullanılmasıyla analitik bir değerlendirme sunulmaktadır. Bulanık AHP yöntemi, belirsizliklerin ve subjektif değerlendirmelerin olduğu karar verme süreçlerinde kullanılan bir analiz yöntemidir. E-skuterlerin şehir ekosistemine olan etkilerini bu yöntemle değerlendirmek, literatürdeki analitik çalışmalara yeni bir boyut ekleyerek karar alıcıların ve şehir plancıların daha bilinçli ve veri odaklı kararlar almalarına katkı sunabilir. Son olarak, bu çalışma kentsel peyzaj ve şehir planlaması açısından e-skuterlerin potansiyel katkılarını vurgulayarak şehir gelişimi ve tasarımına ilişkin yeni bakış açıları sunmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, e-skuterlerin çevresel sürdürülebilirlik, estetik ve kullanım alanlarının optimizasyonu gibi konularda sağlayabileceği faydalar, şehirlerin daha yaşanabilir hale getirilmesi açısından önemli katkılar sunmaktadır. Bu değerler, e-skuterlerin şehir ekosistemine etkilerinin çok boyutlu bir şekilde ele alınmasını sağlamaktadır.

1. Literatür Taraması

Elektrikli skuterler (e-skuter), şehir ekosistemine sağladıkları çok boyutlu katkılarla modern ulaşım çözümleri arasında hızla ön plana çıkmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik, ekonomik faydalar, sağlık ve güvenlik gibi alanlarda çeşitli avantajlar sunan bu araçlar, aynı zamanda kentsel yaşamı yeniden şekillendirme potansiyeline sahiptir. Literatürdeki mevcut çalışmalar, e-skuterlerin bu katkılarını derinlemesine incelemiş ve bu araçların şehir ekosistemine olan etkilerini hem avantajları hem de sınırlamalarıyla ortaya koymuştur.

Çevresel sürdürülebilirlik açısından, e-skuterlerin motorlu taşıt kullanımını azaltarak karbon emisyonlarını düşürdüğü belirtilmektedir. Moreau vd. (2020), Ishaq vd. (2022), Gössling (2020) ve Öztaş Karlı ve Çelikyay (2022), e-skuterlerin kısa mesafeli yolculuklarda karbon emisyonlarını azaltma potansiyelini ortaya koyarken, Gioldasis vd. (2024) enerji tüketimlerinin geleneksel araçlara kıyasla çok daha düşük olduğunu vurgulamıştır. Benzer şekilde, Bortoli ve Christoforou (2020), Paris'te yapılan bir analizde, e-skuterlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi gerektiğini ve bu araçların çevresel sürdürülebilirlikte önemli bir rol oynayabileceğini ifade etmişlerdir. Ancak, Hollingsworth vd. (2019), Severengiz vd. (2020) ile Kazmaier vd. (2020), bu araçların üretim ve geri dönüşüm süreçlerindeki çevresel maliyetlere dikkat çekerek, çevresel etkilerinin yalnızca kullanım aşamasında değil, tüm yaşam döngüsü boyunca değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu durum, e-skuterlerin çevresel katkılarının optimize edilebilmesi için daha geniş bir stratejik yaklaşımı zorunlu kılmaktadır.

Şehir içi ulaşımında e-skuterlerin sunduğu faydalar, toplu taşıma sistemleriyle entegrasyon sağlandığında daha da belirgin hale gelmektedir. E-scooter'ların mevcut ulaşım sistemlerine entegrasyonu, kullanıcılar için erişilebilirliği ve rahatlığı artırabilir, böylece toplu taşıma kullanımını teşvik edebilir (Krier vd., 2021; Dias, 2024). Smith ve Schwieterman (2018), paylaşımlı e-skuterlerin kısa mesafelerde otomobillere güçlü bir alternatif olabileceğini ve potansiyel olarak metro hizmetlerine erişimi artırabileceğini ortaya koymuştur. Gössling (2020), bu araçların bireysel motorlu taşıt kullanımını azaltarak trafik yoğunluğunu azalttığını, Hardt ve Bogenberger (2019) ise Münih'te (Almanya) paylaşımlı e-skuterlerin yerel otomobil yolculuklarının yerini alma potansiyeline sahip olduğunu vurgulamıştır. Jijo vd. (2019) da e-

skuterlerin kullanım modellerini analiz ederek, bu araçların trafik yoğunluğunu azaltma potansiyelini desteklemiştir. Bu bulgular, düzenleyici politikaların uygulanmasının bu araçların etkinliğini artırmada kilit bir role sahip olduğunu göstermektedir.

E-skuterlerin sağlık üzerindeki etkileri, hem fiziksel aktiviteyi teşvik etme hem de hava kalitesini iyileştirme potansiyeli literatürde tartışılmaktadır. Glenn vd. (2020), bu araçların bireylerin günlük hareketliliğini artırdığını ve yürümeyi teşvik ettiğini belirtirken aksini Neven vd. (2020) ve Mayhew ve Bergin (2019) aksini iddia etmektedir. Benzer şekilde, Huang (2022), e-skuterlerin düşük emisyonlu yapısının hava kalitesine olumlu katkılar sunduğunu ifade etmiştir. Bu bulgular, e-skuterlerin yalnızca ulaşım aracı olarak değil, aynı zamanda toplumsal sağlık üzerinde de önemli bir araç olduğunu göstermektedir.

Ancak, e-skuterlerin güvenlik boyutu, bu araçların yaygın kullanımıyla birlikte giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Fang vd. (2018) ve Lentzen vd. (2021), kazaların en önemli nedenlerinin yetersiz altyapı ve kullanıcıların trafik kurallarına uyumsuzluğu olduğunu vurgulamaktadır. Moftakhar vd. (2020) ise kazaların özellikle gece saatlerinde daha sık meydana geldiğini ve kask kullanımının yaralanmaları önemli ölçüde azaltabileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte, Namiri vd. (2020) ve Badeau vd. (2019), baş ve yüz yaralanmalarının yaygın olduğunu ve güvenlik bilincinin artırılması gerektiğini ifade etmektedir. Bu bulgular, güvenlik önlemlerinin artırılmasının ve kullanıcı eğitiminin yaygınlaştırılmasının, e-skuterlerin güvenli bir şekilde entegrasyonunda kritik bir role sahip olduğunu göstermektedir.

E-skuterlerin ekonomik etkileri, düşük maliyetli bir ulaşım alternatifi olmaları ve yerel ekonomilere olan katkıları bağlamında değerlendirilmektedir. Chang vd. (2016), bu araçların enerji tüketim maliyetlerinin geleneksel araçlara göre daha düşük olduğunu ifade etmiş, Aguilera-García vd. (2020) ise e-skuter paylaşım sistemlerinin şehirlerde yeni iş fırsatları yaratarak ekonomik sürdürülebilirliği desteklediğini vurgulamıştır. Oeschger vd. (2020), e-skuterlerin toplu taşımayla entegrasyonu sayesinde ekonomik verimliliği artırabileceğini öne sürmüştür. Bununla birlikte, Félix vd. (2023) de e-skuterlerin ekonomik faydalarına vurgu yapmıştır. Ancak literatürde ekonomik faydalara yönelik çalışmaların nispeten az olması ekonomik faydaların geniş bir perspektifle değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Kentsel peyzaj üzerindeki etkiler, e-skuterlerin estetik ve alan kullanımı bağlamında sağladığı avantajları ön plana çıkarmaktadır. Arazi kullanım çeşitliliği bağlamında, Duran-Rodas vd. (2019) ve Hosford ve Winters (2018), e-skuter yolculuklarının arazi kullanım çeşitliliği ile pozitif ilişki gösterdiğini ve bu durumun, insanların seyahat mesafesini kısaltarak araba kullanımını azalttığını ifade etmektedir. Bu bulgular, motorsuz ve özellikle elektrikli alternatif ulaşım türlerinin teşvik edilmesine katkı sağlamaktadır.

E-skuterlerin yapısal çevre ile etkileşimi de dikkat çekicidir. Nüfus yoğunluğu, istihdam yoğunluğu, kavşak yoğunluğu, otobüs durağı yoğunluğu ve arazi kullanım çeşitliliği gibi faktörlerin, e-skuter kullanımını pozitif yönde etkilediği belirtilmiştir (Duran-Rodas vd., 2019). Ancak, MİA (Merkezi İş Alanı) ile şehir merkezi arasındaki mesafenin artması, e-skuter yolculuklarının azalmasına yol açabilmektedir. Bu durum, e-skuterlerin entegre ulaşım sistemleriyle bağlantılı alanlarda daha verimli bir şekilde kullanılabilmesini göstermektedir. Fang vd. (2018) ise yanlış park edilen e-skuterlerin görsel kirlilik yaratabileceğine dikkat çekmiştir. Bu bulgular, e-skuterlerin kentsel estetik üzerindeki olumlu katkılarının optimize edilmesi ve yapısal çevreyle uyumlu hale getirilmesi için planlama süreçlerinin dikkatle ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, elektrikli skuterlerin şehir ekosistemine olan katkıları, çevresel sürdürülebilirlikten trafik yönetimine, sağlık ve güvenlikten ekonomik faydalara kadar geniş bir yelpazede değerlendirilmektedir. Ancak, bu katkıların optimize edilmesi, altyapı iyileştirmeleri, güvenlik standartlarının artırılması ve yaşam döngüsü etkilerinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasıyla mümkündür. Literatürdeki mevcut bulgular, e-skuterlerin sadece bir ulaşım aracı olmanın ötesinde, şehirlerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarında önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, e-skuterlerin çevresel etkileri, şehir yaşamına olan potansiyel katkıları, kentsel peyzaja olan etkileri gibi çeşitli kriterleri ve bu kriterlerin önem derecelerini sistematik ve analitik bir bakış açısıyla incelemektedir. E- skuterler, yenilikçi ulaşım araçları olarak öne çıkmakta ve şehirlerdeki ulaşım dinamiklerini, çevresel ayak izini ve toplumsal yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu kapsamda, ilk olarak literatür taraması yapılarak kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Daha sonra Bulanık AHP yöntemi kullanılarak, bu kriterlerin her birinin önemi ve katkıları sıralanmıştır.

2.1. Materyal

Bu bölümde, e- skuterlerin kent ekosistemine olan etkilerinin çok boyutlu analizi için gerekli olan kriter ve alt kriterler detaylandırılmaktadır. Araştırmanın temelini oluşturan bu kriter ve alt kriterler (Tablo 1), literatür taraması sonucu elde edilmiştir. Ele alınan kriter ve alt kriterler, e-skuterlerle ilgili çeşitli boyutları (güvenlik, sağlık, ekonomi, çevresel etkiler, şehir yaşamına katkılar ve kentsel peyzaj) kapsamlı bir şekilde değerlendirmeye olanak tanımak için özenle belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan kriter ve alt kriterlere ilişkin detaylı bilgi aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1. Kriter ve Alt Kriterler

	Kriter	Alt Kriter	Referanslar
1	Güvenlik	Trafik Güvenliği Ürün Güvenliği	Cano-Moreno vd., 2021; Cicchino vd., 2021; Fang vd. 2018; Lentzen vd., 2021; Severengiz vd., 2021; Singh vd., 2022; White vd., 2023
2	Sağlık	Fiziksel Aktivite Hava Kalitesi	Bozzi ve Aguilera, 2021; Huang, 2022; Milakis vd., 2020; Sanders vd., 2022
3	Ekonomi	Ekonomik Fayda Operasyonel Maliyetler	Chang vd., 2016; Davies vd., 2020; Deveci vd., 2023
4	Çevresel Etkiler	Karbon Ayak İzi Azaltımı Enerji Verimliliği Atık Yönetimi	Gioldasis vd., 2024; Hollingsworth vd., 2019; Ishaq vd., 2022; Leurent, 2022; Wang vd., 2021; Weschke vd., 2022
5	Şehir Yaşamına Katkılar	Trafik Yoğunluğunun Azalması Ulaşım Çeşitliliği Erişilebilirlik ve Kullanım Kolaylığı	Gössling, 2020; Hosseinzadeh vd., 2021; Laa ve Leth, 2020; Nikiforiadis vd., 2021; Zakhem ve Smith-Colin, 2021; Wang vd., 2023
6	Kentsel Peyzaja Etkiler	Estetik ve Tasarım Altyapı Gelişimi	della Mura vd., 2022; Glavić vd., 2021; Huo vd., 2021; James vd., 2019; Zuniga-Garcia vd., 2021

Güvenlik

Güvenlik kriteri, şehir içi trafikte e- skuter kullanımının güvenlik standartlarını ve trafikle etkileşimini ele almaktadır. Bu kapsamda, trafik kazalarının sıklığı ve ciddiyeti, kazalardaki yaralanma oranları ve skuter kullanımının yayalar için potansiyel riskler oluşturup oluşturmadığı incelenmektedir. Ayrıca, skuter tasarımlarındaki güvenlik özellikleri, batarya ve elektrik sistemlerinin güvenilirlik seviyeleri ve bu sistemlerin kullanıcı güvenliği üzerindeki etkileri de değerlendirilmektedir.

Sağlık

Sağlık kriteri, e- skuter kullanımının insan sağlığına etkileri fiziksel aktivite ve hava kalitesi olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir. Fiziksel aktivite başlığı altında, skuter kullanımının insanların günlük hareket düzeylerini nasıl etkilediği, bu etkinin sağlık üzerindeki uzun vadeli faydaları ve olası negatif etkileri değerlendirilmektedir. Hava kalitesi başlığı altında

ise, skuterlerin egzoz emisyonlarının azaltılması yoluyla hava kirliliği üzerindeki etkileri ve bu etkilerin kentsel hava kalitesine olan uzun vadeli katkıları yer almaktadır.

Ekonomi

Ekonomi kriteri, e-skuterlerin ekonomik yönlerini kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Ekonomik fayda başlığı altında, skuter kullanımının yerel ekonomiye katkıları, turizm ve perakende sektörlerine olan etkileri ve bu araçların yeni iş alanları yaratma potansiyeli değerlendirilmektedir. Operasyonel maliyetler altında ise, skuterlerin bakım, onarım ve operasyon süreçlerinin maliyetleri, bu maliyetlerin toplu taşıma sistemleri ve diğer alternatif ulaşım modları ile karşılaştırmalı analizleri yapılarak, maliyet-etkinlik oranları incelenmektedir.

Çevresel Etkiler

Çevresel etkiler kriteri, e-skuter kullanımının çevre üzerindeki etkilerini derinlemesine incelemektedir. Karbon ayak izinin azaltılması başlığı altında, araç kullanımının azalmasıyla birlikte şehirlerdeki karbon emisyonlarının düşürülme potansiyeli, enerji verimliliği başlığı altında skuterlerin enerji tüketim düzeyleri ve kullanılan enerjinin kaynaklarının sürdürülebilirliği, atık yönetimi başlığı altında ise kullanılmış skuter ve bataryaların geri dönüşüm süreçleri ve bu süreçlerin çevre üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir.

Şehir Yaşamına Katkılar

Bu kriter, e-skuterlerin şehir yaşamına olan katkılarını, trafik yoğunluğunun azaltılması, ulaşım çeşitliliği ve erişilebilirlik gibi boyutlarıyla ele almaktadır. Skuter kullanımının trafik akışına ve ulaşım hızına olan olumlu etkileri, toplu taşıma ve diğer ulaşım seçenekleriyle olan entegrasyon düzeyi ve bu entegrasyonun şehir içi ulaşım çeşitliliğine katkısı değerlendirilmektedir. Ayrıca, skuterlerin çeşitli demografik gruplar için erişilebilirliği ve kullanım kolaylığı, geniş bir kullanıcı yelpazesine hitap edip etmediği incelenmektedir.

Kentsel Peyzaja Etkiler

Kentsel peyzaj kriteri, e-skuter kullanımının şehir estetiği ve altyapı üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde incelenmektedir. Estetik ve tasarım başlığı altında, skuter park istasyonlarının şehir mobilyaları ile olan uyumu ve görsel çekiciliği, altyapı gelişimi başlığı altında ise, skuter kullanımı nedeniyle gereken altyapı yatırımları ve mevcut altyapının skuter kullanımına adaptasyon süreçleri değerlendirilmektedir.

2.2. Yöntem

Bu çalışmada, e-skuterlerin şehir ekosistemi üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, öncelikle değerlendirilecek konu veya karar için bir amaç ortaya koyulmaktadır. Ardından, bu amacın yerine getirilmesi için gerekli olan kriterler belirlenmektedir. Bu kriterler arasında karşılaştırmalar yapılarak, her bir kriterin önemi belirlenmektedir. Son olarak, bu kriterler arasındaki ilişkiler belirlenerek, nihai karar verilmektedir (Saaty, 2000).

Bulanık AHP karar aşamasında yaşanan belirsizlik ve muğlaklığı yönetmek amacıyla Zadeh (1965) tarafından ortaya koyulan bir yöntemdir. Bulanık AHP de karmaşık karar verme süreçlerinde farklı faktörlerin öncelik sıralamalarını belirlemek için kullanılan bir analiz yöntemidir. Bulanık AHP yöntemi, belirsizliği hesaba katan bir karar verme yöntemi olduğu için, klasik AHP yöntemine göre daha esnek ve kullanışlıdır (Chen ve Huang, 2019; Chou ve Yu, 2013).

Bulanık AHP'nin bu çalışmada tercih edilmesinin birkaç nedeni bulunmaktadır. Öncelikle, e-skuterlerin şehir ekosistemine olan etkileri çok boyutlu ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Çevresel, ekonomik, sosyal ve peyzaj gibi farklı kriterlerin değerlendirilmesi sırasında, karar vericilerin subjektif görüşleri kaçınılmaz olarak belirsizlik içermektedir. Bulanık AHP, bu belirsizlikleri dilsel değişkenler ve bulanık sayılar aracılığıyla daha gerçekçi bir şekilde modele dahil etmektedir (Chen ve Huang, 2019; Kahraman vd., 2003). Bu durum, karar vericilerin yargılarının daha esnek ve güvenilir bir şekilde analiz edilmesine olanak tanımaktadır.

Ayrıca, diğer çok kriterli karar verme yöntemleriyle karşılaştırıldığında, Bulanık AHP'nin hiyerarşik bir yapı içinde çalışması, kriterlerin ve alt kriterlerin birbirine göre önceliklendirilmesini kolaylaştırmaktadır (Ashrafzadeh vd., 2012). Örneğin, TOPSIS veya ELECTRE gibi yöntemler genellikle kriterler arasındaki ağırlıklandırmayı doğrudan gerektirirken, Bulanık AHP bu süreçte karar vericilerin ikili karşılaştırmalarını kullanarak daha detaylı bir değerlendirme imkanı sunmaktadır. Bu çalışma bağlamında, kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıklarının detaylı olarak incelenmesi gerektiğinden, Bulanık AHP yönteminin kullanılması daha uygun bulunmuştur.

Uzmanların seçimi süreci ise çalışmanın güvenilirliğini artırmak için dikkatle yürütülmüştür. Uzmanların seçiminde iki temel kriter esas alınmıştır: ilgili alanda en az 10 yıl mesleki deneyime sahip olmaları ve e-skuterler veya sürdürülebilir ulaşım konularında bilgi sahibi olmaları. Bu kriterler, uzmanların çalışmaya katkılarının nitelikli olmasını sağlamak amacıyla belirlenmiştir.

Uzmanlardan iki tanesi akademisyen, diğer ikisi ise sektörde aktif olarak çalışan profesyonellerden oluşmaktadır. Akademisyenler, ilgili alanlarda yayın yapmış ve metodolojik çalışmalarda yer almış kişilerdir. Sektör uzmanları ise şehir içi ulaşım ve sürdürülebilir projelerde doğrudan görev alan bireylerden seçilmiştir. 15.04.2024-15.05.2024 tarihleri arasında uzmanlar ikili karşılaştırma matrislerini tamamlamıştır. Uzmanların disiplinler arası temsiliyeti, elde edilen sonuçların güvenilirliğini ve kapsamını artırmaktadır.

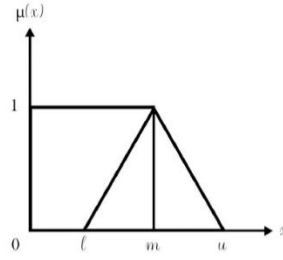
Bulanık AHP'de, AHP'den elde edilen gerçek sayılar yerine Tablo 2'de gösterilen üçgen bulanık sayılar (Triangular Fuzzy Numbers) kullanılmaktadır.

Tablo 2. Bulanık Çıçekteki Üçgen Bulanık Sayıların Dilsel Tanımları

Değer	Sözel ifadeler	Bulanık sayı			Sayıların ters evresi		
		l	m	u	1	M	u
1	Tercih edilir	1	1	1	1	1	1
2	Düşükten ortaya tercih edilir	1	2	2	0.333	0.5	1
3	Orta tercih edilir	2	3	3	0.5	0.333	0.25
4	Orta yüksek tercih edilir	3	4	4	0.333	0.25	0.2
5	En çok tercih edilir	4	5	5	0.25	0.2	0.166
6	Oldukça yükseğe yakın tercih edilir	5	6	6	0.2	0.166	0.142
7	Çok yüksek tercih edilir	6	7	7	0.166	0.142	0.125
8	Oldukça yüksek tercih edilir	7	8	8	0.142	0.125	0.111
9	Tercih oldukça yüksek	8	9	9	0.111	0.111	0.111

Üçgen bulanık sayı ($l/m, m/u$) veya (l, m, u) şeklinde gösterilir. l, m, u parametreleri, sırasıyla mümkün en küçük değeri, en çok beklenen değeri ve mümkün en büyük değeri temsil eder. Üçgen üyelik fonksiyonunun bileşenleri (denklem 1) ve şekli (şekil 1) aşağıda verilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x; l, m, u) = \begin{cases} l \leq x \leq m & \text{ise } \frac{(x-l)}{(m-l)} \\ m \leq x \leq u & \text{ise } \frac{(u-x)}{(u-m)} \\ x > u \text{ veya } x < l & \text{ise } 0 \end{cases} \quad (1)$$



Şekil 1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Bulanık AHP'nin uygulanması için birçok yöntem önerilmiştir. Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) yöntemi, Buckley (1985) yöntemi ve Chang (1996) yöntemi bunlardan bazılarıdır. Çalışmada Chang (1996) yöntemi kullanılmıştır.

Bulanık AHP yöntemi aşağıdaki gibi yedi adımlı bir yöntemdir (Ayhan, 2013):

İlk adım uzmanların puanlamasıdır. Tablo 2’de gösterilen dilsel ifadeler her bir faktörün göreceli gücünü gösterir ve bunlara karşılık gelen üçgen bulanık sayılar kullanılır..

İkili karşılaştırma matrisi \tilde{a}_{ij}^k , k. uzmanın j. faktör yerine ith faktörü seçtiğini göstermektedir.

$$\tilde{A}^k = \begin{pmatrix} \tilde{a}_{11}^k & \tilde{a}_{12}^k & \dots & \tilde{a}_{1n}^k \\ \tilde{a}_{21}^k & \dots & \dots & \tilde{a}_{2n}^k \\ \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1}^k & \tilde{a}_{n2}^k & \dots & \tilde{a}_{nn}^k \end{pmatrix} \quad (2)$$

İkinci adım, her bir uzman \tilde{a}_{ij}^k 'nin ortalamasının alınması ve a_{ij} 'nin Denklem (3) kullanılarak bulunmasıdır.

$$\tilde{a}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K \tilde{a}_{ij}^k}{K} \quad (3)$$

Üçüncü adım, ikili karşılaştırma matrisinin katılımcı ortalamasına göre oluşturulmasıdır.

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Dördüncü adım, aşağıdaki gibi geometrik ortalama tekniğinin kullanılmasıdır:

$$\tilde{r}_i = (\prod_{j=1}^n \tilde{a}_{ij})^{1/n}, i = 1, 2, \dots, n. \quad (5)$$

Beşinci adım, her bir \tilde{r}_i faktörü için toplamın hesaplanmasıdır. Daha sonra elde edilen vektörün tersi hesaplanır ve üçgen bulanık sayılar artan bir sırayla dizilir. Son olarak, bulanık ağırlığı hesaplamak için her bir \tilde{r}_i elde edilen ters üçgen bulanık sayı değeri ile çarpılır:

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \oplus (\tilde{r}_i \oplus \tilde{r}_1 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} = (lw_i, mw_i, uw_i). \quad (6)$$

Altıncı adım, üçgen bulanık sayıların bulanıklık değerinin alan merkezi yöntemi ile hesaplanmasıdır;

$$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3} \quad (7)$$

Yedinci adım M_i 'nin normalleştirilmesidir;

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (8)$$

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, elektrikli skuterlerin şehir ekosistemine katkılarını değerlendirmek için Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Aşağıda, her bir kriter ve alt kriter için uzman görüşlerinden elde edilen ikili karşılaştırma matrisleri ve hesaplanan ağırlıklar sunulmaktadır.

Tablo 3, ana kriterler arasında yapılan ikili karşılaştırmaları ve bu karşılaştırmalarda kullanılan bulanık üçgen sayılarını göstermektedir. Her bir kriter, diğer kriterlere göre önem derecesiyle değerlendirilmiştir. Örneğin, Güvenlik ile Sağlık kriterlerinin karşılaştırılmasında kullanılan (1.2, 2, 3) bulanık üçgen sayısı, Güvenlik kriterinin Sağlık kriterine göre daha önemli olduğunu ifade etmektedir. Benzer şekilde, Çevresel Etkiler kriteri, tüm diğer kriterlerle yapılan karşılaştırmalarda en yüksek önceliğe sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, elektrikli skuterlerin çevresel sürdürülebilirliğe olan katkısının literatürdeki çalışmalarda da sıkça vurgulandığını desteklemektedir (Bortoli ve Christoforou, 2020; DuPuis vd., 2019).

Tablo 3. Ana Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi

	Güvenlik	Sağlık	Ekonomi	Çevresel etkiler	Şehir Yaşamına Katkılar	Kentsel Peyzaja Etkiler
Güvenlik	(1,1,1)	(1.2, 2, 3)	(0.5, 1, 2)	(0.3, 0.5, 1)	(0.6, 1, 2)	(0.5, 1, 2)
Sağlık	(0.3, 0.5, 0.83)	(1,1,1)	(0.5, 1, 2)	(0.3, 0.5, 1)	(0.6, 1, 2)	(0.5, 1, 2)
Ekonomi	(0.5, 1, 2)	(0.5, 1, 2)	(1,1,1)	(0.3, 0.5, 1)	(0.6, 1, 2)	(0.5, 1, 2)
Çevresel etkiler	(1, 2, 3.33)	(1, 2, 3.33)	(1, 2, 3.33)	(1,1,1)	(1.2, 2, 3)	(1, 2, 3.33)
Şehir Yaşamına Katkılar	(0.5, 1, 2)	(0.5, 1, 2)	(0.5, 1, 2)	(0.3, 0.5, 1)	(1,1,1)	(0.5, 1, 2)
Kentsel Peyzaja Etkiler	(0.5, 1, 2)	(0.5, 1, 2)	(0.5, 1, 2)	(0.3, 0.5, 1)	(0.6, 1, 2)	(1,1,1)

Tablo 4, ana kriterler altında yer alan alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarını içermektedir. Her bir alt kriter, bağlı olduğu ana kriter çerçevesinde değerlendirilmiştir. Örneğin, Güvenlik kriteri altında Trafik Güvenliği ve Ürün Güvenliği alt kriterleri arasında yapılan karşılaştırmalarda, uzmanlar Trafik Güvenliği alt kriterine daha fazla önem vermiştir. Bu, elektrikli skuterlerin şehirlerde güvenli kullanımının sağlanmasının, şehir ekosistemi açısından kritik bir gereklilik olduğunu ortaya koymaktadır (Namiri vd., 2020; Trivedi vd., 2019). Çevresel Etkiler kriteri altında ise Karbon Ayak İzi Azaltımı alt kriteri, diğer alt kriterlere göre daha yüksek bir önceliğe sahiptir. Bu, elektrikli skuterlerin karbon emisyonlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirliği destekleme potansiyelini vurgulamaktadır (Hollingsworth vd., 2019; Gioldasis vd., 2024). Benzer şekilde, Sağlık kriteri altında Fiziksel Aktivite alt kriteri en yüksek öneme sahip olarak değerlendirilmiştir. Bu bulgu, elektrikli skuterlerin bireylerin günlük hareketliliğini artırarak sağlığa olan olumlu etkilerini desteklemektedir (Glenn vd., 2020).

Tablo 4. Alt Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisleri

Güvenlik	Trafik Güvenliği	Ürün Güvenliği	
Trafik Güvenliği	(1, 1, 1)	(2.5, 3.5, 4.5)	
Ürün Güvenliği	(0.22, 0.29, 0.4)	(1, 1, 1)	
Sağlık	Fiziksel Aktivite	Hava Kalitesi	
Fiziksel Aktivite	(1, 1, 1)	(3.5, 4.5, 5.5)	
Hava Kalitesi	(0.18, 0.22, 0.29)	(1, 1, 1)	
Ekonomi	Ekonomik Fayda	Operasyonel Maliyetler	
Ekonomik Fayda	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	
Operasyonel Maliyetler	(0.25, 0.33, 0.5)	(1, 1, 1)	
Çevresel Etkiler	Karbon Ayak İzi Azaltımı	Enerji Verimliliği	Atık Yönetimi

Karbon Ayak İzi Azaltımı	(1, 1, 1)	(2.5, 3.5, 4.5)	(3.5, 4.5, 5.5)
Enerji Verimliliği	(0.22, 0.29, 0.4)	(1, 1, 1)	(2.5, 3.5, 4.5)
Atık Yönetimi	(0.18, 0.22, 0.29)	(0.22, 0.29, 0.4)	(1, 1, 1)
Şehir Yaşamına Katkılar	Trafik Yoğunluğunun Azalması	Ulaşım Çeşitliliği	Erişilebilirlik ve Kullanım Kolaylığı
Trafik Yoğunluğunun Azalması	(1, 1, 1)	(2.5, 3.5, 4.5)	(3.5, 4.5, 5.5)
Ulaşım Çeşitliliği	(0.22, 0.29, 0.4)	(1, 1, 1)	(2.5, 3.5, 4.5)
Erişilebilirlik ve Kullanım Kolaylığı	(0.18, 0.22, 0.29)	(0.22, 0.29, 0.4)	(1, 1, 1)
Kentsel Peyzaja Etkiler	Estetik ve Tasarım	Altyapı Gelişimi	
Estetik ve Tasarım	(1, 1, 1)	(2.5, 3.5, 4.5)	
Altyapı Gelişimi	(0.22, 0.29, 0.4)	(1, 1, 1)	

Tablo 5, uzman görüşlerine dayalı olarak yapılan Bulanık AHP analizinin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 5. Ana Kriter Ağırlık Değerleri

Kriter	Ağırlık
Güvenlik	0.148
Sağlık	0.169
Ekonomi	0.137
Çevresel Etkiler	0.199
Şehir Yaşamına Katkılar	0.199
Kentsel Peyzaja Etkiler	0.148

Çevresel etkiler ve şehir yaşamına katkılar kriterleri en yüksek ağırlık değerlerine sahip olup, bu bulgu, elektrikli skuterlerin çevresel sürdürülebilirlik ve şehir yaşamına olan olumlu katkılarının en önemli faktörler olduğunu göstermektedir. Elektrikli skuterlerin şehir yaşamına katkılar ve çevresel etkiler açısından en yüksek ağırlıklara sahip olması literatür ile tutarlıdır. İlk olarak elektrikli skuterlerin kullanımı, trafik sıkışıklığını azaltarak şehir içi ulaşımı daha akıcı hale getirmektedir (DuPuis vd., 2019; Smith ve Schwieterman, 2018). Bu, otomobillerin yerini alarak (Hardt ve Bogenberger, 2019; Smith ve Schwieterman, 2018) veya toplu taşıma sistemleri ile entegre olarak yolcuların daha hızlı ulaşım sağlamasına yardımcı olabilir (Lee vd., 2021; Jijo vd., 2019). Ayrıca elektrikli skuterler, mevcut ulaşım seçeneklerine ek bir alternatif sunarak şehir içi ulaşımın çeşitliliğini artırır. Bu, özellikle kısa mesafeli yolculuklar için pratik ve hızlı bir çözüm sunar (Oeschger vd., 2020; Shaheen vd., 2020). Öte yandan elektrikli skuterlerin kolay erişilebilir ve kullanımı basit olması, geniş bir kullanıcı kitlesine hitap etmesini sağlar (Abouelela vd., 2021; Baek vd., 2021; Reck vd., 2021; Öztaş Karlı vd., 2022). Bu, şehir içi ulaşımı daha kapsayıcı hale getirir.

Elektrikli skuterlerin fosil yakıtlı araçlara göre çok daha az karbon emisyonu üretmesi, şehirlerin karbon ayak izini azaltmada önemli bir rol oynamaktadır (Bortoli ve Christoforou, 2020; Bortoli, 2021; DuPuis vd., 2019). Bu, hava kalitesinin iyileştirilmesine ve genel çevresel sürdürülebilirliğin artırılmasına yardımcı olur (Oeschger vd., 2020). Özellikle şehirlerde artan hava kirliliği ve küresel ısınma gibi çevresel sorunlar göz önüne alındığında, bu katkı oldukça değerlidir. Ayrıca elektrikli skuterler, enerji verimliliği yüksek olan araçlardır (Binbin, 2024; hop, 2024). Düşük enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla şarj edilebilme potansiyeli, bu araçların çevreye olan olumlu etkilerini artırmaktadır. Diğer yandan elektrikli skuterlerin atık yönetimi açısından da avantajlar sunması, batarya ve diğer bileşenlerin geri dönüştürülebilir olması, çevresel etkilerini minimize eder (Kazmaier vd., 2020).

Elektrikli skuterlerin ekonomik katkılarının daha düşük ağırlıkta değerlendirilmesi ise bu araçların çevresel ve sosyal faydalarının ön plana çıkarılmasıyla ilişkili olabilir. Ancak, ekonomik

faydalar ve düşük operasyonel maliyetler, uzun vadede elektrikli skuterlerin yaygınlaşmasını ve sürdürülebilirliğini destekleyen önemli faktörlerdir.

Elektrikli skuterlerin ekonomik katkılarının daha düşük ağırlıkta değerlendirilmesi, genellikle bu araçların çevresel ve sosyal faydalarının daha fazla ön plana çıkarılmasıyla ilişkili olabilir. Çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal eşitlik gibi faktörler, elektrikli skuterlerin şehir ekosistemine olan katkılarını değerlendirirken genellikle daha yüksek önceliğe sahip olmuştur. Bu durum, karbon emisyonlarının azaltılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi ve ulaşım erişilebilirliğinin artırılması gibi çevresel ve sosyal faydaların, kısa vadede ekonomik faydalara göre daha görünür ve somut etkiler yaratmasından kaynaklanıyor olabilir. Ancak, ekonomik faydalar ve düşük operasyonel maliyetler, uzun vadede elektrikli skuterlerin yaygınlaşmasını ve sürdürülebilirliğini destekleyen önemli faktörlerdir (Hardt ve Bogenberger, 2019). Özellikle düşük operasyonel maliyetler, kullanıcılar ve işletmeciler için ekonomik bir avantaj sağlamaktadır (Oeschger vd., 2020). Ayrıca e-skuterlerin enerji tüketim maliyetlerinin, fosil yakıtla çalışan araçlara kıyasla daha düşük olması (Kazmaier vd., 2020) paylaşımlı skuter sistemlerinin ekonomik sürdürülebilirliğini artırmaktadır.

Tablo 6. Alt Kriter Ağırlık Değerleri

Alt Kriterler	Ağırlık
Güvenlik	0.148
Trafik Güvenliği	0.78
Ürün Güvenliği	0.22
Sağlık	0.169
Fiziksel Aktivite	0.82
Hava Kalitesi	0.18
Ekonomi	0.137
Ekonomik Fayda	0.75
Operasyonel Maliyetler	0.25
Çevresel Etkiler	0.199
Karbon Ayak İzi Azaltımı	0.45
Enerji Verimliliği	0.35
Atık Yönetimi	0.20
Şehir Yaşamına Katkılar	0.199
Trafik Yoğunluğunun Azalması	0.45
Ulaşım Çeşitliliği	0.35
Erişilebilirlik ve Kullanım Kolaylığı	0.20
Kentsel Peyzaja Etkiler	0.148
Estetik ve Tasarım	0.75
Altyapı Gelişimi	0.25

Tablo 6'ya göre çevresel etkiler açısından en önemli alt kriter, karbon ayak izi azaltımıdır (0.45). Bu, elektrikli skuterlerin karbon emisyonlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe büyük katkı sağladığını göstermektedir. Enerji verimliliği (0.35), elektrikli skuterlerin daha az enerji tüketerek çevreye olan olumlu katkılarını vurgulayan bir diğer önemli alt kriterdir. Şehir yaşamına katkılar kriteri altında trafik yoğunluğunun azalması (0.45), skuterlerin, şehir içi trafik sıkışıklığını azaltarak ulaşımın daha akıcı olmasını sağladığını ifade etmektedir. Ulaşım çeşitliliği (0.35), şehir içi ulaşımın farklı seçeneklerle desteklenmesini ifade etmekte ve elektrikli skuterler bu çeşitliliği artırarak ulaşım ağını genişletmektedir. Sağlık kriteri altında en yüksek ağırlığa sahip olan fiziksel aktivite (0.82), skuter kullanımının bireylerin günlük hareketliliğini artırarak sağlığı iyileştirdiğini göstermektedir. Güvenlik kriteri altında en yüksek öneme sahip olan trafik güvenliği (0.78), elektrikli skuterlerin şehir içi ulaşımında güvenli kullanımının sağlanması için gerekli tedbirlerin alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Kentsel peyzaja etkiler kriteri altında estetik ve tasarım (0.75), şehirlerin daha modern ve çekici bir görünüme kavuşmasına katkı sağlamaktadır. Ekonomi kriteri altında ekonomik fayda (0.75), elektrikli skuterlerin yerel ekonomiye sağladığı katkıları ifade etmekte ve skuterler, düşük maliyetli ve verimli bir ulaşım alternatifi sunmaktadır.

Operasyonel maliyetler (0.25), skuterlerin kullanım ve bakım maliyetlerini içermekte ve düşük operasyonel maliyetler, ekonomik açıdan sürdürülebilir bir ulaşım alternatifi sunmaktadır.

Bu bulgular, elektrikli skuterlerin şehir ekosistemine katkılarını değerlendirmek için kullanılan kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıklarını göstermektedir. Bu ağırlıklar, şehir plancılarının, karar alıcıların ve ilgili muadil tüm aktörlerin elektrikli skuterlerin kullanımını daha etkili ve sürdürülebilir bir şekilde planlamalarına yardımcı olacaktır.

Sonuç

Bu çalışmada, elektrikli skuterlerin şehir ekosistemine olan katkılarını değerlendirmek amacıyla Bulanık AHP yöntemini kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları, elektrikli skuterlerin güvenlik, sağlık, ekonomi, çevresel etkiler, şehir yaşamına katkılar ve kentsel peyzaja etkiler gibi çok boyutlu katkılar sunduğunu ortaya koymuştur.

Çevresel etkiler (0.199) ve şehir yaşamına katkılar (0.199) kriterleri, en yüksek ağırlık değerlerine sahip olup, bu durum elektrikli skuterlerin çevresel sürdürülebilirlik ve şehir yaşamına olan olumlu katkılarının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Çevresel etkiler kriteri altında karbon ayak izi azaltımı (0.45), enerji verimliliği (0.35) ve atık yönetimi (0.20) gibi alt kriterler yer almakta olup, skuterlerin çevre dostu özelliklerini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, elektrikli skuterlerin çevresel sürdürülebilirliğe katkılarını artırmak için çevresel politikalar geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Elektrikli skuterlerin karbon ayak izini azaltma potansiyeli, mevcut çevre koruma stratejileri ile entegre edilebilir. Bu, şehirlerin karbon emisyonlarını azaltma hedeflerine ulaşmalarını destekleyebilir. Elektrikli skuterlerin enerji verimliliği, mevcut enerji tasarrufu programları ile entegre edilmelidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik eden politikalar geliştirilebilir. Atık yönetimi konusunda yenilikçi çözümler geliştirilerek, skuterlerin kullanım ömrü sonunda çevreye zarar vermemesi sağlanmalıdır. Bu kapsamda elektrikli skuterlerin kullanım ömrü sonunda geri dönüşüm ve atık yönetimi süreçleri, mevcut atık yönetimi politikaları ile entegre edilebilir.

Şehir yaşamına katkılar kriteri ise trafik yoğunluğunun azalması (0.45), ulaşım çeşitliliği (0.35) ve erişilebilirlik (0.20) gibi alt kriterleri kapsamakta ve skuterlerin şehir içi ulaşımı iyileştirme potansiyelini göstermektedir. Şehir içi ulaşımın daha esnek, hızlı ve erişilebilir olmasını sağlamak için elektrikli skuterlerin entegre olduğu ulaşım planları yapılmalıdır. Bu bağlamda elektrikli skuterler, mevcut toplu taşıma sistemleri ile entegre edilebilir. Skuter istasyonları, otobüs ve metro duraklarına yakın konumlandırılarak toplu taşıma ile kolay geçiş sağlanabilir. Skuter kullanıcılarının trafikte daha güvenli bir şekilde seyahat etmelerini sağlamak için mevcut bisiklet yolları, elektrikli skuterler için genişletilerek daha güvenli ve kullanışlı hale getirilebilir. Ulaşım ağının etkin yönetimini ve skuter kullanımının verimli bir şekilde yönlendirilmesini sağlamak için akıllı şehir uygulamaları ile takip edilerek optimize edilebilir.

Sağlık kriteri (0.169), elektrikli skuterlerin fiziksel aktivite (0.82) ve hava kalitesi (0.18) üzerindeki olumlu etkilerini ifade etmektedir. Elektrikli skuter kullanımı, bireylerin günlük hareketliliğini artırarak sağlıklarını iyileştirebilir ve düşük emisyonlu yapısıyla şehirlerin hava kalitesini olumlu yönde etkileyebilir. Elektrikli skuterlerin bireysel ve çevresel sağlığa olan katkılarını artırmak için teşvik edici politikalar benimsenmeli ve kampanyalar düzenlenmelidir. Bu kampanyalar, skuterlerin fiziksel aktiviteyi artırıcı etkilerini vurgulayarak halkın bilinçlenmesine yardımcı olabilir. Kullanıcıların güvenli ve rahat bir şekilde skuter kullanmalarını sağlamak için mevcut bisiklet yolları ve park alanlarına elektrikli skuterler için özel alanlar eklenebilir. Elektrikli skuterlerin düşük emisyonlu yapısı, mevcut hava kalitesi iyileştirme programları ile entegre edilebilir. Bu programlar, skuter kullanımını teşvik ederek şehirlerin hava kalitesini artırabilir.

Güvenlik kriteri (0.148) ve kentsel peyzaja etkiler kriteri (0.148), elektrikli skuterlerin güvenlik ve estetik ile altyapı gelişimine olan katkılarını ifade etmektedir. Güvenlik kriteri, trafik güvenliği (0.78) ve ürün güvenliği (0.22) alt kriterlerini içermekte ve skuterlerin güvenli kullanımının sağlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Elektrikli skuterlerin güvenli kullanımını sağlamak için trafik güvenliği ve ürün güvenliği alanlarında gerekli tedbirler alınmalıdır. Bu kapsamda elektrikli

skuterlerin trafik düzenlemelerine entegre edilmesi gerekmektedir. Şehir içi trafik düzenlemeleri ve yol işaretleri, skuter kullanıcılarının güvenliğini artıracak şekilde güncellenebilir. Mevcut trafik eğitim programlarına elektrikli skuter kullanımı ile ilgili modüller eklenebilir. Bu programlar, kullanıcıların güvenli sürüş tekniklerini öğrenmelerine yardımcı olabilir. Mevcut bisiklet ve motosiklet güvenlik standartları, elektrikli skuterler için de uygulanmalıdır. Bu bağlamda zorunlu güvenlik donanımlarının kontrolü yapılmalı ve düzenli bakım kontrolleri teşvik edilmelidir.

Kentsel peyzaja etkiler kriteri ise estetik ve tasarım (0.75) ile altyapı gelişimi (0.25) gibi alt kriterleri kapsar ve skuterlerin şehir estetiği ve altyapı gelişimine olan katkılarını ifade etmektedir. Elektrikli skuterlerin şehir estetiğine ve altyapı gelişimine katkı sağlaması için mevcut/öneri kentsel tasarım projelerine elektrikli skuterlerin estetik ve fonksiyonel katkıları entegre edilmelidir. Skuter park alanları ve şarj istasyonları, şehir mobilyaları ile uyumlu ve görsel olarak çekici hale getirilebilir. Elektrikli skuter kullanımını desteklemek için gerekli altyapı yatırımları yapılmalıdır. Skuter yolları, şarj istasyonları ve bakım alanları gibi altyapılar, mevcut ulaşım altyapısına entegre edilerek kullanıcıların ihtiyaçları karşılanabilir.

Ekonomi Kriteri (0.137), elektrikli skuterlerin ekonomik fayda (0.75) ve operasyonel maliyetler (0.25) üzerindeki etkilerini içermektedir. Bu kriter, skuterlerin yerel ekonomiye olan katkılarını ve düşük maliyetli bir ulaşım alternatifi olarak ekonomik sürdürülebilirliğini değerlendirmektedir. Elektrikli skuterlerin ekonomik sürdürülebilirliğini artırmak için yerel yönetimler tarafından ekonomik teşvikler ve destekler sağlanmalıdır. Bu kapsamda elektrikli skuter paylaşım sistemlerinin kurulması ve genişletilmesi için maddi destek programları oluşturulabilir. Bu programlar, girişimcilere ve işletmecilere finansal destek sağlayarak skuter kullanımını artırabilir. Elektrikli skuter satın alımında ve kullanımında vergi indirimleri ve teşvik programları uygulanabilir. Bu tür teşvikler, hem kullanıcıların hem de işletmelerin skuterleri tercih etmelerini sağlayabilir. Elektrikli skuterlerin yerel ekonomiye olan katkıları vurgulanarak, turizm ve perakende sektörleri gibi alanlarda skuter kullanımını artırıcı politikalar geliştirilebilir.

Bu öneriler, şehir plancılarının, karar alıcıların ve ilgili muadil aktörlerin elektrikli skuterlerin kullanımını daha etkili ve sürdürülebilir bir şekilde planlamalarına yardımcı olacaktır. Elektrikli skuterlerin şehir ekosistemine olan katkıları göz önünde bulundurularak, şehirlerin daha yaşanabilir, sürdürülebilir ve sağlıklı hale getirilmesi mümkündür. Bu sayede, şehirler hem çevresel hem de ekonomik açıdan önemli kazanımlar elde edebilir ve modern ulaşım çözümleri ile daha dinamik ve yaşanabilir hale gelebilir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Çalışma, belirli uzman görüşüne dayanarak gerçekleştirilmiş olup, bu uzmanların bireysel deneyim ve değerlendirmeleri sonuçları şekillendirmiştir. Farklı sektörlerden (örneğin çevre bilimciler, ulaşım plancıları, yerel yönetim temsilcileri) daha geniş bir uzman grubunun dahil edilmesi, çalışmanın genelleştirilebilirliğini artırabilir ve farklı bakış açılarını ortaya koyabilir. Ayrıca, çalışmada belirlenen kriterler ve alt kriterler literatür taramasına dayanarak seçilmiştir. Ancak, şehir ekosistemine etki edebilecek diğer faktörler (örneğin, sosyal kabul, kullanıcı davranışları, teknolojik entegrasyon) değerlendirme dışı bırakılmıştır. Gelecekte yapılacak araştırmalarda, daha kapsamlı bir saha çalışması ile geniş bir kriter havuzu oluşturularak şehir ekosistemine etki eden daha fazla faktör ele alınabilir. Son olarak, bu çalışma sadece Bulanık AHP yöntemine dayanarak gerçekleştirilmiştir. Diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile karşılaştırmalı analizlerin yapılması, sonuçların daha güçlü bir şekilde doğrulanmasını sağlayabilir ve farklı yöntemlerin sunduğu perspektiflerden yararlanılabilir.

Gelecekte yapılacak araştırmalarda, daha geniş kapsamlı veri toplama, farklı metodolojilerin kombinasyonu ve saha çalışmaları önerilmektedir. Özellikle, elektrikli skuterlerin uzun vadeli etkilerini ve diğer mikromobilité araçları ile karşılaştırmalı avantajlarını inceleyen çalışmalar, bu araçların şehir ekosistemine olan katkılarını daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyabilir. Bu tür araştırmalar, karar alıcıların ve şehir plancılarının daha sürdürülebilir ve etkili politikalar geliştirmesine katkıda bulunabilir.

Kaynakça

- Abouelela, M., Al Haddad, C. ve Antoniou, C. (2021). Are Young Users Willing to Shift From Carsharing to Scooter-Sharing?. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 95: 102821.
- Aguilera-García, Á., Gómez, J. ve Sobrino, N. (2020). Exploring The Adoption of Moped Scooter-Sharing Systems In Spanish Urban Areas. *Cities*, 96, 102424. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102424>
- Almannaa, M. H., Ashqar, H. I., Elhenawy, M., Masoud, M., Rakotonirainy, A. ve Rakha, H. (2021). A Comparative Analysis of E-Scooter and E-Bike Usage Patterns: Findings From the City of Austin, TX. *International Journal of Sustainable Transportation*, 15(7): 571-579.
- Ashrafzadeh, M., Rafiei, F. M., Isfahani, N. M. ve Zare, Z. (2012). Application of fuzzy TOPSIS Method For The Selection Of Warehouse Location: A Case Study. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 3(9), 655-671.
- Ayhan, M. B. (2013). A Fuzzy AHP Approach For Supplier Selection Problem: A Case Study in A Gear Motor Company. *International Journal of Managing Value and Supply Chains*, 4(13).
- Badeau, A., Carman, C., Newman, M., Steenblik, J., Carlson, M. ve Madsen, T. (2019). Emergency Department Visits For Electric Scooter-Related Injuries After Introduction of An Urban Rental Program. *The American Journal of Emergency Medicine*, 37(8), 1531-1533.
- Baek, K., Lee, H., Chung, J. H. ve Kim, J. (2021). Electric Scooter Sharing: How Do People Value It As A Last-Mile Transportation Mode?. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 90: 102642.
- Binbin (2024). Ulaşımın Eğlenceli Hali, <https://www.binbin.tech/> adresinden 22.03.2024 tarihinde alınmıştır.
- Bortoli, A. (2021). Environmental Performance of Shared Micromobility and Personal Alternatives Using Integrated Modal LCA. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93: 102743.
- Bortoli, A. ve Christoforou, Z. (2020). Consequential LCA For Territorial and Multimodal Transportation Policies: Method and Application to The Free-Floating E-Scooter Disruption in Paris. *Journal of Cleaner Production*, 273: 122898.
- Bozzi, A. D. ve Aguilera, A. (2021). Shared E-Scooters: A Review of Uses, Health and Environmental Impacts, and Policy Implications of A New Micro-Mobility Service. *Sustainability*, 13(16): 8676.
- Buckley, J. J. (1985). Fuzzy Hierarchical Analysis. *Fuzzy Sets Systems*, 17(1): 233-247.
- Buehler, R., Broaddus, A., Sweeney, T., Zhang, W., White, E. ve Mollenhauer, M. (2021). Changes in Travel Behavior, Attitudes, and Preferences Among E-Scooter Riders and Nonriders: First Look at Results From Pre and Post E-Scooter System Launch Surveys at Virginia Tech. *Transportation Research Record*, 2675(9): 335-345.
- Cano-Moreno, J. D., Islán, M. E., Blaya, F., D'Amato, R., Juanes, J. A. ve Soriano, E. (2021). E-scooter Vibration Impact on Driver Comfort and Health. *Journal of Vibration Engineering & Technologies*, 1-15.
- Chang, C. C., Wu, F. L., Lai, W. H. ve Lai, M. P. (2016). A Cost-Benefit Analysis of The Carbon Footprint With Hydrogen Scooters and Electric Scooters. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(30): 13299-13307.
- Chang, D. Y. (1996). Applications of The Extent Analysis Method on Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655.
- Chen, C. ve Huang, J. (2019). Deriving Fuzzy Weights of The Fuzzy Analytic Network Process Via Fuzzy Inverse Matrix. *Mathematics*, 7(10): 914.
- Chou, C. ve Yu, K. (2013). Application of A New Hybrid Fuzzy AHP Model to The Location Choice. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013: 1-12.
- Cicchino, J. B., Kulie, P. E. ve McCarthy, M. L. (2021). Severity of E-Scooter Rider Injuries Associated With Trip Characteristics. *Journal of Safety Research*, 76: 256-261.
- Davies, N., Blazejewski, L. ve Sherriff, G. (2020). The Rise of Micromobilities at Tourism Destinations. *Journal of Tourism Futures*, 6(3): 209-212.
- della Mura, M., Failla, S., Gori, N., Micucci, A. ve Paganelli, F. (2022). E-Scooter Presence in Urban Areas: Are Consistent Rules, Paying Attention and Smooth Infrastructure Enough for Safety?. *Sustainability*, 14(21): 14303.

- Deveci, M., Gokasar, I., Pamucar, D., Chen, Y. ve Coffman, D. M. (2023). Sustainable E-scooter Parking Operation in Urban Areas Using Fuzzy Dombi Based RAFSI Model. *Sustainable Cities And Society*, 91: 104426.
- Dias, G., Arsenio, E. ve Ribeiro, P. (2021). The Role of Shared E-Scooter Systems in Urban Sustainability and Resilience During The Covid-19 Mobility Restrictions. *Sustainability*, 13(13): 7084.
- Dias, G., Ribeiro, P. ve Arsenio, E. (2024). Determinants of Shared E-Scooter Usage and Their Policy Implications. Findings From A Survey in Braga, Portugal. *European Transport Research Review*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-024-00642-4>.
- DuPuis, N., Griess, J. ve Klein, C. (2019). Micromobility in Cities: A History And Policy Overview, <https://trid.trb.org/View/1603755> adresinden 29.03.2024 tarihinde alınmıştır.
- Duran-Rodas, D., Chaniotakis, E. ve Antoniou, C. (2019). Built Environment Factors Affecting Bike Sharing Ridership: Data-Driven Approach For Multiple Cities. *Transportation Research Record*, 2673(12), 55-68.
- Fang, K., Agrawal, A. W., Steele, J., Hunter, J. J. ve Hooper, A. M. (2018). Where Do Riders Park Dockless, Shared Electric Scooters? Findings From San Jose, California. https://scholarworks.sjsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1250&context=mti_publications adresinden 23.03.2024 tarihinde alınmıştır.
- Félix, R., Orozco-Fontalvo, M. ve Moura, F. (2023). Socio-Economic Assessment of Shared E-Scooters: Do The Benefits Overcome The Externalities?. *Transportation Research Part D: Transport And Environment*, 118, 103714.
- Gioldasis, C., Christoforou, Z. ve Katsiadrami, A. (2024). Usage Factors Influencing E-Scooter Energy Consumption: An Empirical Investigation. *Journal of Cleaner Production*, 452: 142165.
- Glavić, D., Trpković, A., Milenković, M. ve Jevremović, S. (2021). The E-Scooter Potential To Change Urban Mobility—Belgrade Case Study. *Sustainability*, 13(11): 5948.
- Glenn, J., Bluth, M., Christianson, M., Pressley, J., Taylor, A., Macfarlane, G. S. ve Chaney, R. A. (2020). Considering The Potential Health Impacts of Electric Scooters: An Analysis of User Reported Behaviors in Provo, Utah. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 6344.
- Gössling, S. (2020). Integrating E-Scooters in Urban Transportation: Problems, Policies, and The Prospect of System Change. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 79: 102230.
- Hardt, C. ve Bogenberger, K. (2019). Usage of E-scooters in Urban Environments. *Transportation Research Procedia*, 37: 155-162.
- Hollingsworth, J., Copeland, B. ve Johnson, J. X. (2019). Are E-Scooters Polluters? The Environmental Impacts of Shared Dockless Electric Scooters. *Environmental Research Letters*, 14(8): 084031.
- hop (2024). Şehrin Keyfini Sür, <https://hoplagit.com/> adresinden 11.04.2024 tarihinde alınmıştır.
- Horrigmo, A. M. J. (2012). The Death and Life of Great American Cities. *Stat & Styling*, 22(4): 57-58.
- Hosford, K. ve Winters, M. (2018). Who Are Public Bicycle Share Programs Serving? An Evaluation of The Equity of Spatial Access To Bicycle Share Service Areas in Canadian Cities. *Transportation Research Record*, 2672(36), 42-50.
- Hosseinzadeh, A., Algomaiah, M., Kluger, R. ve Li, Z. (2021). Spatial Analysis of Shared E-Scooter Trips. *Journal of Transport Geography*, 92: 103016.
- Huang, F. H. (2022). Influence of Reduced Air Pollution Source Emission Information on User Behavioural Intention Towards E-Scooter Products. *Promet-Traffic & Transportation*, 34(1): 53-67.
- Huo, J., Yang, H., Li, C., Zheng, R., Yang, L. ve Wen, Y. (2021). Influence of The Built Environment on E-Scooter Sharing Ridership: A Tale of Five Cities. *Journal of Transport Geography*, 93: 103084.
- Ishaq, M., Ishaq, H. ve Nawaz, A. (2022). Life Cycle Assessment of Electric Scooters For Mobility Services: A Green Mobility Solutions. *International Journal of Energy Research*, 46(14): 20339-20356.
- James, O., Swiderski, J. I., Hicks, J., Teoman, D. ve Buehler, R. (2019). Pedestrians and E-Scooters: An Initial Look At E-Scooter Parking and Perceptions By Riders And Non-Riders. *Sustainability*, 11(20): 5591.

- Jijo, MK., Liu, M., Seeder, S. ve Li, H. (2019). Analysis of E-Scooter Trips And Their Temporal Usage Patterns. Institute of Transportation Engineers. *ITE Journal*, 89(6): 44-49.
- Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP. *Logistics Information Management*, 16(6), 382-394.
- Kazmaier, M., Taefi, T. T. ve Hettesheimer, T. (2020). Techno-Economical and Ecological Potential of Electric Scooters: A Life Cycle Analysis. *European Journal of Transport And Infrastructure Research*, 20(4): 233-251.
- Krier, C., Chrétien, J., Lagadic, M. ve Louvet, N. (2021). How Do Shared Dockless E-Scooter Services Affect Mobility Practices in Paris? A Survey-Based Estimation of Modal Shift. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2675(11), 291-304.
- Laa, B. ve Leth, U. (2020). Survey of E-Scooter Users in Vienna: Who They Are and How They Ride. *Journal of Transport Geography*, 89: 102874.
- Lee, H., Baek, K., Chung, J. H. ve Kim, J. (2021). Factors Affecting Heterogeneity in Willingness To Use E-Scooter Sharing Services. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 92: 102751.
- Lentzen, M. P., Grandoch, A., Buller, J., Kreppel, M., Zöller, J. E. ve Zirk, M. (2021). Mandible Fractures Associated With The Introduction of An E-Scooter-Sharing System. *Journal of Craniofacial Surgery*, 32(4): 1405-1408.
- Leurent, F. (2022). What Is The Value of Swappable Batteries For A Shared E-Scooter Service?. *Research in Transportation Business & Management*, 45: 100843.
- Mayhew, L. J. ve Bergin, C. (2019). Impact of E-Scooter Injuries on Emergency Department Imaging. *Journal of Medical Imaging And Radiation Oncology*, 63(4), 461-466.
- Milakis, D., Gedhardt, L., Ehebrecht, D. ve Lenz, B. (2020). Is Micro-Mobility Sustainable? An Overview of Implications For Accessibility, Air Pollution, Safety, Physical Activity and Subjective Wellbeing. *Handbook of Sustainable Transport*, 180-189.
- Moftakhar, T., Wanzel, M., Vojcsik, A., Kralinger, F., Mousavi, M., Hajdu, S., ... ve Starlinger, J. (2020). Incidence And Severity of Electric Scooter Related Injuries After Introduction of An Urban Rental Programme in Vienna: A Retrospective Multicentre Study. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 141(7), 1207-1213.
- Moreau, H., de Jamblinne de Meux, L., Zeller, V., D'Ans, P., Ruwet, C. ve Achten, W. M. (2020). Dockless E-Scooter: A Green Solution For Mobility? Comparative Case Study Between Dockless E-Scooters, Displaced Transport, and Personal E-Scooters. *Sustainability*, 12(5): 1803.
- Namiri, N. K., Lui, H., Tangney, T., Allen, I. E., Cohen, A. J. ve Breyer, B. N. (2020). Electric Scooter Injuries and Hospital Admissions in The United States, 2014-2018. *JAMA Surgery*, 155(4), 357.
- Neven, A., Verstrael, A., Janssen, A. ve Dendale, P. (2020). Transport As A New Avenue For CV Prevention in City Dwellers: How To Kill Two Birds With One Stone?. *European Heart Journal*, 41(7), 816-817.
- Nikiforiadis, A., Paschalidis, E., Stamatiadis, N., Raptopoulou, A., Kostareli, A. ve Basbas, S. (2021). Analysis of Attitudes and Engagement of Shared E-Scooter Users. *Transportation Research Part D: Transport And Environment*, 94: 102790.
- Oeschger, G., Carroll, P. ve Caulfield, B. (2020). Micromobility and Public Transport Integration: The Current State of Knowledge. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 89: 102628.
- Öztaş Karlı, R. G. ve Çelikyay, S. (2022). Current trends in smart Cities: Shared micromobility. In The Proceedings of the International Conference on Smart City Applications, Castelo Branco, pp. 187-198.
- Öztaş Karlı, R. G., Karlı, H. ve Çelikyay, H. S. (2022). Investigating The Acceptance of Shared E-Scooters: Empirical Evidence From Turkey. *Case Studies on Transport Policy*, 10(2): 1058-1068.
- Park, S. Y., Ham, S. W. ve Kim, D. K. (2023). User Segmentation Based on Travel Regularity in E-Scooter Sharing Service. *Transportation Research Record*, 2677(7): 290-306.
- Reck, D. J., Haitao, H., Guidon, S. ve Axhausen, K. W. (2021). Explaining Shared Micromobility Usage, Competition and Mode Choice By Modelling Empirical Data From Zurich, Switzerland. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 124: 102947.

- Saaty TL. (2000). *Fundamentals of Decision Making And Priority Theory With The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications.
- Sanders, R. L., da Silva Brum-Bastos, V. ve Nelson, T. A. (2022). Insights From A Pilot Investigating The Impacts of Shared E-Scooter Use on Physical Activity Using A Single-Case Design Methodology. *Journal of Transport & Health*, 25: 101379.
- Santos, G. (2018). Sustainability and Shared Mobility Models. *Sustainability*, 10(9): 3194.
- Severengiz, S., Finke, S., Schelte, N. ve Forrister, H. (2020). Assessing The Environmental Impact of Novel Mobility Services Using Shared Electric Scooters As An Example. *Procedia Manufacturing*, 43, 80-87.
- Severengiz, S., Schelte, N. ve Bracke, S. (2021). Analysis of The Environmental Impact of E-Scooter Sharing Services Considering Product Reliability Characteristics and Durability. *Procedia CIRP*, 96: 181-188.
- Shaheen, S., Cohen, A., Chan N. ve Bansal, A. (2020). *Sharing Strategies: Carsharing, Shared Micromobility (Bikesharing and Scooter Sharing), Transportation Network Companies, Microtransit, and Other Innovative Mobility Modes*, E. Deakin (Ed.), In *Transportation, Land Use, And Environmental Planning (237-262)*, Elsevier.
- Singh, P., Jami, M., Geller, J., Granger, C., Geaney, L. ve Aiyer, A. (2022). The Impact of E-Scooter Injuries: A Systematic Review of 34 Studies. *Bone & Joint Open*, 3(9): 674-683.
- Smith, C. S. ve Schwieterman, J. P. (2018). E-scooter Scenarios: Evaluating The Potential Mobility Benefits of Shared Dockless Scooters in Chicago. https://las.depaul.edu/centers-and-institutes/chaddick-institute-for-metropolitan-development/research-and-publications/Documents/E-ScooterScenariosMicroMobilityStudy_FINAL_20181212.pdf adresinden 29.03.2024 tarihinde alınmıştır.
- Speak, A., Taratula-Lyons, M., Clayton, W. ve Shergold, I. (2023). Scooter Stories: User and Non-User Experiences of A Shared E-Scooter Trial. *Active Travel Studies*, 3(1).
- Trivedi, T. K., Liu, C., Antonio, A. L. M., Wheaton, N., Kreger, V., Yap, A., ... ve Elmore, J. G. (2019). Injuries Associated With Standing Electric Scooter Use. *JAMA Network Open*, 2(1), e187381-e187381.
- Uchida, K., Blakey, R. V., Burger, J. R., Cooper, D. S., Niesner, C. A. ve Blumstein, D. T. (2021). Urban Biodiversity and The Importance of Scale. *Trends in Ecology & Evolution*, 36(2): 123-131.
- Uluk, D., Lindner, T., Dahne, M., Bickelmayer, J. W., Beyer, K., Slagman, A., ... ve Gerlach, U. A. (2021). E-scooter Incidents in Berlin: An Evaluation of Risk Factors and Injury Patterns. *Emergency Medicine Journal*, 39(4): 295-300.
- Van Laarhoven, P. J. ve Pedrycz, W. (1983). A Fuzzy Extension Of Saaty's Priority Theory. *Fuzzy Sets And Systems*, 11(1-3), 229-241.
- Wang, K., Qian, X., Fitch, D. T., Lee, Y., Malik, J. ve Circella, G. (2023). What Travel Modes Do Shared E-Scooters Displace? A Review of Recent Research Findings. *Transport Reviews*, 43(1): 5-31.
- Wang, Y., Wu, J., Chen, K. ve Liu, P. (2021). Are Shared Electric Scooters Energy Efficient?. *Communications in Transportation Research*, 1: 100022.
- Weschke, J., Oostendorp, R. ve Hardinghaus, M. (2022). Mode Shift, Motivational Reasons, and Impact on Emissions of Shared E-Scooter Usage. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 112: 103468.
- White, E., Guo, F., Han, S., Mollenhauer, M., Broaddus, A., Sweeney, T., ... ve Buehler, R. (2023). What Factors Contribute To E-Scooter Crashes: A First Look Using A Naturalistic Riding Approach. *Journal of Safety Research*, 85: 182-191.
- Zadeh, L. (1965). Fuzzy Sets. *Inform Control*, 8: 338-353.
- Zakhem, M. ve Smith-Colin, J. (2021). Micromobility Implementation Challenges and Opportunities: Analysis of E-Scooter Parking and High-Use Corridors. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 101: 103082.
- Zuniga-Garcia, N., Juri, N. R., Perrine, K. A. ve Machemehl, R. B. (2021). E-Scooters in Urban Infrastructure: Understanding Sidewalk, Bike Lane, and Roadway Usage From Trajectory Data. *Case Studies on Transport Policy*, 9(3): 983-994.

Katkı oranı beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sunmuşlardır.

Çatışma beyanı

Makalenin yazarları, bu çalışma ile ilgili taraf olabilecek herhangi bir kişi ya da finansal kuruluş ile ilişkileri bulunmadığını dolayısıyla herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan ederler.

Destek ve teşekkür

Makale, 1919B012321344 numaralı ve “Elektrikli Skuterlerin Şehir Ekosistemine Katkısı: Bulanık AHP Perspektifi” başlıklı proje tarafından üretilmiştir. Proje, TÜBİTAK Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) tarafından yürütülen 2209-A Lisans Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı (TÜBİTAK 2209A) kapsamında desteklenmiştir. Bu kapsamda destekleri için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.