

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**ELEKTRİKLİ ARAÇ TERCİH KRİTERLERİNİN BULANIK BİLİŞSEL
HARİTALAMA YÖNTEMİ İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Semih SÜLEYMANOĞLU

İşletme Anabilim Dalı

İşletme Programı

HAZİRAN 2025

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**ELEKTRİKLİ ARAÇ TERCİH KRİTERLERİNİN BULANIK BİLİŞSEL
HARİTALAMA YÖNTEMİ İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Semih SÜLEYMANOĞLU
(403211032)**

İşletme Anabilim Dalı

İşletme Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ferhan ÇEBİ

HAZİRAN 2025

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

**A FUZZY COGNITIVE MAPPING APPROACH FOR
PRIORITIZING ELECTRIC VEHICLE PREFERENCE CRITERIA**

M.Sc. THESIS

**Semih SÜLEYMANOĞLU
(403211032)**

Department of Management

Management Programme

Thesis Advisor: Prof. Dr. Ferhan ÇEBİ

JUNE 2025

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 403211032 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Semih SÜLEYMANOĞLU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ELEKTRİKLİ ARAÇ TERCİH KRİTERLERİNİN BULANIK BİLİŞSEL HARİTALAMA YÖNTEMİ İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Ferhan ÇEBİ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Tuncay ÖZCAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Ersin NAMLI
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : 28 Mayıs 2025
Savunma Tarihi : 25 Haziran 2025





Tüm sevdiklerime,



ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, yüksek lisans eğitimim süresince edindiğim bilgi birikiminin, araştırma yetkinliğimin ve akademik gelişimimin somut bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Çalışmam boyunca karşılaştığım zorlukların üstesinden gelmemde bana yol gösteren, fikirleriyle rehberlik eden ve her zaman yapıcı geri bildirimleriyle sürece değer katan saygıdeğer tez danışmanım Prof. Dr. Ferhan Çebi'ye en içten teşekkürlerimi sunuyorum. Kendisinin akademik birikimi ve desteği, bu çalışmanın başarıyla tamamlanmasında en önemli etkenlerden biri olmuştur.

Tez süreci boyunca manevi desteğini bir an olsun esirgemeyen, her zaman yanımda olduğunu hissettiren sevgili eşim Şevval Süleymanoğlu'na teşekkür edeirim. Aynı şekilde, kıymetli arkadaşım Onur Nurtan'a da gerek akademik gerek duygusal anlamda verdiği destek için şükranlarımı sunarım.

Bu süreçte sabırlarıyla ve inançlarıyla bana güç veren aileme; her daim yanımda olan dostlarıma, anlayış ve motivasyonlarıyla beni cesaretlendiren tüm arkadaşlarıma da minnettarım. Onların varlığı, bu yolculuğu daha anlamlı ve keyifli kılmıştır.

Tüm bu katkılar ışığında ortaya çıkan bu çalışmanın, alanına fayda sağlamasını ve yeni çalışmalara ilham vermesini temenni ederim.

Mayıs 2025

Semih SÜLEYMANOĞLU
(Makine Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	5
2.1 Sürdürülebilirlik	5
2.1.1 Ekonomik sürdürülebilirlik	6
2.1.2 Sosyal sürdürülebilirlik	7
2.1.3 Çevresel sürdürülebilirlik.....	8
2.1.4 Elektrikli araçlar ve çevresel sürdürülebilirlik.....	9
2.2 Elektrikli Araçlar.....	10
2.2.1 Elektrikli araç teknolojisinin tarihsel gelişimi	12
2.2.2 Elektrikli araçların avantajları ve dezavantajları.....	13
2.2.3 Elektrikli araçların mevcut pazar yapısı.....	15
2.2.4 Kullanıcıların elektrikli araçlara yaklaşımı	16
3. METODOLOJİ	19
3.1 Bilişsel Haritalama	19
3.2 Bulanık Bilişsel Haritalama	20
4. UYGULAMA.....	27
4.1 Çalışmanın Amacı	27
4.2 Kriterlerin Belirlenmesi.....	29
4.2.1 Satın alma fiyatı	31
4.2.2 Enerji maliyetleri (yakıt tüketimi).....	32
4.2.3 Bakım maliyetleri.....	33
4.2.4 Vergi teşvikleri ve indirimler	34
4.2.5 Menzil	34
4.2.6 Şarj süresi	35
4.2.7 Şarj altyapısı ve teknolojisi	36
4.2.8 Performans	37
4.2.9 Güvenlik.....	38
4.2.10 Çevre dostu olması.....	39
4.2.11 Prestij ve imaj.....	40
4.2.12 Konfor	41
4.2.13 Sessiz çalışması.....	42
4.2.14 Demografik nedenler.....	43

4.2.15 Kullanıcı tecrübe ve yorumları.....	44
4.2.16 Yenilenebilir enerji entegrasyonu	45
4.3 Veri Toplama.....	46
4.4 Uzman Görüşleri	48
4.5 Komşuluk Matrisinin Oluşturulması	55
4.6 Problemin Analizi.....	59
4.7 Hesaplamalar	59
4.7.1 Analiz sonuçları.....	61
4.8 Senaryo Analizleri	66
4.8.1 Senaryo-1: satın alma fiyatı.....	67
4.8.2 Senaryo-2: enerji maliyetleri (yakıt tüketimi).....	68
4.8.3 Senaryo-3: bakım maliyetleri	69
4.8.4 Senaryo-4: vergi teşvikleri ve indirimler	70
4.8.5 Senaryo-5: menzil	71
4.8.6 Senaryo-6: şarj süresi	72
4.8.7 Senaryo-7: şarj altyapısı ve teknolojisi	73
4.8.8 Senaryo-8: performans	74
4.8.9 Senaryo-9: güvenlik	75
4.8.10 Senaryo-10: çevre dostu olması	76
4.8.11 Senaryo-11: prestij ve imaj	77
4.8.12 Senaryo-12: konfor.....	78
4.8.13 Senaryo-13: sessiz çalışması	79
4.8.14 Senaryo-14: demografik nedenler	80
4.8.15 Senaryo-15: kullanıcı tecrübe ve yorumları	81
4.8.16 Senaryo-16: yenilenebilir enerji entegrasyonu.....	82
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	83
KAYNAKLAR.....	87
ÖZGEÇMİŞ.....	93

KISALTMALAR

BBH	: Bulanık Bilişsel Haritalama
FCM	: Fuzzy Cognitive Mapping
IEA	: International Energy Agency
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
LRV	: Lunar Roving Vehicle
PM	: Partikül Madde
LCA	: Life cycle assesment
V2G	: Vehicle to grid
ÖTV	: Özel tüketim vergisi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
TEHAD	: Türkiye Elektrikli ve Hibrit Araçlar Derneği
TOPSIS	: Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
KDV	: Katma değer vergisi
AHP	: Analytic hierarchy process
ELECTRE	: Elemination and Choice Translating Reality English
DEMATEL	: The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory



SEMBOLLER

CO	: Karbon monoksit
NO_x	: Azot oksit
W_{ij}	: İlişki ağırlığı
C_i	: Düğüm noktaları
A	: Durum vektörü





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Komşuluk matrisi	23
Çizelge 4.1 : Anket uygulamasında kullanılan kriterler	47
Çizelge 4.2 : Uzman-1 anket sonucu	49
Çizelge 4.3 : Uzman-2 anket sonucu	50
Çizelge 4.4 : Uzman-3 anket sonucu	50
Çizelge 4.5 : Uzman-4 anket sonucu	51
Çizelge 4.6 : Uzman-5 anket sonucu	52
Çizelge 4.7 : Uzman-6 anket sonucu	52
Çizelge 4.8 : Uzman-7 anket sonucu	53
Çizelge 4.9 : Uzman-8 anket sonucu	54
Çizelge 4.10 : Uzman-9 anket sonucu	54
Çizelge 4.11 : Uzman-10 anket sonucu	55
Çizelge 4.12 : Tüm uzman görüşlerinin aritmetik ortalaması	56
Çizelge 4.13 : Tüm uzman görüşlerinin indirgenmiş ortalamaları	56
Çizelge 4.14 : Eşik değerine göre sadeleştirilmiş uzman görüşleri	57
Çizelge 4.15 : Uzman görüşlerine göre kriterlerin oy sayıları	58
Çizelge 4.16 : Nihai komşuluk matrisi	58
Çizelge 4.17 : İçsellik dereceleri	62
Çizelge 4.18 : Dışsallık dereceleri	63
Çizelge 4.19 : Merkeziyet dereceleri	64
Çizelge 4.20 : Konseptlerin sınıflandırılması	65
Çizelge 4.21 : Kriterlerin denge değerleri	65
Çizelge 4.22 : Kriterlerin iterasyon sayısı	66
Çizelge 4.23 : Satın alma fiyatı kriteri senaryosu	67
Çizelge 4.24 : Enerji maliyetleri (yakıt tüketimi) kriteri senaryosu	68
Çizelge 4.25 : Bakım maliyetleri kriteri senaryosu	69
Çizelge 4.26 : Vergi teşvikleri ve indirimler kriteri senaryosu	70
Çizelge 4.27 : Menzıl kriteri senaryosu	71
Çizelge 4.28 : Şarj süresi kriteri senaryosu	72
Çizelge 4.29 : Şarj altyapısı ve teknolojisi kriteri senaryosu	73
Çizelge 4.30 : Performans kriteri senaryosu	74
Çizelge 4.31 : Güvenlik kriteri senaryosu	75
Çizelge 4.32 : Çevre dostu olması kriteri senaryosu	76
Çizelge 4.33 : Prestij ve imaj kriteri senaryosu	77
Çizelge 4.34 : Konfor kriteri senaryosu	78
Çizelge 4.35 : Sessiz çalışması kriteri senaryosu	79
Çizelge 4.36 : Demografik nedenler kriteri senaryosu	80
Çizelge 4.37 : Kullanıcı tecrübe ve yorumları kriteri senaryosu	81
Çizelge 4.38 : Yenilenebilir enerji entegrasyonu kriteri senaryosu	82



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Mental Modeler programı ile oluşturulan bilişsel harita diyagramı.....	22
Şekil 4.1 : Uzmanlar tarafından doldurulan anket formu	48
Şekil 4.2 : Bilişsel harita diyagramı.....	59





BULANIK BİLİŞSEL HARİTALAMA YÖNTEMİ KULLANILARAK ELEKTRİKLİ ARAÇ TERCİH KRİTERLERİNİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİ

ÖZET

Günümüz dünyasında enerji tüketimi, çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliği gibi küresel sorunlar, birçok sektörde olduğu gibi ulaşım sektöründe de köklü dönüşümleri zorunlu hale getirmiştir. Fosil yakıtların yoğun kullanımı nedeniyle artan karbon salınımı, hava kirliliği ve enerji bağımlılığı, daha temiz, çevreci ve sürdürülebilir ulaşım alternatiflerinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda, elektrikli araçlar, enerji verimliliği, düşük karbon salınımı ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla uyumlu yapıları ile içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla önemli avantajlar sunmaktadır. Ancak, elektrikli araçların pazarda geniş çapta kabul görmesi ve kullanıcılar tarafından benimsenmesi, yalnızca teknik üstünlüklerine bağlı değildir. Elektrikli araçlara yönelik tercih kriterleri, teknik faktörlerin yanı sıra sosyal, ekonomik ve algısal unsurlarla da şekillenmektedir. Bu çalışma, elektrikli araç tercihlerine etki eden kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlerin birbirleriyle olan nedensel ilişkilerinin analiz edilmesi amacıyla tasarlanmıştır.

Bu araştırmada, elektrikli araç tercih kriterlerinin karşılıklı etkileşimlerini analiz etmek için Bulanık Bilişsel Haritalama (BBH) yöntemi kullanılmıştır. BBH yöntemi, kavramlar arasındaki neden-sonuç ilişkilerini yönlü ve ağırlıklı bağlantılarla temsil eden, karar verme süreçlerinde etkili olan faktörlerin karmaşık ilişkilerini analiz etmeye olanak tanıyan bir yöntemdir. Kosko (1986) tarafından geliştirilen bu yöntem, özellikle doğrusal olmayan, çok değişkenli ve geri beslemeli sistemlerin analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır. BBH, hem nitel hem de nicel verileri bir arada kullanarak, sistemin genel yapısını, kavramlar arası etkileşimleri ve olası senaryoları modelleyebilme avantajına sahiptir.

Araştırma kapsamında, öncelikle literatür taraması gerçekleştirilmiş ve elektrikli araç tercihini etkileyen kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler; enerji maliyetleri(yakıt tüketimi), menzil, satın alma fiyatı, bakım maliyetleri, şarj süresi, performans, güvenlik, konfor, yenilenebilir enerji entegrasyonu, çevre dostu olması, kullanıcı tecrübesi ve yorumlar, prestij ve imaj, vergi teşvikleri ve indirimler, şarj altyapısı ve teknolojisi, demografik faktörler ve sessiz çalışması olarak belirlenmiştir. Bu faktörlerin belirlenmesi sürecinde, mevcut literatürde yer alan akademik çalışmalar ve uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Ardından, uzman görüşlerine dayalı bir anket çalışması yürütülmüş ve uzmanların görüşleri doğrultusunda BBH modelinin kavramsal yapısı oluşturulmuştur.

Anket çalışması kapsamında, otomotiv sektöründen profesyoneller, mühendisler, pazarlama personelleri ve tecrübeli elektrikli araç kullanıcılarından oluşan 10 kişilik bir katılımcı grubu belirlenmiştir. Bu sayede, elde edilen veriler geniş kapsamlı bir

değerlendirme imkanı sağlamıştır. Uzmanlara yöneltilen sorularla, elektrikli araç tercih kriterlerinin birbirleriyle olan nedensel ilişkileri değerlendirilmiş ve her bir ilişkinin etki düzeyi belirlenmiştir. Bu veriler kullanılarak BBH modeli oluşturulmuş ve elde edilen veri seti, FCMapper yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir.

BBH modeli, belirlenen kriterlerin sistemdeki merkezîyet, dışsallık ve içsellik değerlerinin hesaplanmasına olanak tanımaktadır. Merkezîyet değeri, bir kriterin sistemdeki genel etkisini ifade ederken; içsellik değeri, o kriterin diğer kriterlerden ne kadar etkilendiğini göstermektedir. Dışsallık değeri ise bir kriterin diğer kriterleri ne kadar etkilediğini ifade etmektedir. Bu analizler sonucunda, elektrikli araç tercihinin etkileyen en kritik faktörlerin sırasıyla kullanıcı tecrübesi ve yorumları, prestij ve imaj, yenilenebilir enerji entegrasyonu, konfor ve vergi teşvikleri olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, enerji maliyetleri, şarj altyapısı ve şarj süresi gibi teknik faktörlerin de kullanıcı tercihlerini etkileyen önemli unsurlar olduğu ortaya konulmuştur.

Çalışmanın literatüre katkısı, elektrikli araç tercih kriterlerinin BBH yöntemi ile analiz edilmesi ve bu kriterler arasındaki ilişkilerin sistematik olarak ortaya konulmasıdır. Literatürdeki mevcut çalışmaların çoğu, elektrikli araç tercihlerine ilişkin faktörleri istatistiksel analizlerle değerlendirmekte ve bu faktörler arasındaki dinamik ilişkileri ihmal etmektedir. Bu çalışma ise, BBH yöntemi ile kavramlar arası nedensel ilişkilerin görsel ve sayısal olarak modellenmesini sağlayarak, sistemdeki her bir faktörün rolünü ve etkisini daha detaylı bir şekilde ortaya koymaktadır. Ayrıca, çalışma kapsamında geliştirilen modelin diğer ulaşım sistemlerine de uyarlanabilir olması, araştırmanın bir diğer özgün katkısıdır.

Uygulama sonuçları, elektrikli araçların yaygınlaşması sürecinde yalnızca teknik faktörlerin değil, sosyal ve algısal faktörlerin de kritik rol oynadığını göstermektedir. Örneğin, kullanıcı tecrübesi ve prestij gibi faktörlerin merkezîyet değerlerinin yüksek olması, elektrikli araçların algısal boyutunun kullanıcı tercihlerini doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, elektrikli araçların pazarlama stratejilerinin yalnızca teknik üstünlüklere odaklanmak yerine, kullanıcı deneyimlerini ve sosyal etkileri de içerecek şekilde geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji entegrasyonunun merkezîyet değerinin yüksek olması, elektrikli araçların çevresel sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmesinin pazarlama stratejilerinde ön plana çıkarılmasının önemini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma kapsamında geliştirilen BBH modeli, elektrikli araç tercih kriterlerini sistematik bir yaklaşımla analiz ederek, karar vericilere hem mevcut durumu değerlendirme hem de gelecekteki senaryoları modelleme imkânı sunmaktadır. Çalışmanın bulguları, sektörel uygulamalar açısından stratejik planlama süreçlerine katkı sağlayabilecek niteliktedir. Ayrıca, elde edilen modelin, benzer analizlerde farklı teknoloji tercihleri veya ulaşım sistemleri için de kullanılabilir olması, çalışmanın genel geçerliliğini artırmaktadır. Bu bağlamda, çalışma hem literatürdeki teorik boşluğu doldurmakta hem de uygulamalı bir karar destek sistemi geliştirilmesine katkı sunmaktadır. Çalışmanın sonuçları, elektrikli araçların yaygınlaşması sürecinde politika yapıcılara, üreticilere ve pazarlama stratejistlerine yol gösterici nitelikte öneriler sunmaktadır.

A FUZZY COGNITIVE MAPPING APPROACH FOR PRIORITIZING ELECTRIC VEHICLE PREFERENCE CRITERIA

SUMMARY

The global challenges related to energy consumption, environmental sustainability, and climate change have compelled various sectors, including transportation, to undergo significant transformations. The increasing carbon emissions, air pollution, and energy dependency resulting from extensive fossil fuel use have necessitated the development of cleaner, more environmentally friendly, and sustainable transportation alternatives. In this context, electric vehicles offer substantial advantages over internal combustion engine vehicles due to their energy efficiency, low carbon emissions, and compatibility with renewable energy sources. However, the widespread adoption and acceptance of electric vehicles by consumers are not solely dependent on their technical superiority. The preference criteria for electric vehicles are shaped not only by technical factors but also by social, economic, and perceptual aspects.

This study aims to identify the criteria influencing electric vehicle preferences and to analyze the causal relationships among these criteria using the Fuzzy Cognitive Mapping (FCM) method. The FCM method, developed by Kosko (1986), is a widely used technique for analyzing complex interrelationships among factors in decision-making processes. It represents causal relationships as directional and weighted connections, allowing for the analysis of both individual and systemic influences within a network of criteria. FCM is particularly suitable for systems that are nonlinear, multidimensional, and feedback-oriented. By integrating both qualitative and quantitative data, FCM enables a comprehensive evaluation of system structure, inter-concept interactions, and potential scenarios.

A comprehensive literature review was conducted to identify the criteria influencing electric vehicle preferences. The identified criteria included; energy costs (fuel consumption), range, purchase price, maintenance costs, charging time, performance, safety, comfort, renewable energy integration, environmental friendliness, user experience and reviews, prestige and image, tax incentives and discounts, charging infrastructure and technology, demographic factors, and noiseless operation.

These criteria were determined through academic studies and expert opinions. Subsequently, a survey based on expert opinions was conducted to construct the conceptual structure of the FCM model.

The survey was conducted with a group of 10 participants consisting of automotive sector professionals, engineers, marketing personnel, and experienced EV users. This diverse participant group allowed for a comprehensive assessment of the data obtained. The experts were asked to evaluate the causal relationships between EV preference criteria and to determine the degree of influence for each relationship. The data

collected were used to develop the FCM model, and the dataset was analyzed using the FCMapper software.

The FCM model enables the calculation of centrality, outdegree, and indegree values for each criterion. Centrality indicates the overall impact of a criterion within the system; indegree reflects the extent to which a criterion is influenced by other criteria, and outdegree represents the extent to which a criterion affects other criteria. The analysis revealed that the most influential factors affecting EV preferences were user experience and reviews, prestige and image, renewable energy integration, comfort, and tax incentives. Additionally, technical factors such as energy costs, charging infrastructure, and charging time were also identified as significant determinants of EV preference.

A key aspect of the FCM method is its ability to simulate scenarios and predict the outcomes of potential changes within the system. In this study, several scenarios were developed to assess the potential impacts of changes in specific criteria. For instance, the impact of increased renewable energy integration on user preferences was simulated, revealing that a stronger focus on sustainable energy sources could significantly enhance the perceived value of EVs among environmentally conscious consumers. Similarly, the influence of government incentives was examined, indicating that well-structured financial incentives could effectively mitigate the high initial cost barrier associated with EV purchases.

Moreover, the study delved into how perceived risks, such as battery degradation, range anxiety, and high purchase costs, influence consumer decision-making. These factors were found to significantly deter potential buyers from opting for EVs, especially in regions with inadequate charging infrastructure. The integration of risk perception analysis into the FCM model allowed for a deeper understanding of how such concerns can impact overall EV adoption.

Furthermore, the analysis underscored the interconnected nature of the identified criteria. Factors such as performance, comfort, and user experience were found to be strongly interrelated, suggesting that improvements in one area could have cascading effects on others. For example, enhancing user comfort through improved battery technology not only increases the perceived value of EVs but also positively impacts overall user satisfaction, thereby reinforcing the centrality of user experience in shaping EV preferences.

Moreover, the study provides a comprehensive analysis of how environmental sustainability considerations influence EV preferences. The incorporation of renewable energy integration was found to not only elevate the perceived environmental value of EVs but also align them with broader societal goals related to climate change mitigation and carbon reduction. The findings emphasize the importance of promoting EVs as environmentally friendly alternatives to conventional vehicles, thus aligning marketing strategies with green narratives.

Additionally, the study highlights the role of demographic factors in shaping EV preferences. Demographic characteristics such as age, income level, and environmental awareness significantly affect consumer perceptions of EVs. Younger consumers, for instance, were found to place a higher emphasis on technological

features and environmental benefits, whereas older consumers prioritized comfort and safety. Understanding these demographic distinctions is crucial for tailoring marketing strategies to different consumer segments.

A further dimension explored in this study is the role of social influence and peer networks in shaping EV adoption. Social networks, word-of-mouth recommendations, and community perceptions can significantly affect consumer decisions regarding EV adoption. This aspect was integrated into the FCM model, allowing for an analysis of how social and perceptual factors intertwine with technical and economic factors.

Additionally, the model explores potential policy interventions aimed at increasing EV adoption. These include subsidies, tax incentives, and infrastructure investments. By simulating the effects of various policy scenarios within the FCM framework, the study offers valuable insights into how targeted policy measures can amplify or mitigate specific EV preference criteria. This analysis provides a strategic perspective for policymakers aiming to promote EV adoption as part of broader sustainable transportation initiatives.

In conclusion, the study underscores the multifaceted nature of EV preferences, integrating technical, social, economic, and perceptual dimensions into a comprehensive framework. By employing the FCM method, the research not only identifies key preference criteria but also reveals the dynamic interconnections among them, offering valuable insights for policymakers, marketers, and EV manufacturers in the strategic planning of sustainable transportation systems. Furthermore, the study emphasizes that the findings are not only relevant to EVs but can also be extended to other emerging technologies and mobility solutions, making it a valuable contribution to the broader literature on sustainable transportation and decision-making frameworks.



1. GİRİŞ

21. yüzyılın en belirgin problemlerinden biri olan çevresel sürdürülebilirlik, enerji verimliliği ve iklim değişikliği konuları, hem bireysel yaşam tarzlarını hem de küresel politikaları derinden etkilemektedir. Bu bağlamda ulaşım sektörü, çevresel etkisi ve enerji tüketimi bakımından dönüşüm geçirmesi gereken öncelikli alanlardan biri haline gelmiştir. Özellikle fosil yakıt kullanımına dayalı içten yanmalı motorlu taşıtların neden olduğu karbon salımı, hava kirliliği ve enerji bağımlılığı gibi sorunlar, alternatif ulaşım çözümlerine yönelimi zorunlu kılmıştır. Bu zorunluluğun en belirgin yansıması ise, son yıllarda dünya genelinde artan elektrikli araç teknolojilerine olan ilgi de kendisini göstermektedir.

Elektrikli araçlar, enerji ihtiyaçlarını şarj edilebilir bataryalardan karşılayan, egzoz emisyonu bulunmayan ve genel olarak çevre dostu olarak tanımlanan ulaşım araçlarıdır. Sıfır emisyon hedefleri, düşük işletme maliyetleri, bakım kolaylığı, enerji verimliliği ve teknolojik uyumluluk gibi birçok avantajı ile elektrikli araçlar, geleneksel araçlara güçlü bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Sierzychula ve diğ, 2014). Ancak, bu teknolojinin benimsenmesi yalnızca teknik yeterlilik ve maliyet avantajları ile açıklanamayacak kadar karmaşık bir yapıya sahiptir. Kullanıcı algıları, sosyal normlar, altyapı yeterliliği, devlet politikaları, çevre duyarlılığı, prestij, konfor ve kullanım deneyimi gibi birçok etken, tüketicilerin tercihlerini şekillendirmekte ve bu süreç çok boyutlu bir yapı arz etmektedir.

Uluslararası Enerji Ajansı (UEA) verilerine göre Dünya genelinde birçok ülkede ve şehirde elektrikli araç kullanım oranı her geçen yıl artmakta, altyapı yatırımları hızla gelişmekte ve teşvik sistemleri daha kapsamlı hale gelmektedir. Örneğin Norveç'te uygulanan vergi muafiyetleri, ücretsiz park imkânları ve düşük yol ücretleri, elektrikli araç sahipliğini önemli ölçüde artırmıştır. Bu gelişmeler, politika araçlarının tüketici davranışları üzerindeki etkisini açıkça göstermektedir. Türkiye'de ise elektrikli araç pazarı henüz gelişme aşamasında olup, bu alandaki kamu teşvikleri ve altyapı yatırımları yeni yeni ivme kazanmaktadır. Dolayısıyla Türkiye özelinde tüketici

tercihlerinin nasıl şekillendiği, hangi faktörlerin ön planda olduğu gibi sorular, araştırma açısından kritik önem taşımaktadır.

Bu çerçevede elektrikli araçlara yönelik tercih süreçlerinin doğru biçimde analiz edilmesi, gerek politika yapıcılar gerekse özel sektör için stratejik önem taşımaktadır. Elektrikli araç teknolojilerinin yaygınlaşmasını teşvik etmek için geliştirilecek stratejilerin etkili olabilmesi, tüketicilerin ne tür kriterlere önem verdiğinin ve bu kriterlerin birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunun doğru biçimde anlaşılmasını gerektirir. Ne var ki, bu karar süreci doğrusallıktan uzak, karmaşık, dinamik ve çoğu zaman karşılıklı etkileşimlerin bulunduğu bir yapıda gelişmektedir. Bu sebeple tercih sürecine ilişkin yapılan analizlerin, sadece bireysel kriterlerin önem düzeyini değil, aynı zamanda bu kriterlerin sistem içerisindeki karşılıklı etkileşimlerini de dikkate alması gerekmektedir.

Bu çalışma, elektrikli araç tercihlerini etkileyen kriterler arasındaki yapısal ilişkileri analiz etmek ve sistem içindeki dinamikleri kavramsal düzeyde modellemek amacıyla Bulanık Bilişsel Haritalama (BBH) yöntemini kullanmaktadır. BBH, ilk olarak Kosko (1986) tarafından geliştirilmiş ve karar verme süreçlerinde kavramlar arasındaki nedensel ilişkilerin yönlü ve ağırlıklı bir ağ yapısı ile temsil edilmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem, özellikle geri besleme içeren, doğrusal olmayan ve çok boyutlu yapıya sahip sistemlerin analizinde etkin bir biçimde kullanılmaktadır. BBH sayesinde, sistemdeki her bir kavramın diğer kavramlarla olan etkileri hem nicel hem de nitel olarak analiz edilebilmekte; ayrıca sistemin genel davranışı simüle edilerek denge durumları ve olası senaryolar değerlendirilebilmektedir.

BBH yöntemi, özellikle geleneksel çok kriterli karar verme yöntemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda değerli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Geleneksel yöntemler genellikle kriterler arasındaki doğrusal ilişkilere odaklanmaktadır. Oysa elektrikli araç tercihleri gibi çok sayıda değişkenin birbiriyle etkileşimde olduğu sistemlerde, kavramlar arası hem doğrudan hem de dolaylı ilişkilerin analiz edilmesi gerekir (Papageorgiou ve Salmeron, 2013).

Tezin konusunun seçilmesindeki temel neden, literatürde elektrikli araç tercihlerine yönelik yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunun sadece anket temelli ya da istatistiksel analizlere dayanmasıdır. Bu çalışmalar, kullanıcı eğilimlerini anlamada

faydalı olsa da, kavramlar arasındaki etkileşimi sistematik biçimde modelleyememektedir. Bu bağlamda bu tez, hem yöntem hem de uygulama düzeyinde önemli bir boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. BBH yöntemi, yalnızca kriterlerin önem derecelerini belirlemekle kalmayıp, aynı zamanda sistemdeki her bir kavramın diğerleri üzerindeki etkisini ve sistemin genel yapısındaki rolünü de ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın bir diğer özgün yönü, Türkiye’deki mevcut duruma özel olarak yapılandırılmış olmasıdır. Literatürde çok sayıda elektrikli araç tercih analizi yer alsa da, Türkiye bağlamında sistem düzeyinde yapılmış sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Ayrıca tez, uzman görüşleriyle oluşturulan etkileşim matrisine dayanarak, deneyime ve uzman sezgisine dayalı bir model sunması bakımından da farklılaşmaktadır. Bu yapı, klasik anket temelli veri toplama araçlarından farklı olarak, konunun öznel boyutunun da sistematik biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Günümüzde elektrikli araçlar teknolojik anlamda büyük bir ilerleme kaydetmiş olsa da, hala yaygınlaşmalarının önünde birçok engel bulunmaktadır. Yüksek satın alma maliyeti, şarj altyapısının yetersizliği, menzil endişesi, bilgi eksikliği ve sosyal kabul düzeyinin düşüklüğü gibi etmenler, bu teknolojinin kitlesel düzeyde benimsenmesini sınırlamaktadır (Rezvani ve diğ, 2015). Bu problemler sadece teknik veya ekonomik değil, aynı zamanda davranışsal ve yapısal dinamiklerle ilişkili olduğu için, karar vericilerin çok boyutlu veri setleri ve analizlere ihtiyaç duyduğu açıktır. Bu çalışma, söz konusu gereksinimlere sistematik bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında tercih edilen yaklaşım, analizlerin yalnızca bireysel tüketici verileri ile değil, uzman temelli bilgiler ile desteklenmesini içermektedir. Bu çerçevede, uzmanların görüşleri alınarak kavramlar arası ilişkiler yapılandırılmış ve bu ilişkiler BBH yöntemi aracılığıyla sayısallaştırılmıştır. Böylece klasik veri toplama araçlarının dışında, uzman sezgiselliğini modelleyebilen alternatif bir analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, özellikle yeni gelişen ve hızlı değişen teknolojilerle ilgili karar destek sistemlerinde etkin biçimde kullanılmaktadır (Jetter & Kok, 2014).

Bu bağlamda çalışmanın sınırları da net bir şekilde belirlenmiştir. Tez, doğrudan tüketici anketleri yoluyla bireysel tercih modellemesi yapmak yerine, sistem

düzeyinde kriter ilişkilerini anlamaya yönelik bir metodolojik yapı sunmaktadır. Elde edilen bulgular, özellikle kamu politikaları, otomotiv sektörü stratejileri ve sürdürülebilir ulaşım planlamaları için veri tabanlı kararlar alınmasına katkı sunacak niteliktedir.

Sonuç olarak, bu çalışmanın temel amacı, elektrikli araçlara yönelik tercih kriterlerini sistematik biçimde analiz ederek, bu kriterler arasındaki yapısal ilişkileri ortaya koymak, sistemdeki merkezi unsurları tespit etmek ve uzman temelli kavramsal bir model geliştirmektir. Bu hedef doğrultusunda BBH yöntemi uygulanmış ve Türkiye'deki uzmanlardan alınan görüşlerle kriterler arası ilişkiler modellenmiştir. Elde edilen bulgular, hem akademik literatüre katkı sağlayacak hem de sektörel karar destek süreçlerine somut öneriler sunabilecek niteliktedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik, günümüz dünyasında ekonomik büyüme, çevresel koruma ve sosyal refah arasındaki hassas dengenin korunması ihtiyacını ifade eden kapsamlı bir kavramdır. Bir yandan doğal kaynakların korunması ve çevresel bozulmanın önlenmesi hedeflenirken, diğer yandan ekonomik kalkınmanın sağlanması ve toplumsal refahın artırılması amaçlanır. Bu karmaşık yapısı, sürdürülebilirliği disiplinler arası bir araştırma konusu haline getirmiştir.

Sürdürülebilirlik kavramı, 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren uluslararası gündemin merkezine yerleşmiş ve Brundtland Raporu ile küresel ölçekte tanınır hale gelmiştir (WCED, 1987). Ancak, sürdürülebilirlik sadece bir kavramsal çerçeve değil, aynı zamanda uygulanabilir politikalar, stratejiler ve eylem planları bütünü olarak değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, sürdürülebilirlik, uzun vadeli düşünmeyi ve mevcut kaynakların gelecek nesillere aktarılmasını içeren bir yaklaşımı ifade eder (Purvis ve diğ, 2018).

Sürdürülebilirlik, çoğu zaman üç temel boyutta ele alınır: çevresel, ekonomik ve sosyal. Çevresel sürdürülebilirlik, ekosistemlerin korunması, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve biyolojik çeşitliliğin devamlılığı gibi unsurları içerirken; ekonomik sürdürülebilirlik, ekonomik büyümenin doğal kaynak tüketimi ve çevresel zararlarla dengelenmesini hedefler. Sosyal sürdürülebilirlik ise toplumsal eşitlik, insan hakları ve yaşam kalitesinin artırılması gibi konulara odaklanır.

Bu üç boyut, birbirleriyle etkileşim halinde olup, sürdürülebilirlik kavramının bütüncül yapısını oluşturur (Ruggerio, 2021). Bir alandaki sürdürülebilirlik çabaları, diğer alanları olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilir. Örneğin, ekonomik büyüme hedefleri çoğu zaman çevresel kaynakların aşırı tüketilmesine yol açarken; çevresel politikaların uygulanması ekonomik maliyetler doğurabilir. Bu nedenle,

sürdürülebilirlik yaklaşımları, çok boyutlu ve sistematik bir düşünce yapısını gerektirir (Moore ve diğ., 2017).

Sürdürülebilirlik, aynı zamanda toplumsal ve kültürel bir dönüşümü de zorunlu kılar. İnsanların tüketim alışkanlıklarının değiştirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, atık yönetimi ve çevresel farkındalığın artırılması gibi adımlar, sürdürülebilirliğin sağlanması için kritik öneme sahiptir. Ancak bu dönüşüm, yalnızca bireylerin değil, aynı zamanda kurumların, devletlerin ve uluslararası örgütlerin de aktif katılımını gerektirir.

Bu bağlamda, sürdürülebilirlik kavramı, yalnızca çevresel bir konu olarak değil, ekonomik kalkınma, toplumsal adalet ve ekolojik dengeyi kapsayan çok boyutlu bir paradigma olarak ele alınmalıdır. Bu çalışmanın ilerleyen bölümlerinde, sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları daha ayrıntılı olarak incelenecektir.

2.1.1 Ekonomik sürdürülebilirlik

Ekonomik sürdürülebilirlik, ekonomik büyüme ile doğal kaynakların korunması ve sosyal refah arasında bir denge kurmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, ekonomik faaliyetlerin yalnızca kısa vadeli kâr elde etme hedefiyle değil, uzun vadeli ekonomik istikrarı sağlayacak şekilde planlanması gerektiğini savunur.

Bir ekonominin sürdürülebilirliği, doğal sermayenin korunması ve kaynakların verimli kullanımı ile yakından ilişkilidir. Doğal kaynakların aşırı tüketimi ve ekonomik faaliyetlerin çevresel maliyetlerinin göz ardı edilmesi, ekonomik sistemleri uzun vadede savunmasız hale getirebilir. Bu bağlamda, döngüsel ekonomi modeli, atıkların azaltılması, geri dönüşüm süreçlerinin iyileştirilmesi ve kaynakların yeniden kullanımı gibi uygulamalarla ekonomik sürdürülebilirliği destekleyen bir yapı sunar (Elsawy ve Youssef, 2023).

Ekonomik sürdürülebilirlik, aynı zamanda ekonomik çeşitliliğin sağlanmasını da içerir (Spangenberg, 2005). Bir ekonominin yalnızca belirli sektörlere bağımlı kalmadan, çeşitli sektörlerde dengeli bir büyüme göstermesi, ekonomik krizlere karşı dirençli olmasını sağlar. Bu durum, ekonomik sürdürülebilirlik ile sosyal sürdürülebilirlik arasındaki bağlantıyı da güçlendirir.

Diğer yandan, gelir dağılımındaki eşitsizliklerin azaltılması ve toplumun genel refahının artırılması da ekonomik sürdürülebilirliğin önemli unsurlarındandır. Ekonomik büyüme, yalnızca belirli kesimlerin değil, toplumun geneline fayda sağlamalıdır. Bu amaçla, sosyal politikaların ekonomik kalkınma planlarına entegre edilmesi, ekonomik sürdürülebilirliği destekleyen bir strateji olarak öne çıkar.

Sonuç olarak, ekonomik sürdürülebilirlik; ekonomik büyüme, doğal kaynakların korunması, gelir adaleti ve sosyal refahın dengelenmesi gibi unsurları içeren çok boyutlu bir yaklaşımdır. Bu çerçevede, ekonomik faaliyetlerin yalnızca kâr odaklı değil, aynı zamanda toplumsal fayda ve çevresel sürdürülebilirlik perspektifinden değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

2.1.2 Sosyal sürdürülebilirlik

Sosyal sürdürülebilirlik, ekonomik büyüme ve çevresel koruma hedefleri ile uyumlu bir şekilde toplumsal refahın artırılmasını amaçlayan bir yaklaşımdır (Dempsey ve diğ., 2011). Bu çerçevede, sosyal sürdürülebilirlik, bireylerin temel hak ve özgürlüklerine erişimini sağlamak, yaşam kalitesini yükseltmek ve toplumsal eşitliği desteklemek gibi hedefleri kapsar. Ekonomik kalkınmanın toplumun geneline fayda sağlaması, kaynakların adil dağılımı ve sosyal sermayenin güçlendirilmesi, sosyal sürdürülebilirliğin temel unsurları arasında yer alır.

Sosyal sürdürülebilirlik, toplumsal bütünleşme, sosyal adalet ve kapsayıcılık gibi değerleri içermektedir. Bu bağlamda, ekonomik büyümenin yalnızca belirli kesimlere değil, tüm topluma fayda sağlaması gerektiği vurgulanır. Gelir dağılımındaki eşitsizliklerin azaltılması, toplumsal hizmetlere erişimin yaygınlaştırılması ve dezavantajlı grupların sosyal yaşama dahil edilmesi sosyal sürdürülebilirliğin ana hedefleri arasındadır. Bu hedeflere ulaşmak için eğitim, sağlık, barınma ve sosyal hizmetlerin iyileştirilmesi büyük önem taşır.

Diğer yandan, sosyal sürdürülebilirlik, bireylerin toplumsal karar alma süreçlerine aktif olarak katılmasını teşvik eder (Colantonio, 2010). Toplumun farklı kesimlerinin karar alma mekanizmalarına dahil edilmesi, sosyal sermayenin artırılmasına ve toplumsal bağların güçlenmesine katkı sağlar. Bu bağlamda, sosyal sürdürülebilirlik,

yalnızca ekonomik refahın artırılmasını değil, aynı zamanda bireylerin sosyal yaşama katılımını ve kendilerini ifade edebilme imkanlarını da gözetir.

Sonuç olarak, sosyal sürdürülebilirlik, toplumsal refahın sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde ele alınmasını sağlayan bir yaklaşımdır. Bu çerçevede, ekonomik kalkınma ve çevresel koruma hedefleri ile uyumlu bir şekilde, sosyal adaletin sağlanması, eşitliğin desteklenmesi ve toplumsal katılımın teşvik edilmesi temel öncelikler arasında yer alır.

2.1.3 Çevresel sürdürülebilirlik

Çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynakların korunması, ekosistemlerin devamlılığı ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi gibi unsurları kapsayan çok boyutlu bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, ekonomik büyüme ve toplumsal kalkınmanın çevresel maliyetlerini göz önünde bulundurarak, doğal kaynakların tükenmesini önlemeyi ve ekosistemlerin kendini yenileme kapasitesini korumayı amaçlar. Sürdürülebilir kalkınmanın en temel boyutlarından biri olan çevresel sürdürülebilirlik, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlikle doğrudan etkileşim halindedir (Goodland, 1995).

Çevresel sürdürülebilirlik, doğal sermayenin korunması ilkesine dayanır. Doğal sermaye, hava, su, toprak, mineraller ve biyolojik çeşitlilik gibi yenilenebilir ve yenilenemez kaynakları içerir. Bu kaynakların aşırı tüketimi, ekosistemlerin dengesini bozmakta ve uzun vadeli ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliğini tehlikeye atmaktadır. Bu bağlamda, çevresel sürdürülebilirlik; kaynakların dikkatli kullanımı, atık yönetimi ve ekolojik ayak izinin minimize edilmesi gibi stratejileri içermektedir (Morelli, 2011).

Bir diğer önemli unsur, ekosistemlerin sağladığı hizmetlerin korunmasıdır. Ekosistemler, su arıtımı, toprak verimliliği ve karbon depolama gibi işlevleri ile insan yaşamının sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol oynar. Bu hizmetlerin sürdürülebilir kullanımı, doğal kaynakların korunması ve ekonomik faaliyetlerin uzun vadede desteklenmesi için gereklidir. Ekosistemlerin işlevselliğini kaybetmesi, hem çevresel hem de ekonomik maliyetleri artırabilir. Bu nedenle, ekosistemlerin korunması, çevresel sürdürülebilirliğin temel taşlarından biri olarak değerlendirilmelidir.

Çevresel sürdürülebilirlik, ekonomik faaliyetlerin doğal sistemler üzerindeki etkilerini dengelemeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu bağlamda, ekosistemlerin işleyişini bozmayacak şekilde kaynak kullanımını düzenlemek ve çevresel tahribatı önlemek büyük önem taşır. Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı, yalnızca çevresel değerlerin korunması için değil, aynı zamanda ekonomik sistemlerin uzun vadeli işleyişi için de kritik bir gerekliliktir. Bu nedenle, çevresel sürdürülebilirlik stratejileri, ekonomik büyüme hedefleri ile ekosistemlerin korunması arasında bir uyum sağlamayı hedefler. Kaynakların verimli kullanımı, atıkların yönetimi ve ekolojik dengenin korunması gibi uygulamalar, çevresel sürdürülebilirlik perspektifinin temel bileşenlerini oluşturur.

2.1.4 Elektrikli araçlar ve çevresel sürdürülebilirlik

Küresel iklim değişikliği, hava kirliliği ve doğal kaynakların tükenme riski, ulaşım sektöründe çevresel sürdürülebilirlik temelli çözümleri zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda elektrikli araçlar, yalnızca taşıma biçiminde bir dönüşüm değil, aynı zamanda çevre politikalarının somut bir yansıması olarak değerlendirilmektedir. Elektrik enerjisiyle çalışan bu araçlar, karbon emisyonunu azaltma, hava kalitesini iyileştirme ve enerji kaynaklarını çeşitlendirme gibi çevresel hedeflere katkı sağlama potansiyeli nedeniyle sürdürülebilir ulaşım stratejilerinin merkezinde yer almaktadır (Kittner ve diğ, 2020).

Elektrikli araçların çevresel avantajlarının başında doğrudan egzoz emisyonu üretmemeleri gelmektedir. Bu özellikleri sayesinde elektrikli araçlar, özellikle büyükşehirlerde partikül madde (PM), azot oksit (NO_x) ve karbon monoksit (CO) gibi zararlı gazların salımını ortadan kaldırmakta; bu da hava kalitesini doğrudan olumlu etkilemektedir (Sharma ve diğ, 2020). Ayrıca, sessiz çalışma özellikleri sayesinde gürültü kirliliğini azaltarak çevresel konfor düzeyini de artırmaktadırlar.

Bununla birlikte elektrikli araçların çevresel etkileri yalnızca kullanım aşamasıyla sınırlı değildir. Yaşam döngüsü (Life Cycle Assessment - LCA) perspektifinden bakıldığında, araç üretimi, batarya imalatı ve şarj süreci gibi aşamalar da dikkate alınmalıdır. Literatürde yapılan çalışmalar, elektrikli araçların toplam sera gazı emisyonlarının elektrik üretim kaynağına önemli ölçüde bağlı olduğunu ortaya koymaktadır (Muratori ve diğ, 2021). Yenilenebilir enerji ile şarj edilen elektrikli

araçlar, tüm yaşam döngüsü boyunca içten yanmalı motorlu araçlara göre çok daha düşük karbon ayak izine sahiptir. Buna karşın elektrik üretiminde hâlen fosil yakıt ağırlıklı kaynaklara bağımlı ülkelerde bu fark anlamlı düzeyde azalmaktadır (Alanazi, 2023).

Elektrikli araçların sürdürülebilirlik açısından bir diğer önemli boyutu, enerji verimliliği ile ilgilidir. Elektrik motorlarının mekanik verimliliği, içten yanmalı motorlara kıyasla çok daha yüksektir. Bu durum, aynı miktarda enerji ile daha uzun mesafelerin katedilmesini mümkün kılarak kaynak tüketimini azaltmaktadır (Huang ve diğ, 2021). Ayrıca akıllı şarj sistemleri ve çift yönlü enerji akışını mümkün kılan “Vehicle-to-Grid (V2G)” teknolojileri, elektrikli araçları pasif tüketici olmaktan çıkarıp aktif enerji yöneticisine dönüştürmektedir (Cañigüeral ve Meléndez, 2021).

Ancak çevresel sürdürülebilirlik açısından elektrikli araçların tartışmalı yönleri de bulunmaktadır. Özellikle batarya üretiminde kullanılan lityum, kobalt ve nikel gibi madenlerin çıkarılması, yüksek su tüketimi, toprak tahribatı ve toksik atık üretimi gibi çevresel maliyetler yaratmaktadır. Ayrıca batarya geri dönüşüm altyapısının henüz yeterince gelişmemiş olması, bu madenlerin yeniden kullanılamamasıyla sonuçlanmakta ve çevresel döngüde bir boşluk oluşturmaktadır (He ve diğ, 2021).

Sonuç olarak, elektrikli araçlar çevresel sürdürülebilirliğe önemli katkılar sağlayan bir teknoloji olmakla birlikte, bu katkıların en üst düzeye çıkarılması için şarj altyapısının yenilenebilir enerji kaynaklarına entegre edilmesi, batarya geri dönüşüm teknolojilerinin geliştirilmesi ve üretim süreçlerinin çevreye duyarlı hale getirilmesi gerekmektedir. Ancak bu bütüncül yaklaşım sağlandığında elektrikli araçlar, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada etkin bir araç olarak değerlendirilebilir.

2.2 Elektrikli Araçlar

Elektrikli araçlar, elektrik enerjisini mekanik harekete dönüştüren motor sistemlerine sahip olan ve büyük ölçüde batarya teknolojisine dayalı olarak çalışan ulaşım araçlarıdır. Konvansiyonel içten yanmalı motorlu taşıtlardan farklı olarak, fosil yakıtlardan bağımsız çalışmaları ve doğrudan egzoz emisyonu üretmemeleri, onları çevre dostu mobilite çözümleri arasında öne çıkarmaktadır (Chan, 1993; Ding ve diğ, 2017). Gelişen enerji teknolojileriyle birlikte elektrikli araçlar, yalnızca bireysel

ulaşının değil, aynı zamanda kamusal, ticari ve lojistik taşımanın da ayrılmaz bir parçası haline gelmektedir (Cairns ve Albertus, 2010).

Elektrikli araçların teknik yapısı, içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla daha az hareketli parça içermekte; bu da bakım ihtiyacını azaltmakta ve işletme maliyetlerini düşürmektedir (Husain ve diğ, 2021). Bu teknolojinin kalbinde ise enerji depolama sistemleri yer alır. Özellikle lityum-iyon bataryaların kapasite, güvenlik ve ömür açısından kaydettiği ilerlemeler, elektrikli araçların pratikteki uygulanabilirliğini büyük ölçüde artırmıştır (Cairns ve Albertus, 2010; Sanguesa ve diğ, 2021). Günümüzde bir elektrikli araç, tipik olarak şarj edilebilir bir batarya paketi, elektrik motoru, güç elektroniği dönüştürücüsü ve enerji yönetim birimlerinden oluşur. Bu bileşenlerin senkronize şekilde çalışması, aracın performansını ve enerji verimliliğini doğrudan etkilemektedir.

Elektrikli araçlara yönelik artan ilgi, yalnızca çevresel kaygılarla sınırlı değildir. Artan enerji maliyetleri, fosil yakıt rezervlerinin sınırlılığı ve kent içi ulaşımın giderek yoğunlaşması gibi faktörler, elektrikli araçları ekonomik ve stratejik açıdan da ön plana çıkarmaktadır (Kittner ve diğ, 2020). Ayrıca, yenilenebilir enerji sistemleriyle entegrasyon potansiyeli, elektrikli araçların sıfır emisyon hedeflerine katkı sağlayan çok yönlü araçlar haline gelmesini desteklemektedir (Muratori ve diğ, 2021).

Son yıllarda birçok ülke, karbon salımını azaltmaya yönelik hedefler doğrultusunda elektrikli araçlara çeşitli teşvikler sunmakta, vergi indirimleri ve altyapı yatırımlarıyla bu teknolojinin yaygınlaşmasını desteklemektedir (Sezen & İşler, 2017). Çin, Norveç ve Almanya gibi ülkeler bu dönüşümde öncü roller üstlenirken; Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde de elektrikli araçlara olan ilgi artmakta ve şarj altyapısı yatırımları hız kazanmaktadır. Otomotiv endüstrisinin küresel aktörleri ise AR-GE yatırımlarını elektrikli araç teknolojilerine yönlendirerek, maliyetleri düşürmekte ve yeni nesil çözümler sunmaktadır (Huang ve diğ, 2021).

Sonuç olarak, elektrikli araç teknolojisinin yükselişı yalnızca teknik bir gelişim değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel bir değişimin göstergesidir. Bu kapsamda elektrikli araçlar, mobilite anlayışını yeniden tanımlamakta; kentleşme, enerji arz güvenliği ve sürdürülebilirlik politikaları ile doğrudan ilişkili hale gelmektedir (Sanguesa ve diğ, 2021).

2.2.1 Elektrikli araç teknolojisinin tarihsel gelişimi

Elektrikli araç teknolojisinin kökeni sanıldığından çok daha eskiye, 19. yüzyılın başlarına dayanmaktadır. İlk elektrikli taşıtlar, 1828 yılında Ányos Jedlik'in geliştirdiği küçük ölçekli elektromanyetik motor prototipi ile başlayarak, 1835'te Sibrandus Stratingh'in elektrikle çalışan küçük modelleriyle şekillenmeye başlamıştır (Vascan ve Szabó, 2022). Bu erken dönem denemeler, elektrik enerjisinin taşıtlarda kullanılabilirliğini ortaya koymuş, ancak yeterli batarya kapasitesi ve şarj altyapısının olmayışı nedeniyle sınırlı kalmıştır.

Elektrikli araçlar 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılın başlarında oldukça yaygın hale gelmiş, özellikle şehir içi taşımacılıkta sessiz çalışmaları, titreşimsiz yapıları ve kullanım kolaylıkları sayesinde büyük ilgi görmüştür. 1900'lü yılların başında ABD'de satılan otomobillerin yaklaşık üçte biri elektrikliydi (Chan, 1993). Bu dönemde Thomas Edison'un nikel-demir batarya çalışmaları, daha uzun ömürlü enerji depolama sistemleri geliştirme çabasının ilk örneklerinden biri olmuştur (Cairns ve Albertus, 2010). Ancak aynı dönemde Henry Ford'un geliştirdiği seri üretim modeliyle benzinli araçların maliyetlerinin düşmesi ve petrol temelli altyapının yaygınlaşması, elektrikli araçların pazardaki yerini hızla kaybetmesine neden olmuştur.

1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi, elektrikli araçlara olan ilgiyi yeniden canlandırmış; bu dönemde sınırlı menzil ve düşük hızlara sahip modeller geliştirilmiş olsa da, teknolojik yetersizlikler nedeniyle yaygınlaşma sağlanamamıştır. NASA'nın 1971'de Ay'a gönderdiği Lunar Roving Vehicle (LRV), elektrikli tahrik sistemlerinin zorlu koşullarda bile güvenilirliğini göstermesi açısından önemli bir örnek teşkil etmiştir (Vascan ve Szabó, 2022).

1990'lı yıllardan itibaren çevresel sürdürülebilirlik, emisyon regülasyonları ve enerji güvenliği gibi kavramların önem kazanmasıyla birlikte, elektrikli araç teknolojileri yeniden gündeme gelmiştir. Bu süreçte ilk nesil hibrit ve elektrikli araçlar piyasaya sunulmuş; General Motors'un EV1 modeli ile Toyota'nın Prius gibi hibrit araçları öncülük etmiştir (Morton ve diğ, 2016). 2000'li yılların başında ise özellikle batarya teknolojisinde yaşanan gelişmeler, elektrikli araçların ticari başarısını mümkün kılan önemli bir dönüm noktası olmuştur.

Günümüzde elektrikli araçlar, yüksek enerji yoğunluğuna sahip lityum-iyon bataryalar, rejeneratif frenleme sistemleri, dijital enerji yönetimi ve hızlı şarj teknolojileri ile donatılmıştır (Husain ve diğ, 2021). Tesla'nın 2008'de piyasaya sürdüğü Roadster modeli, hem menzil hem de performans açısından elektrikli araç algısında ciddi bir kırılma yaratmış ve pazarı yeniden şekillendirmiştir. Bugün neredeyse tüm büyük otomobil üreticileri, farklı segmente hitap eden elektrikli araç modelleri geliştirmekte ve geleneksel içten yanmalı motor üretiminden aşamalı olarak vazgeçmektedir.

Elektrikli araç teknolojisinin tarihsel gelişimi, yalnızca teknik evrim süreci olarak değil, aynı zamanda enerji, çevre ve toplumsal dönüşüm dinamikleriyle paralel bir gelişim çizgisi olarak da değerlendirilmektedir. Bu bağlamda elektrikli araçlar, 200 yıllık tarihinde birçok kez geri plana itilmiş olsa da günümüzde mobilitenin geleceğini yeniden tanımlayan temel teknolojiler arasında yer almaktadır.

2.2.2 Elektrikli araçların avantajları ve dezavantajları

Elektrikli araçlar, günümüzde hem çevresel hem de ekonomik gerekçelerle otomotiv endüstrisinin dönüşümüne yön veren bir teknoloji haline gelmiştir. Sıfır emisyon hedefleri, enerji verimliliği ve düşük işletme maliyetleri, bu araçların sunduğu başlıca avantajlar arasında yer almakta; buna karşın menzil sınırlamaları, şarj altyapısının yetersizliği ve batarya teknolojisine dair bazı kısıtlar da elektrikli araçların yaygınlaşmasının önünde engel oluşturmaktadır. Bu nedenle elektrikli araçların güçlü ve zayıf yönlerinin bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmesi, teknolojinin sürdürülebilir şekilde yaygınlaşabilmesi açısından önem taşımaktadır.

Elektrikli araçların çevre dostu yapısı, fosil yakıtla çalışan içten yanmalı araçlara kıyasla en temel avantajlarından biridir. Tamamen elektrikle çalışan elektrikli araçlar doğrudan karbon salınımı yapmadıkları için şehir merkezlerinde hava kalitesini artırmakta, sera gazı salınımı azaltmakta ve gürültü kirliliğini önemli ölçüde düşürmektedir (Chawla ve diğ, 2023). Bu faydalar, özellikle büyük şehirlerde yaşayan bireyler için yaşam kalitesi açısından somut katkılar sunmaktadır.

Ekonomik açıdan bakıldığında ise elektrikli araçların sahip olma ve işletme maliyetlerinin zaman içinde içten yanmalı motorlu araçlara göre daha düşük hale

geldiği görülmektedir. Batarya fiyatlarında son on yılda yaşanan düşüş, kullanıcıların daha geniş bir yelpazede elektrikli araç modellerine ulaşmasını sağlamış; aynı zamanda daha düşük enerji maliyetleri sayesinde yakıt tasarrufu sağlanmıştır (Kahleel ve diğ, 2024). Üstelik elektrikli araçlarda bakım ihtiyacının azalması da toplam kullanım maliyetlerini olumlu etkilemektedir. Zira bu araçlarda yağ değişimi, egzoz sistemlerinin bakımı veya karmaşık şanzıman sistemleri bulunmamaktadır (Lashari ve diğ, 2021).

Bunlara ek olarak, elektrikli araçların teknolojik açıdan birçok yenilikçi özellikle donatılması da önemli bir kullanıcı avantajıdır. Akıllı sürüş sistemleri, rejeneratif frenleme, uzaktan yazılım güncellemeleri ve bağlantılı hizmetler gibi birçok dijital fonksiyon, elektrikli araçları yalnızca ulaşım aracı değil, aynı zamanda akıllı bir mobilite platformuna dönüştürmektedir (He ve diğ, 2021).

Öte yandan, elektrikli araç teknolojisi bazı sınırlamaları da beraberinde getirmektedir. Öncelikle, günümüzde halen birçok modelin tek şarjla sunduğu menzil, kullanıcı beklentilerinin altında kalabilmekte; bu da “menzil kaygısı”nı (range anxiety) önemli bir psikolojik bariyer haline getirmektedir (Aravena ve Denny, 2021). Ayrıca, özellikle hızlı şarj altyapısının henüz yeterince yaygınlaşmamış olması, uzun yolculuklarda planlama sorunlarına yol açabilmektedir.

Batarya teknolojisinin mevcut sınırları da bu bağlamda önemli bir dezavantajdır. Batarya ömrünün zamanla azalması, kapasite kayıpları ve soğuk hava koşullarında performans düşüşleri gibi teknik sorunlar, elektrikli araç kullanıcıları için ciddi bir endişe kaynağı oluşturmaktadır (Cañigüeral ve Meléndez, 2021). Aynı zamanda, batarya üretiminde kullanılan lityum, kobalt ve nikel gibi hammaddelere olan bağımlılık, çevresel ve jeopolitik açıdan başka sorunları da beraberinde getirmektedir.

Sosyal açıdan değerlendirildiğinde ise elektrikli araçların sessiz çalışması bazı güvenlik sorunlarına yol açabilmektedir. Özellikle düşük hızda hareket eden araçların yayalar tarafından fark edilmemesi, kentsel alanlarda kaza riskini artırabilmektedir. Bu nedenle birçok ülkede elektrikli araçlara yapay motor sesi eklenmesi yasal zorunluluk haline gelmiştir (Ding ve diğ, 2017).

Sonuç olarak, elektrikli araçlar birçok teknik, ekonomik ve çevresel avantaj sunmakla birlikte; bazı teknik kısıtlar, altyapı eksiklikleri ve kullanıcı algısına bağlı endişeler nedeniyle halen gelişmeye açık bir teknolojidir. Bu nedenle, elektrikli araçların daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşabilmesi için hem donanım hem de hizmet altyapılarının eşgüdümlü şekilde geliştirilmesi gerekmektedir.

2.2.3 Elektrikli araçların mevcut pazar yapısı

Elektrikli araçlar, küresel otomotiv sektöründe son on yılda en hızlı büyüyen segmentlerden biri haline gelmiştir. Özellikle sürdürülebilir ulaşım politikalarının hız kazanması, batarya maliyetlerinin düşmesi ve kullanıcı talebinin çeşitlenmesiyle birlikte, elektrikli araç pazarı bölgesel farklılıklar göstermekle beraber dünya genelinde önemli bir ivme kazanmıştır. Bu kapsamda, mevcut pazar yapısının analiz edilmesi; elektrikli araçların benimsenme düzeylerini, üretim ve satış verilerini, ülke bazlı teşvik politikalarını ve rekabetçi üretici stratejilerini anlamak açısından kritik öneme sahiptir.

Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) 2023 verilerine göre, dünya genelinde yollarda olan elektrikli araç sayısı 2022 sonu itibarıyla 26 milyonu aşmıştır ve bu rakamın 2030 yılına kadar 230 milyona ulaşması öngörülmektedir (IEA, 2023). Pazarın büyük kısmını bataryalı elektrikli araçlar oluşturmakta olup, plug-in hibrit elektrikli araçların toplam içerisindeki payı kademeli olarak azalmaktadır. Bu gelişme, tüketicilerin tam elektrikli modellere yöneldiğini ve menzil konusunda artan güvenin etkili olduğunu göstermektedir.

Küresel ölçekte pazarın liderliğini Çin sürdürmektedir. Çin'deki güçlü devlet destekleri, yerli üretici teşvikleri ve kapsamlı şarj altyapısı yatırımları sayesinde 2022 yılında dünya elektrikli araç satışlarının yaklaşık %60'ı bu ülkede gerçekleşmiştir (Kahleel ve diğ, 2024). Çin menşeli firmalar, özellikle ekonomik sınıfta yüksek satış hacmine ulaşırken; Avrupa ve ABD menşeli üreticiler daha çok orta-üst segmente odaklanmaktadır. Avrupa pazarı ise Norveç, Hollanda ve Almanya gibi ülkelerin öncülüğünde büyümekte; Norveç'te yeni araç satışlarında elektrikli araç payı %80'in üzerine çıkmıştır (Lashari ve diğ, 2021). ABD'de ise Tesla'nın liderliğinde elektrikli araç satışları artarken, Ford, GM ve diğer geleneksel üreticiler yeni elektrikli modellerini piyasaya sürmeye devam etmektedir.

Elektrikli araç pazarının gelişimini etkileyen en önemli faktörlerden biri, devlet politikaları ve teşvik mekanizmalarıdır. Satın alma sübvansiyonları, ÖTV indirimleri, ücretsiz şarj, park imtiyazları ve şehir merkezlerine erişim kolaylıkları gibi teşvikler, birçok ülkede elektrikli araç benimsenmesini hızlandıran başlıca araçlar olarak kullanılmaktadır (Chawla ve diğ, 2023). Bununla birlikte, bazı ülkelerde bu teşviklerin aşamalı olarak azaltılması ya da tamamen kaldırılması, tüketici talebinde dalgalanmalara neden olmuştur. Bu durum, pazarın destekle değil kendi dinamikleriyle olgunlaşmasının ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Türkiye özelinde değerlendirildiğinde, elektrikli araç pazarı halen gelişim aşamasındadır. TÜİK tarafından 2023 yılında trafiğe kaydı yapılan elektrikli araç sayısı 65.558 iken, 2024 yılında bu sayı 103.850 olarak açıklanmıştır. Elektrikli araçların pazar payı %6,9'dan %10,2'ye yükselmiştir (TÜİK, 2025). Ancak TOGG gibi yerli üretim projeleri ve kamuya ait araç filolarının elektrikli dönüşümü için planlanan yatırımlar, önümüzdeki yıllarda pazarın büyüme potansiyelini artırmaktadır. Bunun yanında, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun (EPDK) şarj istasyonları lisanslama düzenlemeleri ve TEHAD gibi sektör derneklerinin altyapı yatırımlarını yönlendirmesi, pazardaki yapısal gelişmeyi destekleyen etmenlerdendir.

Günümüzde elektrikli araç pazarı sadece satış hacmi ile değil, aynı zamanda tüketici segmentasyonu, kullanım modelleri, ikinci el piyasası ve şarj altyapısı ağı gibi çok boyutlu yapılarla şekillenmektedir. Bu nedenle, mevcut pazar yapısını yalnızca satış rakamlarıyla değil, aynı zamanda kullanıcı davranışı, hizmet altyapısı ve rekabet stratejileri gibi bileşenlerle birlikte değerlendirmek gerekmektedir.

2.2.4 Kullanıcıların elektrikli araçlara yaklaşımı

Elektrikli araçların yaygınlaşması yalnızca teknolojik gelişmelerle değil, aynı zamanda kullanıcıların bu araçlara yönelik algı, tutum ve davranışlarıyla da doğrudan ilişkilidir. Elektrikli araç teknolojisi, geleneksel araç kullanıcılarının alışkanlıklarını önemli ölçüde değiştirmeyi gerektirdiğinden, tüketici yaklaşımı, pazardaki kabul düzeyini ve yayılma hızını belirleyen en temel unsurlardan biri haline gelmiştir. Kullanıcı davranışlarının incelenmesi, yalnızca satın alma motivasyonlarını değil, aynı zamanda karşılaşılan direnç noktalarını ve kabullenmeyi şekillendiren psikolojik dinamikleri de ortaya koymaktadır.

Tüketicilerin elektrikli araçlara karşı tutumu çoğunlukla çevresel duyarlılık, ekonomik avantajlar ve yenilikçiliğe açıklık gibi faktörler etrafında şekillenmektedir. Literatürde çevresel bilinç ve sürdürülebilirlik hassasiyeti yüksek bireylerin elektrikli araçlara daha olumlu yaklaştığı gösterilmiştir (Chawla ve diğ., 2023). Bu gruplar, düşük emisyonlu teknolojilere yönelmeyi bireysel sorumluluklarının bir parçası olarak görmekte ve elektrikli araç kullanımını çevresel katkı olarak değerlendirmektedir.

Bununla birlikte, bireylerin elektrikli araç satın alma niyetlerinde yeniliğe açıklık, teknolojiye güven ve sosyal imaj gibi psikolojik faktörler de önemli rol oynamaktadır (Lashari ve diğ., 2021). Yenilikçi profildeki bireyler, teknolojik ürünleri erken benimsemeye daha yatkın olup, elektrikli araç gibi gelişen çözümleri daha hızlı adapte edebilmektedir. Özellikle yüksek gelir ve eğitim düzeyine sahip kullanıcılar arasında, Elektrikli araç sahipliği prestij unsuru olarak da değerlendirilebilmektedir (Morton ve diğ., 2016).

Öte yandan, kullanıcıların elektrikli araçlara karşı çekinceleri de dikkate değer boyuttadır. Menzil kaygısı, şarj süresi, şarj altyapısının yetersizliği ve batarya ömrüyle ilgili belirsizlikler, tüketicilerin elektrikli araçlara karşı temkinli yaklaşmasına yol açmaktadır (Aravena ve Denny, 2021). Özellikle günlük kullanım dışında uzun yolculuk yapan bireyler için bu tür teknik sınırlamalar, elektrikli araç tercihini sınırlayan başlıca unsurlardan biri olmaktadır. Ayrıca, bazı kullanıcılar elektrikli araç teknolojisini karmaşık, bakım açısından belirsiz veya güvenlik açısından yetersiz bulabilmektedir.

Kullanıcıların bilgi düzeyi de elektrikli araçlara yönelik yaklaşımı büyük ölçüde şekillendirmektedir. Deneysel araştırmalar, kullanıcıların kısa süreli test sürüşleri sonrası elektrikli araçlara dair algılarının belirgin şekilde değiştiğini göstermektedir. Özellikle performans, hızlanma ve sessiz çalışma gibi özelliklerin deneyimlenmesi, olumlu tutumları güçlendirmektedir (Aravena ve Denny, 2021). Bu bağlamda, tüketici bilgilendirme kampanyaları, test sürüşleri ve teşvik temelli bilinçlendirme programları, elektrikli araç algısını değiştiren etkili araçlardır.

Türkiye bağlamında yapılan araştırmalarda ise kullanıcıların elektrikli araçlara karşı genel olarak olumlu bir bakışa sahip olduğu, ancak bilgi eksikliği ve altyapı yetersizlikleri nedeniyle davranışa dönüşümün sınırlı kaldığı görülmektedir (Sezen &

İşler, 2017). Bununla birlikte, yerli üretim projeleri, devlet teşvikleri ve şarj istasyonu yatırımlarının artmasıyla birlikte bu yaklaşımın daha da olumlu yönde gelişeceği öngörülmektedir.



3. METODOLOJİ

3.1 Bilişsel Haritalama

Bilişsel Haritalama, bireylerin veya grupların belirli bir konuya dair düşüncelerini, kavramlar arasındaki ilişkileri ve bu ilişkilerin güçlerini görselleştirmeyi amaçlayan bir yöntemdir. İlk olarak 1970'li yıllarda Axelrod tarafından geliştirilen bu yöntem, karar verme süreçlerinde karmaşık sistemlerin analizini kolaylaştırmak için kullanılmıştır (Axelrod, 1976).

Bilişsel Haritalar, temel olarak düğümler (kavramlar) ve bu düğümler arasındaki yönlü ilişkilerden (oklar) oluşur. Düğümler, belirli bir sistemdeki bileşenleri veya kavramları temsil ederken, oklar ise bu kavramlar arasındaki nedensel ilişkileri ifade eder. Bu ilişkiler, genellikle pozitif (+) veya negatif (-) olarak tanımlanır ve etkilerin gücünü gösteren sayısal değerlerle desteklenebilir.

Bilişsel Haritalamanın en temel amacı, bireylerin zihinsel modellerini haritalamak ve bu modellerin sistematik bir şekilde analiz edilmesini sağlamaktır. Bu yöntem, karar vericilerin belirli bir probleme yönelik düşünce yapısını, kavramlar arası ilişkilerin yönlerini ve bu ilişkilerin önem derecelerini görselleştirerek, karar süreçlerinin daha net anlaşılmasını sağlar (Özesmi ve Özesmi, 2004).

Bilişsel Haritalama, farklı disiplinlerde kullanılabilecek esnek bir analiz aracıdır. Özellikle karar verme, stratejik planlama, risk analizi ve politika geliştirme süreçlerinde sıkça başvurulan bir yöntemdir. Birçok araştırmada, karar vericilerin zihinsel modellerinin çıkarılması ve bu modellerin analizi, bilişsel haritalama ile gerçekleştirilmiştir.

Bilişsel Haritalama süreci genellikle dört aşamadan oluşur:

1. Kavramların belirlenmesi: Araştırma konusu ile ilgili anahtar kavramlar belirlenir ve haritada yer alacak unsurlar seçilir.

2. Kavramlar arası ilişkilerin tanımlanması: Kavramlar arasındaki nedensel ilişkiler belirlenir ve bu ilişkilerin yönü (pozitif/negatif) ve gücü (zayıf/orta/güçlü) belirlenir.
3. Haritanın oluşturulması: Kavramlar düğümler olarak yerleştirilir ve ilişkiler oklar ile gösterilir.
4. Analiz ve yorumlama: Oluşturulan harita analiz edilir ve karar verme sürecine katkı sağlayacak çıkarımlar yapılır.

Bilişsel Haritalamanın avantajları arasında, karmaşık sistemlerin görselleştirilmesi, karar vericilerin zihinsel modellerinin analiz edilmesi ve kavramlar arası ilişkilerin sistematik olarak değerlendirilmesi bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, karar vericiler arasındaki farklılıkların belirlenmesi ve bu farklılıkların karar süreçlerine nasıl etki ettiğinin anlaşılması da mümkündür.

Öte yandan, bilişsel haritalamanın bazı sınırlamaları da vardır. Öncelikle, haritanın doğruluğu büyük ölçüde katılımcıların bilgi düzeyine ve algısına bağlıdır. Ayrıca, ilişkilerin sayısal olarak ifade edilmesi, öznel yargılara dayandığı için belirsizlik yaratabilir. Bu nedenle, bilişsel haritaların analizinde bulanık mantık gibi yöntemlerin kullanılması, daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlar (Kosko, 1986).

Bilişsel Haritalama, karar verme süreçlerinde karmaşık sistemlerin analiz edilmesini sağlayan etkili bir yöntemdir. Bu yöntem, özellikle sosyal bilimler, mühendislik, stratejik planlama ve politika geliştirme gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Geliştirilen haritalar, kavramlar arası ilişkilerin analiz edilmesine ve karar vericilerin zihinsel modellerinin anlaşılmasına olanak tanır.

3.2 Bulanık Bilişsel Haritalama

Karmaşık sistemlerin modellenmesinde geleneksel nicel analiz yöntemleri çoğu zaman yetersiz kalmakta; özellikle çoklu faktörlerin birbirleriyle etkileşim içinde olduğu, doğrusal olmayan yapılar için daha esnek ve yorumlayıcı yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, Bulanık Bilişsel Haritalama (BBH), karar verme süreçlerinde uzman bilgisine dayalı nedensel ilişkileri modelleme imkânı sunarak literatürde giderek daha fazla benimsenen yöntemlerden biri haline gelmiştir. İlk olarak Kosko (1986) tarafından geliştirilen bu yöntem, klasik bilişsel haritalama

yaklaşımına bulanık mantık kavramını entegre ederek hem nicel hem nitel analizlerin birlikte kullanılabildiği hibrit bir yapı oluşturmuştur.

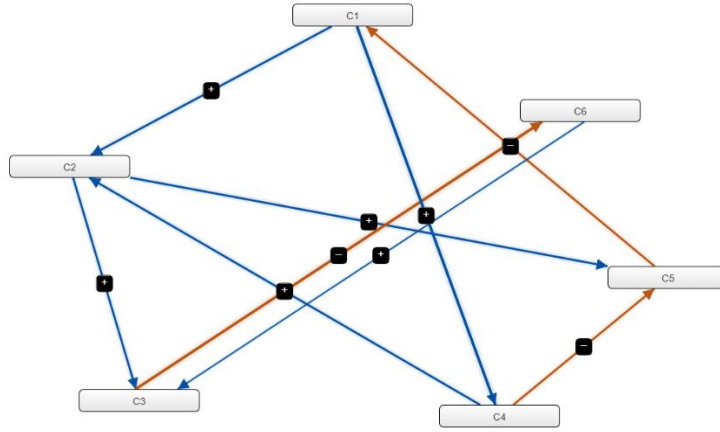
Yöntemin yaygınlaşmasında önemli rol oynayan, BBH'nin esnek yapısı sayesinde çeşitli alanlara kolayca uygulanabilmesidir. Literatürde BBH; çevre politikası (Özesmi ve Özesmi, 2004), sağlık yönetimi (Glykas, 2010), üretim sistemleri (Jetter ve Kok, 2014), eğitim ve teknoloji stratejileri gibi çok sayıda alanda etkin biçimde kullanılmıştır. Bu yaygınlık, BBH'nin çok paydaşlı, çok kriterli karar yapılarında oldukça uygun bir analiz aracı olduğunu göstermektedir.

BBH, aynı zamanda simülasyon temelli analizler yapılmasına olanak tanır. Modelin başlangıç durumuna belirli giriş değerleri verildiğinde, sistemin nasıl bir denge noktasına ulaştığı iteratif hesaplamalarla tespit edilir. Bu hesaplamalar sonucunda elde edilen dengelenmiş aktivasyon değerleri, sistemdeki her kavramın göreceli önem düzeyini ve etkileşim gücünü ortaya koyar. Bu sayede hangi faktörlerin daha merkezi, hangilerinin daha bağımlı ya da dışsal olduğu analiz edilebilir. Bu analizler özellikle senaryo oluşturma, karar destek sistemleri ve strateji planlamalarında oldukça işlevseldir (Groumpos, 2010; Jetter ve Kok, 2014).

BBH, kavramlar ve bu kavramlar arasındaki nedensel ilişkileri temsil eden yönlü ve ağırlıklı bağlantılar aracılığıyla bir sistemin işleyişini şematik olarak modellemeye olanak tanır. Kavramlar genellikle sistemin bileşenlerini, karar kriterlerini veya değişkenlerini ifade ederken; bağlantılar bu kavramlar arasındaki pozitif ya da negatif etkileri gösterir. Etki dereceleri genellikle -1 ile +1 arasında değerler alır ve bu değerler uzmanların sezgisel bilgilerine ya da deneyimlerine dayalı olarak belirlenir (Groumpos, 2010; Stylios ve Groumpos, 2004).

BBH yönteminde oluşturulan kavramsal yapı, yalnızca sayısal matrisler üzerinden değil, aynı zamanda yönlü ve ağırlıklı bir ağ diyagramı aracılığıyla da görsel olarak temsil edilmektedir. Bu görsel temsil, sistemdeki kavramların ve aralarındaki nedensel ilişkilerin bir harita biçiminde şematize edilmesini sağlar. Her bir ok, bir kavramın diğer bir kavrama olan etkisini göstermekte; okun yönü etki yönünü, kalınlığı ya da rengi ise etkinin şiddetini ve işaretini (pozitif/negatif) ifade etmektedir. Bu bilişsel harita, uzmanların zihinsel modellerini yansıttığı için yalnızca analitik bir araç değil, aynı zamanda karar vericiler ve paydaşlar için iletişimi kolaylaştırıcı bir görselleştirme

sunmaktadır. BBH'nin bu görsel niteliği, özellikle karmaşık sistemlerde kavramsal ilişkilerin hızlı ve bütünsel şekilde analiz edilmesine katkı sağlamakta; sistemdeki merkezi, dışsal veya bağımlı kavramların görsel olarak ayırt edilmesini mümkün kılmaktadır. Şekil 3.1' de Mental Modeler programıyla oluşturulan örnek bir diyagram gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Mental Modeler programı ile oluşturulan bilişsel harita diyagramı

Yöntemin temel gücü, çok faktörlü sistemlerde kavramlar arasındaki etkileşimlerin hem doğrusal olmayan hem de döngüsel biçimde modellenenbilmesinden kaynaklanmaktadır. Geleneksel istatistiksel modellerin aksine, BBH kullanıcıya yalnızca ilişkilerin yönünü değil, aynı zamanda bu ilişkilerin göreceli önem düzeylerini de ifade etme imkânı tanır. Böylece, sistemin bir bileşenindeki değişimin diğer bileşenleri nasıl etkilediği çok daha kapsamlı bir şekilde analiz edilebilir (Jetter ve Kok, 2014).

BBH'nin uygulama süreci, genellikle uzmanların belirli bir problem alanına ilişkin zihinsel modellerinin haritalanmasıyla başlar. Bu süreçte uzmanlardan kavramları tanımlamaları ve bu kavramlar arasındaki nedensel ilişkileri değerlendirmeleri istenir. Bu ilişkiler çoğunlukla anketler, grup çalışmaları veya birebir görüşmeler yoluyla elde edilir. Daha sonra bu bilgiler, kare biçimli bir komşuluk matrisi haline getirilerek sayısallaştırılır. Bu BBH modeli genellikle $C_1, C_2, \dots, C_n$ olmak üzere n adet kavramdan oluşur. Çizelge 3.1'de örnek bir komşuluk matrisi gösterilmiştir. Bu matris, sistemin yapısal temelini oluşturur ve kavramlar arasındaki tüm etkileri temsil

eder. Bu matrisin elemanları W_{ij} , C_j 'nin C_i 'ye olan etkisini göstermektedir. Bu etki pozitif, negatif ya da nötr olabilir:

- C_i, C_j 'yi pozitif etkiliyorsa W_{ij} pozitifdir.
- C_i, C_j 'yi negatif etkiliyorsa W_{ij} negatiftir.
- C_i, C_j 'yi etkilemiyorsa W_{ij} sıfırdır.

Çizelge 3.1 : Komşuluk matrisi.

$$\begin{pmatrix} 0 & W_{12} & 0 & W_{14} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & W_{25} & 0 \\ W_{31} & 0 & 0 & W_{34} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & W_{46} \\ 0 & W_{52} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ W_{61} & 0 & W_{63} & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Her kavramın sistem içerisindeki etkinlik düzeyi, yani aktivasyon değeri, aktivasyon formülüyle güncellenir. Literatürde en sık kullanılan üç çıkarım modeli sırasıyla klasik Kosko modeli, modifiye edilmiş Kosko modeli ve yeniden ölçeklendirme (Rescale) yaklaşımıdır. Bu formüller aşağıdaki sırasıyla listelenmiştir.

Kosko:

$$A_i^{(k+1)} = f\left(\sum_{j=1, j \neq i}^n W_{ji} \times A_j^k\right) \quad (3.1)$$

Modifiye Edilmiş Kosko:

$$A_i^{(k+1)} = f\left(A_i^k + \sum_{j=1, j \neq i}^n W_{ji} \times A_j^k\right) \quad (3.2)$$

Yeniden Ölçeklendirme (Rescale):

$$A_i^{(k+1)} = f\left((2 \times A_i^k - 1) + \sum_{j=1, j \neq i}^n W_{ji} \times (2 \times A_j^k - 1)\right) \quad (3.3)$$

Burada:

- A_i^k : k . iterasyonda i . kavramın aktivasyon değeri
- A_j^k : j . kavramın k . iterasyondaki değeri
- W_{ji} : j . kavramının i . kavrama olan etkisini belirten ağırlık
- $f(x)$: sınırlayıcı (aktivasyon) fonksiyon

Aktivasyon fonksiyonu, kavramların toplam etki altında hangi düzeyde aktifleşeceğini belirler. Bu fonksiyonun amacı, değerlerin kontrolsüz büyümesini engellemek ve 0 ile 1 arasında normalize edilmiş sonuçlar üretmektir.

Yaygın kullanılan aktivasyon fonksiyonları şunlardır:

Bivalent:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & x > 0 \\ 0, & x \leq 0 \end{cases} \quad (3.4)$$

Trivalent:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases} \quad (3.5)$$

Sigmoid:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-\lambda x}} \quad (3.6)$$

Hiperbolik:

$$f(x) = \tanh(\lambda \times x) \quad (3.7)$$

Son olarak, iterasyon sürecinde izlenen adımlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. Başlangıç vektörü $A^{(k)}$, uzman görüşlerine dayalı olarak tanımlanır.
2. Uzmanlar tarafından oluşturulan ağırlık matrisi W ile $A^{(k)}$ vektörü, yeniden ölçeklendirme denklemi (3.3) kullanılarak çarpılır.
3. Elde edilen sonuç, aktivasyon değerlerinin 0 ile 1 aralığında kalmasını sağlamak amacıyla sigmoid denklem (3.6) aracılığıyla normalize edilir.
4. Bu işlem sonucunda elde edilen yeni aktivasyon vektörü $A^{(k+1)}$, bir sonraki iterasyon için başlangıç vektörü olarak atanır.
5. 2. 3. ve 4. adımlar, ardışık iki iterasyon arasındaki fark $|A^{(k)} - A^{(k+1)}|$ 0,001'in altına düşene kadar tekrarlanır.

Bulanık bilişsel haritalama analizi sonucunda içsellik, dışsallık ve merkeziyet gibi kavramlar da karşımıza çıkmaktadır. İçsellik değeri, her bir kavramın sütunundaki mutlak ağırlıkların toplamı olarak tanımlanır ve kavramın sistemde ne ölçüde etkilendiğini gösterir. Dışsallık değeri ise kavramın satırındaki mutlak ağırlıkların toplamıdır ve kavramın diğer unsurlar üzerindeki etkisini ifade eder. Her bir kavramın merkeziyet değeri ise, içsellik ve dışsallık değerlerinin toplamı olarak hesaplanır ve o kavramın sistem içindeki genel etkileşim düzeyini ortaya koyar:

- Dışsallık:

$$\sum_{k=1}^N |W_{ik}| \quad (3.8)$$

- İçsellik:

$$\sum_{k=1}^N |W_{ki}| \quad (3.9)$$

- Merkeziyet:

$$\sum_{k=1}^N |W_{ik}| + \sum_{k=1}^N |W_{ki}| \quad (3.10)$$

Bu yapılar yardımıyla, kavramların sistem içindeki rolleri de belirlenebilmektedir. Verici kavramlar yalnızca etkide bulunan ve etkilenmeyen unsurlardır; bu tür kavramların dışsallık değeri pozitifken içsellik değeri sıfırdır. Alıcı kavramlar ise yalnızca etkilenir, başka kavramları etkilemezler; bu durumda içsellik pozitif, dışsallık sıfır olur. Sıradan kavramlar ise hem etkileyen hem de etkilenen yapıda olup her iki değere de sahiptir.

İterasyon işlemleri sonucunda sistem dengeye ulaştığında, her bir kriter için referans (denge) değerleri hesaplanır. Bu değerler, kavramların sistem üzerindeki görece önem düzeyini yansıtır. Ayrıca bu denge durumuna dayalı olarak senaryo analizleri gerçekleştirilmiştir. Senaryo analizlerinde, bir kriterin değeri artırıldığında veya azaltıldığında sistemin nasıl tepki verdiği gözlemlenir. Böylece, belirli bir kavramın diğer kavramlar üzerindeki etkisi ve sistemde oluşturduğu yapısal değişim daha açık biçimde analiz edilebilir.



4. UYGULAMA

4.1 Çalışmanın Amacı

Küresel ölçekte artan çevresel kaygılar, enerji verimliliği arayışları ve teknolojik gelişmeler, otomotiv sektörünü önemli bir dönüşüm sürecine sokmuş ve elektrikli araçlar bu dönüşümün merkezine yerleşmiştir. Bu bağlamda, bireylerin elektrikli araç tercihlerini etkileyen faktörlerin doğru analiz edilmesi, sektördeki firmalar ve politika yapıcılar açısından stratejik bir öneme sahiptir.

Bu tez çalışmasının amacı, elektrikli araçlara yönelik bireysel tercihleri etkileyen faktörleri sistematik ve çok boyutlu bir bakış açısıyla ele alarak, bu faktörler arasındaki ilişkileri ortaya koymak ve bunların önem derecelerini karşılaştırmalı olarak analiz etmektir. Günümüzde tüketici davranışları, yalnızca bireysel tercihlere değil, aynı zamanda çevresel, ekonomik, sosyal ve teknolojik unsurların bir bütün olarak algılanmasına bağlı olarak şekillenmektedir. Bu nedenle elektrikli araç tercihini etkileyen kriterlerin yalnızca bir liste olarak değil, birbirleriyle etkileşim içinde olan dinamik bir sistemin bileşenleri olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Literatürde yer alan pek çok çalışma, bu kriterleri bağımsız değişkenler olarak ele alırken; bu çalışmada amaç, faktörler arasındaki nedensel ilişkileri de dikkate alarak daha gerçekçi ve etkileşimli bir analiz ortaya koymaktır.

Bu doğrultuda, bulanık mantık temelli BBH yöntemi kullanılarak, hem nitel hem de nicel veriler bir arada değerlendirilecek; uzman görüşleri ışığında oluşturulan model aracılığıyla kriterlerin sistem üzerindeki etkileri, içsel ve dışsal bağlantıları ile birlikte analiz edilecektir. Böylece, yalnızca hangi faktörlerin daha önemli olduğu değil, aynı zamanda hangi faktörlerin diğerlerini nasıl etkilediği, hangi kriterlerin sistemin merkezinde yer aldığı ve sistemin genel dinamikleri içerisinde nasıl bir denge olduğu da ortaya konacaktır. Bu yönüyle çalışma, karar vericilere daha sağlıklı, önceliklendirilmiş ve uygulanabilir bir yol haritası sunmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmada elektrikli araçlara yönelik tercih kriterlerinin analizi amacıyla BBH yöntemi tercih edilmiştir. Elektrikli araç tercihinine ilişkin karar süreci, teknik, ekonomik, sosyal ve çevresel birçok faktörün birbirleriyle etkileşimli biçimde değerlendirilmesini gerektiren çok boyutlu ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu karmaşıklık, klasik çok kriterli karar verme yöntemlerinin çoğu zaman yetersiz kalmasına ve kavramlar arası geri besleme ilişkilerinin göz ardı edilmesine neden olmaktadır.

BBH yöntemi ise bu tür etkileşimli sistemleri temsil etme konusunda önemli avantajlar sunmaktadır. Yöntem, kavramlar arasındaki nedensel ilişkilerin yönlü ve ağırlıklı biçimde tanımlanmasına olanak tanır; böylece sadece bir kriterin sistem üzerindeki etkisi değil, aynı zamanda diğer kriterlerle olan karşılıklı etkileşim düzeyleri de analiz edilebilir (Kosko, 1986; Papageorgiou ve Salmeron, 2013). Bu yapı sayesinde, tercih kriterlerinin doğrudan ve dolaylı etkileri bütüncül bir çerçevede değerlendirilebilmekte; sistemin dinamik yapısı gerçekçi ve yorumlanabilir bir modele dönüştürülmektedir (Stylios ve Groumpos, 2004).

Ayrıca BBH, uzman bilgisine dayalı olması nedeniyle nicel verinin sınırlı olduğu ya da karar değişkenlerinin yorum gerektirdiği durumlarda etkili bir araçtır (Jetter ve Kok, 2014). Elektrikli araçlar gibi görece yeni ve hızla gelişen teknolojiler söz konusu olduğunda, karar vericilerin ve kullanıcıların sezgisel bilgilerini modelleme kabiliyeti, yöntemin uygulanabilirliğini daha da güçlendirmektedir. Uzmanlardan elde edilen verilerin hem nitel hem de nicel olarak değerlendirilebilmesi, BBH'yi bu araştırma için esnek, güçlü ve anlamlı bir yöntem haline getirmiştir.

Sonuç olarak, elektrikli araç tercihlerini etkileyen çok sayıda kriterin birbirleriyle olan karmaşık ilişkiler ağının modellenebilmesi ve bu sistem üzerinden stratejik analizler yapılabilmesi açısından BBH yöntemi, çalışmanın amacı ve kapsamıyla yüksek düzeyde örtüşmektedir.

Bu araştırmanın bulguları, elektrikli araç üreticileri, pazarlama profesyonelleri ve karar vericiler için, müşteri beklentilerine daha duyarlı stratejiler geliştirme noktasında değerli bir rehber sunmayı hedeflemektedir.

4.2 Kriterlerin Belirlenmesi

Elektrikli araç teknolojisinin hızlı gelişimi, kullanıcıların araç tercihinde göz önünde bulundurdıkları kriterlerin yeniden şekillenmesine yol açmaktadır. Elektrikli araçların yaygınlaşmasında sadece teknolojik yeterlilik değil, aynı zamanda tüketici algısı ve sosyal farkındalık da önemli rol oynamaktadır. Bu doğrultuda, çalışmada kullanılacak kriterlerin belirlenmesi süreci hem kapsamlı bir literatür taraması hem de uzman görüşleriyle yapılandırılmıştır.

Bu kapsamda aşağıda, konuya ilişkin yapılan akademik çalışmalardan elde edilen bulgulara yer verilmiş, her bir çalışmanın vurguladığı kriterler sunulmuştur.

Kırmızıgül ve Baykal (2023), elektrikli araç tercihinde tüketici motivasyonlarını analiz etmiş ve çevresel kaygılar, sürdürülebilir enerji kullanımı, fiyat, teknolojiye erişim ve yenilikçilik gibi unsurların öne çıktığını ifade etmiştir. Tüketicilerin, elektrikli araçları yalnızca çevreci araçlar olarak değil, aynı zamanda birer prestij unsuru ve geleceğe yatırım olarak gördükleri vurgulanmıştır.

Efendioğlu (2024), teknoloji kabul modeli çerçevesinde yürüttüğü çalışmada algılanan kullanılabilirlik, kullanım kolaylığı, fiyat, hedonik yenilikçilik ve çevresel kaygıların elektrikli araç satın alma niyeti üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Özellikle kullanım kolaylığı ve fayda algısı gibi öznel faktörlerin karar verme sürecini etkilediği saptanmıştır.

Karamehmet ve Morgül (2018), elektrikli araçların tanıtımı ve tüketici farkındalığı üzerine yaptıkları çalışmada şarj süresi, altyapı yetersizlikleri, alışkanlıklar ve bilgi eksikliği gibi faktörlerin elektrikli araç tercihinde olumsuz etkiler yarattığını; buna karşılık enerji tasarrufu, düşük vergi yükü ve çevreci tutumların pozitif etki sağladığını vurgulamıştır.

İşler ve Sezen (2017) tarafından yapılan çalışmada, elektrikli araçların tercih edilme ve edilmeme nedenleri incelenmiş; menzil, şarj altyapısı, enerji maliyeti, bakım masrafları, satın alma fiyatı, sessizlik, performans ve çevre dostu oluş öne çıkan faktörler arasında yer almıştır. Ayrıca ısıtma sistemi yetersizliği gibi teknik sınırlamalar da tüketici kararlarını olumsuz etkilemektedir.

Liao ve diğ. (2017) tarafından yapılan kapsamlı literatür incelemesinde, tüketici tercihlerinde fiyat, performans, menzil, enerji tüketimi, güvenlik, estetik, vergi teşvikleri, şarj süresi ve altyapı gibi değişkenlerin ağırlık taşıdığı ifade edilmiştir. Ayrıca tüketiciler arasında bu kriterlerin öncelik sıralamasının farklılık gösterdiği vurgulanmıştır.

Ghasri ve diğ. (2019), tüketici algısı ile elektrikli araç tercihleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmiş ve tasarım, güvenlik, çevresel etki ve fiyat gibi unsurların algıya dayalı kararları etkilediğini belirtmiştir. Özellikle genç nesil kullanıcıların estetik ve yenilikçi özelliklere daha duyarlı oldukları saptanmıştır.

Morton ve diğ. (2016), elektrikli araçların benimsenmesinde tüketici yenilikçiliği, teknolojik kabullenme, performans ve estetik unsurların etkili olduğunu göstermiştir. Elektrikli araçların sessiz çalışması, hızlanma kabiliyeti ve düşük emisyon oranları, çevreye duyarlı bireyler için ayırt edici faktörler olarak öne çıkmıştır.

Erdoğan ve diğ. (2024) tarafından Ankara ilinde gerçekleştirilen çalışmada, elektrikli araç satın alma niyetini etkileyen başlıca faktörler ve bu faktörlerin demografik değişkenlerle ilişkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda; olumlu itibar, güvenlik, araç içi alan, çevre dostu olma ve düşük gürültü gibi unsurların özellikle genç bireyler açısından önemli olduğu; kadınların ise genel olarak elektrikli araç satın alma niyeti açısından daha yüksek puanlara sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca algılanan fiyat değeri arttıkça satın alma niyetinin de arttığı, bu bağlamda gelir ve eğitim seviyesi gibi değişkenlerin etkili olduğu vurgulanmıştır.

Güler ve Polatgil (2024), çok kriterli karar verme yöntemleriyle elektrikli araç model seçimini ele almış ve fiyat, menzil, batarya kapasitesi, şarj süresi, güvenlik, sürüş konforu gibi faktörlerin ağırlıklı olarak değerlendirildiğini ifade etmiştir. Ayrıca demografik değişkenlerin tüketici kararlarında etkili olduğu da vurgulanmıştır.

Sonar ve Kulkarni (2021), Hindistan'daki elektrikli araç pazarı üzerine yaptıkları çalışmada, performans, enerji verimliliği, fiyat ve şarj istasyonlarının erişilebilirliği gibi faktörlerin elektrikli araç seçiminde önemli rol oynadığını belirtmişlerdir. Ayrıca tüketici eğilimlerinin zamanla değişkenlik gösterebileceği ifade edilmiştir.

Gavcar ve Kara (2020), elektrikli araç model seçimini Entropi ve TOPSIS yöntemleriyle değerlendirerek fiyat, menzil, batarya kapasitesi, beygir gücü ve aerodinamik katsayı gibi teknik kriterlerin elektrikli araç tercihlerinde belirleyici olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle fiyat ve motor gücü en yüksek ağırlık katsayısına sahip kriterler olarak ön plana çıkmıştır

Yukarıdaki kaynaklardan elde edilen veriler ve uzman görüşleri sonucunda, çalışmada kullanılacak toplam 16 kriter belirlenmiştir:

1. Satınalma Fiyatı
2. Enerji Maliyetleri (Yakıt Tüketimi)
3. Bakım Maliyetleri
4. Vergi Teşvikleri Ve İndirimler
5. Menzil
6. Şarj Süresi
7. Şarj Altyapısı Ve Teknolojisi
8. Performans
9. Güvenlik
10. Çevre Dostu Olması
11. Prestij Ve İmaj
12. Konfor
13. Sessiz Çalışması
14. Demografik Nedenler
15. Kullanıcı Tecrübe Ve Yorumları
16. Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu

Belirlenen bu kriterler, hem teknik hem ekonomik hem de psikolojik boyutları kapsamakta olup, elektrikli araç satın alma kararlarını çok boyutlu olarak incelemeye olanak tanımaktadır.

4.2.1 Satın alma fiyatı

Elektrikli araçların satın alma fiyatı, kullanıcıların tercihleri üzerinde en belirleyici unsurlardan biridir. Yapılan birçok araştırma, yüksek satın alma maliyetinin

tüketicilerin elektrikli araçlara yönelmesinde önemli bir engel olduğunu ortaya koymaktadır (Degirmenci ve Breitner, 2017; Hidrue ve diğ, 2011).

Fiyat algısı, sadece doğrudan araç maliyetiyle değil, aynı zamanda toplam sahip olma maliyetiyle de ilgilidir. Zhang ve diğ. (2020), elektrikli araçların ilk yatırım maliyeti yüksek olsa da, uzun vadede düşük işletme giderleri nedeniyle ekonomik avantaj sağladığını ifade etmektedir. Ancak, bu avantajın tüketiciler tarafından yeterince algılanmadığı görülmektedir.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, elektrikli araçların içten yanmalı motorlu araçlara göre fiyat avantajı sağlayabilmesi için devlet destekleri, vergi indirimleri ve üretim sübvansiyonları büyük önem taşımaktadır. Aksi takdirde, elektrikli araçların yüksek giriş fiyatları nedeniyle pazardaki yaygınlığı sınırlı kalmaktadır (Gavcar ve Kara, 2020).

4.2.2 Enerji maliyetleri (yakıt tüketimi)

Elektrikli araçların tercih edilmesinde öne çıkan en önemli avantajlardan biri, düşük enerji maliyetleridir. Geleneksel fosil yakıtlı araçlara kıyasla, elektrikli araçların kilometre başına tükettiği enerji maliyeti çok daha düşüktür (Hidrue ve diğ, 2011). Bu durum, özellikle uzun mesafe kullanan tüketiciler için elektrikli araçları cazip kılmaktadır.

Gavcar ve Kara (2020) tarafından yapılan çalışmada, enerji maliyetinin elektrikli araçların performans sıralamasında belirleyici faktörlerden biri olduğu ve özellikle batarya kapasitesi ile birlikte değerlendirildiğinde toplam sahip olma maliyetini ciddi biçimde etkilediği belirtilmiştir. Yine benzer şekilde, Morton ve diğ. (2016), yakıt tüketim maliyetlerinin özellikle çevresel bilinç düzeyi yüksek kullanıcılar için tercih kararında güçlü bir motivasyon sağladığını ifade etmektedir.

Özellikle gelişmiş ülkelerdeki tüketiciler, düşük yakıt maliyetini çevresel faydayla birleştirerek elektrikli araçlara daha sıcak bakmakta; buna karşın gelişmekte olan ülkelerde enerji maliyetinden çok, satın alma fiyatı baskın kriter olarak öne çıkmaktadır (Liao ve diğ, 2017). Ancak yaygın şarj altyapısı ve gece tarifesi gibi elektrikli araçlara özel enerji politikaları, bu maliyet avantajının daha net hissedilmesini sağlamaktadır.

Yine de bazı çalışmalarda, tüketicilerin enerji maliyeti avantajlarını yeterince bilmedikleri ya da kısa vadeli düşündükleri için bu kriterin etkisinin arka planda kalabildiği de vurgulanmaktadır (Ghasri ve diğ, 2019). Bu nedenle, enerji maliyetinin etkin bir şekilde vurgulanması, tüketici bilincinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır.

4.2.3 Bakım maliyetleri

Bakım maliyetleri, elektrikli araçların tercih edilmesinde önemli rol oynayan ekonomik faktörlerden biridir. Geleneksel içten yanmalı motorlara sahip araçlara kıyasla, elektrikli araçların daha az sayıda hareketli parçaya sahip olması, bakım ihtiyacını azaltmakta ve bu sayede uzun vadede kullanıcılara ciddi maliyet avantajı sağlamaktadır (Mock ve Yang, 2014).

Liao ve diğ. (2017), elektrikli araçların daha düşük mekanik karmaşıklığa sahip olması nedeniyle yağ değişimi, egzoz sistemi, yakıt sistemi gibi periyodik bakım gerektiren birçok unsurun ortadan kalktığını ve bunun toplam sahip olma maliyetini ciddi şekilde azalttığını vurgulamıştır. Benzer şekilde İşler ve Sezen (2017) çalışmasında, bakım maliyetlerinin elektrikli araçların yaygınlaşmasında kullanıcıları ikna eden güçlü bir motivasyon olduğunu ifade etmişlerdir.

Ancak bazı tüketiciler, elektrikli araç teknolojisinin yeni ve yaygın olmaması nedeniyle, bu araçların bakım ve onarım süreçlerinde teknik servis erişimi konusunda tereddüt yaşayabilmektedir (Sonar ve Kulkarni, 2021). Bu durum, özellikle ikinci el piyasasında bakım maliyetlerinin tahmin edilebilirliğini etkileyerek, tüketicilerin kararlarını doğrudan etkilemektedir.

Ayrıca Ghasri ve diğ. (2019), bakım maliyetleri düşük olmasına rağmen, batarya değişimi gibi yüksek bedelli işlemlerin potansiyel risk olarak algılanabileceğini ve bu nedenle bu kriterin bireyler arasında heterojen şekilde değerlendirildiğini belirtmiştir.

Sonuç olarak, bakım maliyetleri çoğu tüketici için uzun vadeli ekonomik avantaj sağlayan güçlü bir tercih nedeni olmakla birlikte, bu avantajın algılanma düzeyi tüketicinin teknik bilgi seviyesi ve hizmet erişimine göre değişmektedir.

4.2.4 Vergi teşvikleri ve indirimler

Elektrikli araçların tüketici nezdinde cazip hale gelmesinde vergi teşvikleri ve çeşitli devlet destekleri oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Bu tür teşvikler, elektrikli araçların yüksek satın alma maliyetini dengelemekte ve ilk yatırım maliyetini düşürerek daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmalarını sağlamaktadır (Bjerkkan ve diğ., 2016).

Özellikle gelişmiş ülkelerde uygulanan düşük KDV oranı, motorlu taşıt vergisinden muafiyet, şarj istasyonları için devlet sübvansiyonları ve hurda teşvikleri gibi politikalar, elektrikli araçların tercih edilmesinde itici bir güç oluşturmuştur (Melton ve diğ., 2017). Türkiye’de henüz sınırlı düzeyde uygulansa da, bu teşviklerin yaygınlaştırılması gerektiği çeşitli akademik çalışmalarda vurgulanmıştır.

Efendioğlu (2024), Türkiye özelinde yaptığı çalışmada vergi teşviklerinin elektrikli araçların tercih edilmesinde doğrudan etkili olduğunu ve tüketicilerin bu tür avantajları fark ettiklerinde elektrikli araçlara yönelik niyetlerinin belirgin şekilde arttığını belirtmiştir. Aynı şekilde Erdoğan ve diğ. (2024), algılanan ekonomik faydanın satın alma niyetine olan katkısının vergi teşvikleriyle daha da arttığını ortaya koymuştur.

Bununla birlikte, vergi teşviklerinin etkinliğinin sadece varlığıyla değil, kamuoyu tarafından ne ölçüde bilindiği ve algılandığıyla da doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Ghasri ve diğ. (2019), vergi teşvikleri gibi ekonomik avantajların, yalnızca finansal düzeyi düşük bireyler için değil, çevresel motivasyonları da olan tüketici grupları için de güçlü bir tercih nedeni olabileceğini belirtmiştir.

Dolayısıyla, vergi teşvikleri ve indirimler, elektrikli araçların yaygınlaştırılmasında stratejik bir politika aracı olarak değerlendirilmekte; ancak bu politikanın başarıya ulaşması için tüketiciler tarafından algılanabilir ve ulaşılabilir olması gerekmektedir.

4.2.5 Menzil

Elektrikli araçların tercih edilmesinde belki de en sık tartışılan ve kullanıcı kararlarını doğrudan etkileyen teknik kriterlerden biri menzil, yani tam şarjla kat edilebilecek maksimum mesafedir. Tüketiciler, araçların günlük ulaşım ihtiyaçlarını karşılayabilecek yeterli menzile sahip olmasını bir güvenlik unsuru olarak

görmektedirler (Hidrue ve diğ, 2011). Özellikle uzun yol yapan veya şarj altyapısının sınırlı olduğu bölgelerde yaşayan kullanıcılar için menzil, elektrikli araç tercihinde kritik bir belirleyicidir.

Liao ve diğ. (2017), menzil kaygısının, elektrikli araçların yaygınlaşmasının önündeki en temel psikolojik bariyerlerden biri olduğunu belirtmektedir. Yetersiz menzil algısı, şarj altyapısından bağımsız olarak tüketicilerin elektrikli araçlara temkinli yaklaşmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle menzilin artırılması kadar, bu menzilin kullanıcı tarafından doğru algılanması da önem taşımaktadır.

Gavcar ve Kara (2020) tarafından yapılan karşılaştırmalı analizde, menzilin tüketici gözünde önemli bir performans ölçütü olduğu ve toplam tercih puanını ciddi biçimde etkilediği saptanmıştır. Yine İşler ve Sezen (2017) çalışmasında da, menzil yetersizliğinin elektrikli araçların tercih edilmemesinde öne çıkan sebeplerden biri olduğu ifade edilmiştir.

Son yıllarda batarya teknolojilerindeki ilerlemeler sayesinde birçok model 400 km'nin üzerinde menzile ulaşabilmektedir. Ancak bazı çalışmalar, menzilin sadece teknik bir yeterlilik değil, aynı zamanda kullanıcı davranışı ve alışkanlıklarıyla da ilgili olduğunu ortaya koymuştur. Yani, kullanıcılar çoğu zaman ihtiyaç duydukları mesafeden daha fazla menzil talep etmektedirler (Horne ve diğ, 2005 ; Ghasri ve diğ, 2019).

Özetle, menzil faktörü hem gerçek hem de algılanan performans düzeyini etkileyen, elektrikli araçların günlük yaşantıya entegrasyonunu belirleyen temel bir kriterdir.

4.2.6 Şarj süresi

Elektrikli araçların tercih edilmesinde teknik özellikler arasında önemli bir diğer faktör de şarj süresidir. Kullanıcılar, aracın bataryasını ne kadar sürede tam kapasiteyle doldurabileceklerini doğrudan günlük planlama ve hareket özgürlüğü açısından değerlendirmektedirler. Özellikle zamana duyarlı kullanıcılar için şarj süresi, menzil kadar önemli bir kriterdir (Liao diğ, 2017).

Liao ve diğ. (2017) tarafından yapılan literatür taramasında, kullanıcıların içten yanmalı motorlu araçlarda alıştıkları kısa dolum süresinin, elektrikli araçlara geçişte önemli bir kıyaslama ölçütü olduğu vurgulanmıştır. Bu nedenle hızlı şarj

teknolojilerinin gelişmesi ve yaygınlaştırılması, elektrikli araçların kullanıcılar nezdindeki kabulünü artırmaktadır.

İşler ve Sezen (2017) çalışmasında da, kullanıcıların şarj süresini uzun bulmaları ve günlük rutinlerine entegre etmekte zorlanmaları nedeniyle elektrikli araçlara mesafeli yaklaştıkları belirtilmiştir. Bu durum, özellikle iş yaşamı yoğun olan bireylerde belirginleşmektedir. Öte yandan, gece evde şarj olanağına sahip bireyler için şarj süresi daha az sorun teşkil etmektedir (Sonar ve Kulkarni, 2021).

Erdoğan ve diğ. (2024) çalışmasında da şarj süresinin, elektrikli araç satın alma niyeti üzerinde demografik farklılıklara göre değişen bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Özellikle genç bireyler ve teknolojiyi daha yoğun kullanan kullanıcılar, hızlı şarj olanaklarına daha duyarlıdır.

Ayrıca şarj süresinin şarj altyapısı ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği de birçok çalışmada belirtilmektedir (Gavcar ve Kara, 2020). Kısa şarj süresi kadar, bu şarj işlemini gerçekleştirebilecek altyapının ne kadar erişilebilir olduğu da tercihleri doğrudan etkilemektedir.

4.2.7 Şarj altyapısı ve teknolojisi

Elektrikli araçların yaygınlaşmasında şarj altyapısı ve şarj teknolojilerinin yeterliliği, satın alma kararlarını doğrudan etkileyen kritik bir faktördür. Yalnızca araçların teknik kapasitesi değil, bu araçları günlük yaşamda ne kadar kolay ve güvenli şekilde kullanabileceğimiz de tercihleri şekillendirmektedir. Bu noktada, şarj istasyonlarının sayısı, konumu, güvenilirliği ve erişilebilirliği belirleyici olmaktadır (Liao ve diğ, 2017).

Liao ve diğ. (2017), kapsamlı literatür taramasında kullanıcıların elektrikli araç satın alma kararlarını verirken şarj altyapısının yeterliliğini ve yaygınlığını önemli bir değerlendirme ölçütü olarak ele aldıklarını vurgulamaktadır. Gelişmiş ülkelerde şarj istasyonlarının yaygınlığı ve hızlı şarj teknolojilerinin entegrasyonu, elektrikli araçlara olan geçişi hızlandırmaktadır. Buna karşılık, gelişmekte olan ülkelerde şarj altyapısındaki eksiklikler, elektrikli araç sahipliği oranlarını olumsuz yönde etkilemektedir.

İşler ve Sezen (2017) de Türkiye özelinde gerçekleştirdikleri çalışmada, kullanıcıların elektrikli araçları tercih etmeme nedenleri arasında şarj altyapısının yetersizliğini ön sıralarda gösterdiğini belirtmişlerdir. Katılımcılar, mevcut şarj istasyonlarının hem sayıca az hem de güvenilirlik açısından zayıf olduğunu ifade etmişlerdir.

Gavcar ve Kara (2020), karşılaştırmalı model seçiminde şarj altyapısına dolaylı olarak değinerek, batarya kapasitelerinin ve menzilin şarj altyapısıyla birlikte ele alınması gerektiğini vurgulamıştır. Özellikle şehirlerarası kullanımda hızlı şarj istasyonlarının varlığı, menzil kaygısını dengeleyici bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

Ayrıca Ghasri ve diğ. (2019), bireylerin şarj teknolojisi hakkında bilgi eksikliği yaşadıklarını ve bu durumun algısal risk oluşturduğunu belirtmektedir. Yeni nesil şarj çözümleri (örneğin kablosuz şarj, ev tipi duvar üniteleri vb.) hakkında farkındalık eksikliği, kullanıcıların teknolojiyi benimsemesini geciktirebilmektedir.

Sonuç olarak, şarj altyapısı ve teknolojisi, sadece fiziksel erişim değil aynı zamanda kullanıcı güveni, konfor ve teknoloji algısını etkileyen çok boyutlu bir kriterdir.

4.2.8 Performans

Elektrikli araçların tercihinde önemli rol oynayan kriterlerden biri de performans unsurudur. Performans kavramı, hızlanma, tork, sürüş deneyimi, çekiş gücü ve genel sürüş dinamiklerini kapsayan çok boyutlu bir değerlendirme alanıdır. Geleneksel olarak içten yanmalı motorlu araçların daha yüksek performans sunduğu düşünülse de, modern elektrikli araçların sunduğu anlık tork, sessiz hızlanma ve stabil sürüş deneyimi bu algıyı değiştirmektedir (Morton ve diğ, 2016).

Morton ve diğ. (2016) çalışmalarında, elektrikli araçların yüksek ivmelenme kabiliyeti ve pürüzsüz sürüş yapısının, özellikle teknolojiye yatkın ve yenilikçi kullanıcılar tarafından takdir edildiğini belirtmiştir. Bu kullanıcılar, performansı yalnızca teknik bir veri olarak değil, aynı zamanda bir yaşam tarzı tercihi olarak da değerlendirmektedirler.

Gavcar ve Kara (2020) tarafından yapılan analizde, motor gücünün (beygir gücü) elektrikli araçların değerlendirilmesinde yüksek ağırlıklı kriterlerden biri olduğu görülmüştür. Özellikle Tesla gibi markaların sunduğu yüksek motor güçleri,

performans arayan kullanıcılar için önemli bir tercih sebebi olmaktadır. Hidrue ve diğ. (2011) ise elektrikli araçların geleneksel araçlarla karşılaştırıldığında sürüş performansında benzer düzeyde olduğu; ancak bunun tüketiciler tarafından her zaman fark edilmediğini belirtmektedir.

İşler ve Sezen (2017) de kullanıcı görüşlerinden hareketle, elektrikli araçların genel performans özelliklerinin çoğu kullanıcı tarafından olumlu değerlendirildiğini, ancak bazı kullanıcıların hâlâ içten yanmalı motorların "güç hissini" daha üstün bulduğunu ifade etmiştir.

Sonar ve Kulkarni (2021) çalışmasında ise elektrikli araç model tercihinde performans kriterinin karar verici açısından yüksek etki yarattığı, bu kriterin yakıt verimliliği ve konfor gibi diğer teknik özelliklerle birlikte düşünülerek değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Özetle, performans algısı kullanıcıdan kullanıcıya farklılık gösterse de, modern elektrikli araçlar bu alandaki dezavantajlarını büyük ölçüde kapatmış ve hatta birçok noktada avantajlı hale gelmiştir. Bu nedenle performans, özellikle genç, teknolojiye duyarlı ve dinamik sürüşü tercih eden kullanıcılar için belirleyici bir kriterdir.

4.2.9 Güvenlik

Elektrikli araçların tercihinde hem rasyonel hem de duygusal düzeyde büyük önem taşıyan kriterlerden biri güvenlik unsurudur. Kullanıcılar için araç güvenliği, sadece kazalardan korunma değil, aynı zamanda araçla ilgili teknolojik donanımın güvenilirliği, batarya güvenliği, yangın riski ve pasif/aktif güvenlik sistemlerinin yeterliliğini de kapsayan çok yönlü bir faktördür (Hidrue ve diğ, 2011).

Ghasri ve diğ. (2019) tarafından yapılan çalışmada, tüketicilerin elektrikli araçlara yönelik güvenlik algısının çok belirgin olmadığı, özellikle batarya kaynaklı riskler hakkında bilgi eksikliği bulunduğu tespit edilmiştir. Bu algının zamanla geliştiği ancak hâlâ içten yanmalı motorlara kıyasla "daha az güvenli" algısının bazı tüketici segmentlerinde sürdüğü ifade edilmiştir.

Erdoğan ve diğ. (2024) ise Ankara ili özelinde gerçekleştirdikleri saha araştırmasında, kullanıcıların elektrikli araç satın alma niyetinde en yüksek etkili faktörlerden birinin

"güvenlik" olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle kadın katılımcılar ve çocuklu aileler için güvenlik algısının elektrikli araç tercihlerinde belirleyici rol oynadığı bulunmuştur.

Morton ve diğ. (2016) ise güvenliğin, elektrikli araç tercihinde dolaylı bir etki yarattığını; ancak performans, çevresel duyarlılık ve konfor gibi diğer kriterlerle birlikte değerlendirildiğinde satın alma kararının ayrılmaz bir parçası hâline geldiğini belirtmiştir.

Gavcar ve Kara (2020) çalışmasında, elektrikli araçların teknik değerlendirme kriterleri arasında güvenlik donanımının yer almadığı görülse de, kullanıcıların güvenlik sistemlerine ilişkin beklentilerinin yüksek olduğu vurgulanmıştır. Yine Sonar ve Kulkarni (2021) tarafından geliştirilen modelde güvenlik, alternatifler arası sıralamada belirgin bir ağırlık taşımaktadır.

Bu bağlamda, güvenlik sadece bir teknik veri değil; aynı zamanda algıya ve kullanıcı profiline yaşam tarzına bağlı olarak değişen, önemli bir satın alma kriteridir.

4.2.10 Çevre dostu olması

Elektrikli araçların yaygınlaşmasında ve tercih edilmesinde en güçlü motivasyon kaynaklarından biri, hiç kuşkusuz çevre dostu olmalarıdır. Geleneksel içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla elektrikli araçlar, sifıra yakın karbon salımıyla çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlar. Bu nedenle, özellikle çevre bilinci yüksek kullanıcılar için bu kriter, ekonomik faydalardan bile daha baskın olabilmektedir (Rezvani ve diğ, 2015 ; Liao ve diğ, 2017).

Hidru ve diğ. (2011), elektrikli araçların satın alma kararlarında çevresel faktörlerin etkisini analiz ettikleri çalışmada, kullanıcıların "yeşil araç" algısıyla çevre dostu teknolojilere yöneldiklerini, ancak bu etkinin fiyat gibi ekonomik faktörlerle dengelenerek satın alma davranışına dönüştüğünü belirtmiştir. Yani, çevre duyarlılığı satın alma niyeti oluşturmakta etkili olsa da, karar sürecinde tek başına yeterli olamamaktadır.

Ghasri ve diğ. (2019), çevreye duyarlı kullanıcıların elektrikli araçları tercih etmesinde "karbon salımı", "gürültü kirliliği" ve "hava kalitesi" gibi parametrelerin bilinçli

şekilde değerlendirildiğini ifade etmiştir. Özellikle genç kullanıcılar ve yüksek eğitim düzeyine sahip bireylerde bu kriterin çok daha öncelikli olduğu görülmüştür.

Kırmızıgül ve Baykal (2023) da Türkiye özelinde yaptıkları çalışmada, çevre dostu olmanın elektrikli araç satın alma kararlarında sembolik bir anlam taşıdığını ve elektrikli araçların bir statü göstergesi olarak da değerlendirildiğini ortaya koymuştur. Çevreci olmak, yalnızca doğaya katkı değil, aynı zamanda sosyal onay ve aidiyet duygusu da yaratmaktadır.

Morton ve diğ. (2016) ise çevre dostu algısının, “içsel motivasyon” kaynaklı olduğu ve bu değer yalnızca elektrikli araç tercihinde değil, genel tüketici davranışlarında da etkili olduğunu belirtmiştir. Yani elektrikli araç satın alan bireyler genellikle organik ürün tüketimi, geri dönüşüm alışkanlığı gibi çevreyle uyumlu başka davranışları da benimsemektedir.

Özetle çevre dostu olma, elektrikli araçların toplumsal kabulünü artıran, sürdürülebilir mobilite vizyonunun temel taşı olan, hem etik hem de sembolik değer taşıyan çok yönlü bir tercihtir.

4.2.11 Prestij ve imaj

Günümüz tüketici davranışlarında, satın alma kararlarının yalnızca işlevsel ihtiyaçlarla değil, aynı zamanda sembolik ve sosyal değerlerle de şekillendiği bilinmektedir. Bu bağlamda, prestij ve imaj, elektrikli araçların tercihinde etkili olan duygusal ve psikososyal bir kriterdir. Özellikle belirli sosyal statüye sahip olmak isteyen kullanıcılar için elektrikli araçlar, çevreci duruş ve yenilikçilikle özdeşleşen prestijli bir ürün olarak algılanmaktadır (Rezvani ve diğ, 2015 ; Kırmızıgül ve Baykal, 2023).

Kırmızıgül ve Baykal (2023) çalışmasında, elektrikli araçların sadece teknik yeterlilikleri nedeniyle değil, aynı zamanda çevre bilincine sahip, eğitilmiş ve modern bireylerin tercihi olarak görülmesi nedeniyle bir statü sembolü hâline geldiğini belirtmiştir. Bu bağlamda, elektrikli araçların kullanımının bireyin yaşam tarzını, değerlerini ve sosyal kimliğini yansıttığı ifade edilmiştir.

Efendioğlu (2024) da benzer şekilde, özellikle hedonik yenilikçilik düzeyi yüksek bireylerde, teknolojik yenilikleri ilk kullanan olmanın prestij unsuru hâline geldiğini

ve bu bireylerin elektrikli araçları birer “inovatif başarı göstergesi” olarak gördüklerini vurgulamaktadır. Elektrikli araçların dış tasarımı, marka imajı ve ileri teknoloji barındırması, bu algıyı güçlendiren unsurlar arasında yer alır.

Morton ve diğ. (2016) tarafından yapılan çalışmada ise prestij ve imaj unsurlarının, tüketicilerin kendilerini farklılaştırma çabasında bir araç olarak kullanıldığı ifade edilmiştir. Özellikle üst gelir grubundaki bireyler için bu araçlar, çevreye duyarlı olmanın yanı sıra "ilerici" bir yaşam tarzının da göstergesi olarak konumlandırılmaktadır.

Erdoğan ve diğ. (2024) çalışmasında ise prestij algısının özellikle genç, kentli ve üniversite mezunu bireylerde daha yüksek düzeyde etkili olduğu, bu bireylerin elektrikli araç sahibi olmayı bir çeşit "toplumsal görünürlük" unsuru olarak değerlendirdiği belirtilmiştir.

Sonuç olarak, prestij ve imaj, elektrikli araçların işlevselliğiyle doğrudan bağlantılı olmasa da, tüketicilerin özdeşleşmek istediği kimlik ve değerlerle güçlü biçimde ilişkilidir ve satın alma kararlarını önemli ölçüde etkileyebilir.

4.2.12 Konfor

Elektrikli araçların tercihinde öne çıkan bir diğer önemli unsur konfor kriteridir. Konfor; sürüş deneyiminin kalitesini, iç mekân düzenini, ses seviyesini, süspansiyon sistemlerini, ergonomiyi ve teknolojik donanımı kapsayan çok boyutlu bir faktördür. Özellikle günlük şehir içi kullanımda kullanıcılar, araçların rahatlığına ve sürüş kolaylığına büyük önem atfetmektedirler (Morton ve diğ, 2016).

Hidruve ve diğ. (2011), elektrikli araç kullanıcılarının sürüşte sarsıntı azlığı, düşük ses seviyesi ve ani tork tepkisi gibi özelliklerden dolayı elektrikli araçları daha konforlu bulduklarını ifade etmiştir. Bu araçların vites geçişi olmadan, kesintisiz bir hızlanma sunması ve düşük motor sesi, konfor algısını güçlendiren unsurlardandır.

Liao ve diğ. (2017), konforun tüketici tercihlerinde dolaylı bir etkisi olduğunu; ancak menzil ve şarj süresi gibi teknik özelliklerin yeterli bulunması durumunda, konforun seçimde belirleyici hale geldiğini belirtmektedir. Özellikle premium segmentteki

elektrikli araçlar, konfor beklentilerini karşılamada geleneksel araçlara ciddi bir alternatif sunmaktadır.

Sonar ve Kulkarni (2021), Hindistan'daki elektrikli araç modellerinin karşılaştırmalı analizinde, kullanıcıların konfor düzeylerini araç seçiminde göz önünde bulundurduğunu ve bu kriterin özellikle yaşlı bireyler ve uzun yol yapan sürücüler için belirleyici olduğunu göstermiştir. Konfor, diğer teknik kriterlerle birlikte değerlendirildiğinde, kullanım memnuniyetini doğrudan etkileyen bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

Erdoğan ve diğ. (2024) ise konforun, özellikle şehir içi trafik koşullarında araç kullanım sıklığı yüksek bireylerde daha önemli hale geldiğini, bu kullanıcıların elektrikli araçların sessizliği ve sürüş rahatlığını tercih nedenleri arasında sıraladığını belirtmiştir.

Sonuç olarak, konfor; yalnızca fiziksel rahatlık değil, aynı zamanda kullanım kolaylığı, sürüş kalitesi ve teknolojik donanım bütünlüğü ile ilgili algısal bir değer sunmakta ve elektrikli araç tercihinde önemli bir rol oynamaktadır.

4.2.13 Sessiz çalışması

Elektrikli araçların sunduğu önemli avantajlardan biri, sessiz çalışma özellikleri sayesinde sağladığı akustik konfordur. Geleneksel içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla çok daha düşük motor sesi ve titreşim ile çalışan elektrikli araçlar, sürücü ve yolcular için hem fiziksel hem de psikolojik anlamda daha konforlu bir sürüş deneyimi sunmaktadır (Hidrue ve diğ, 2011).

Hidrue ve diğ. (2011), kullanıcıların sessiz çalışmayı "yüksek kalite" ve "teknolojik üstünlük" göstergesi olarak değerlendirdiklerini belirtmiş; bu özelliğin özellikle kent içi kullanımda tercih nedeni olabildiğini ifade etmiştir. Araç içi gürültünün minimum seviyede olması, özellikle uzun yolculuklarda sürücü yorgunluğunu azaltmakta ve dikkat seviyesini artırmaktadır.

İşler ve Sezen (2017) çalışmasında, katılımcıların elektrikli araçları tercih etmeme gerekçeleri arasında menzil ve şarj altyapısının yanında, olumlu olarak vurguladıkları kriterlerden birinin de sessiz çalışma özelliği olduğu görülmektedir. Sessizlik,

elektrikli araçları geleneksel araçlardan ayıran en belirgin farklardan biri olarak değerlendirilmektedir.

Ghasri ve diğ. (2019), sessizliğin kullanıcılar için çift yönlü bir etki yarattığını belirtmektedir. Araç içindeki sessizlik konfor olarak algılanırken, yayalar açısından araçların fark edilememesi gibi potansiyel güvenlik sorunları da doğurabilmektedir. Bu durum, özellikle şehir içi yaya trafiğinin yoğun olduğu bölgelerde elektrikli araçlara özel "yapay motor sesi" sistemlerinin geliştirilmesini gündeme getirmiştir.

Erdoğan ve diğ. (2024) çalışmasında da sessiz çalışmanın, kadın kullanıcılar ve orta yaş üzerindeki bireyler için önemli bir tercih nedeni olduğu saptanmıştır. Bu gruptaki kullanıcılar, araçların sürüş sırasındaki sessizliğini “sakinlik ve konfor” olarak tanımlamışlardır.

Özetle, sessiz çalışma özelliği hem işlevsel hem de psikolojik bir rahatlık sağlamakta ve özellikle konfor beklentisi yüksek kullanıcılar için elektrikli araçların tercih edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

4.2.14 Demografik nedenler

Elektrikli araçların tercih edilmesinde etkili olan kriterlerden biri de tüketicilerin demografik özellikleridir. Demografik nedenler, bireylerin yaşı, cinsiyeti, gelir düzeyi, eğitim seviyesi, medeni durumu ve mesleki konumları gibi değişkenleri kapsar ve bu değişkenler tüketicilerin elektrikli araçlara yönelik tutumlarını, algılarını ve satın alma niyetlerini önemli ölçüde etkilemektedir (Hidru ve diğ, 2011).

Erdoğan ve diğ. (2024) tarafından Ankara ili örneğiyle yapılan çalışmada, demografik faktörlerin elektrikli araç satın alma niyeti üzerindeki etkileri açıkça ortaya konmuştur. Özellikle genç bireylerin, kadınların ve yüksek gelir grubuna mensup kişilerin elektrikli araçlara daha olumlu yaklaşımları belirlenmiştir. Aynı çalışmada, üniversite mezunu bireylerin çevresel konularda daha bilinçli oldukları ve bu bilinç doğrultusunda elektrikli araç satın almaya daha yatkın oldukları da vurgulanmıştır.

Liao ve diğ. (2017), farklı çalışmaları derlediği kapsamlı literatür taramasında, demografik değişkenlerin elektrikli araç tercihlerinde heterojenliğe neden olduğunu ifade etmektedir. Örneğin, yaşlı kullanıcılar daha geleneksel tercihlere yönelme

eğilimindeyken, genç kullanıcılar teknolojik yeniliklere daha açıktır. Aynı şekilde, yüksek gelir grubundaki bireyler elektrikli araçların ilk yatırım maliyetini sorun etmeyebilirken, düşük gelir grubundaki bireyler daha fazla ekonomik teşvik beklentisi içerisindedir.

Ghasri ve diğ. (2019), sosyo-demografik özelliklerin yalnızca tercihi değil, aynı zamanda kullanıcıların çevresel farkındalık düzeylerini ve elektrikli araç teknolojisi hakkında bilgi sahibi olma oranlarını da etkilediğini ifade etmektedir. Eğitim düzeyi yüksek bireylerin elektrikli araç teknolojisi ve avantajları hakkında daha fazla bilgi sahibi olduğu ve bu nedenle daha rasyonel değerlendirmelerde bulundukları saptanmıştır.

Sonar ve Kulkarni (2021) ise model değerlendirme süreçlerinde karar verici profiline demografik ağırlıklar tanımlayarak, bu tür değişkenlerin elektrikli araç modeli seçiminde farklılık yaratabileceğini göstermiştir.

Sonuç olarak, demografik değişkenler, tüketici davranışlarını doğrudan etkileyen ve elektrikli araç tercihinde önemli bir belirleyici rol oynayan sosyolojik etkenlerdir. Bu nedenle pazarlama stratejilerinin demografik segmentasyona göre özelleştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

4.2.15 Kullanıcı tecrübe ve yorumları

Elektrikli araçların tercih edilmesinde giderek daha fazla önem kazanan faktörlerden biri, kullanıcı tecrübe ve yorumlarıdır. Dijitalleşen dünyada tüketiciler, ürün veya hizmet satın almadan önce diğer kullanıcıların deneyimlerini incelemekte ve bu yorumlar, bireysel karar süreçlerinde önemli bir referans kaynağı haline gelmektedir. Elektrikli araçlar gibi teknoloji yoğun ve nispeten yeni ürünlerde, deneyime dayalı bilgiler, bilgi eksikliği yaşayan potansiyel kullanıcılar için kritik öneme sahiptir (Ghasri ve diğ, 2019).

Ghasri ve diğ. (2019) tarafından geliştirilen modelde, elektrikli araçlara yönelik algının sadece teknik özelliklerden değil, sosyal etkileşimler ve bilgi kaynakları üzerinden şekillendiği belirtilmiştir. Bu bağlamda, kullanıcı yorumları bireylerin araçların gerçek yaşam performansına ilişkin beklentilerini oluşturmakta ve risk algısını azaltmaktadır.

Morton ve diğ. (2016), kullanıcı tecrübelerinin özellikle yenilikçi ürünlerde güven oluşturma işlevi gördüğünü ve erken benimseyen kullanıcıların pozitif deneyimlerinin, daha geniş kullanıcı kitlelerine yayılmasında etkili olduğunu ifade etmiştir. Elektrikli araçlarda bu durum “ağızdan ağıza pazarlama” olarak tanımlanmakta ve çevresel farkındalıkla birleşerek sosyal normlar oluşturabilmektedir.

Efendioğlu (2024) çalışmasında, kullanıcı yorumlarının elektrikli araç satın alma niyeti üzerindeki etkisinin daha önceki çalışmalara göre giderek arttığını, özellikle sosyal medya platformlarında yapılan paylaşımların kullanıcı algısını şekillendirdiğini belirtmiştir. Negatif yorumlar, elektrikli araçlara olan ilgiyi azaltabilirken; olumlu yorumlar ve kişisel hikâyeler (örneğin düşük maliyet, rahat sürüş, çevre katkısı) potansiyel kullanıcıları teşvik etmektedir.

Ayrıca, Güler ve Polatgil (2024), çok kriterli karar verme yaklaşımlarında kullanıcı deneyimlerine dayalı değerlendirme bileşenlerinin modelleme süreçlerine entegre edilmesinin, sonuçların daha gerçekçi olmasını sağladığını vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, kullanıcı tecrübe ve yorumları, sadece bilgi paylaşımı değil, aynı zamanda güven oluşturma, sosyal etki yaratma ve davranışsal modelleme açısından da önemli bir elektrikli araç tercih kriteridir.

4.2.16 Yenilenebilir enerji entegrasyonu

Elektrikli araçların çevreci karakterini tamamlayan en önemli unsurlardan biri de, yenilenebilir enerji entegrasyonuna uygunluklarıdır. Elektrikli araçlar doğrudan egzoz salımı üretmedikleri için sıfır emisyonlu araçlar olarak kabul edilir; ancak bu durum, kullanılan elektriğin üretim kaynağına bağlıdır. Elektrikli araçlar, güneş, rüzgâr veya hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarıyla şarj edildiklerinde gerçek anlamda karbon nötr bir mobilite çözümü haline gelirler (Rezvani ve diğ, 2015).

Ghasri ve diğ. (2019), elektrikli araç kullanıcılarının çevresel katkısı artırmak amacıyla ev tipi güneş panelleri gibi yenilenebilir kaynaklarla entegre şarj sistemlerini tercih etme eğiliminde olduklarını belirtmektedir. Bu entegrasyon, sadece çevreye olan katkıyı artırmakla kalmamakta, aynı zamanda uzun vadede kullanıcıya maliyet avantajı da sağlamaktadır.

Liao ve diğ. (2017) tarafından yapılan çalışmada, elektrikli araç sahiplerinin önemli bir kısmının elektrik üretim biçimini önemsedikleri ve bu nedenle kamu teşvikleriyle desteklenen yenilenebilir enerji şebekelerine bağlı şarj altyapılarına yöneldikleri ifade edilmiştir. Özellikle Avrupa’da elektrikli araçların, yeşil elektrik ile şarj edilmesini sağlayan politikalar, bu alandaki kullanıcı duyarlılığını artırmıştır.

Kırmızıgül ve Baykal (2023), Türkiye’deki kullanıcıların da sürdürülebilir yaşam farkındalığı ile elektrikli araç tercih ettiklerini ve bu tercihi yenilenebilir enerjiyle birleştirmenin sosyal sorumluluk ve bireysel çevrecilik algısını güçlendirdiğini ifade etmiştir.

Ayrıca, Güler ve Polatgil (2024), çok kriterli karar verme süreçlerinde yenilenebilir enerjiyle uyumun bir değerlendirme ölçütü haline geldiğini ve özellikle çevre bilinci yüksek bireylerin bu faktörü satın alma kriterleri arasında üst sıralarda değerlendirdiklerini vurgulamışlardır.

Özetle, yenilenebilir enerji entegrasyonu, elektrikli araçların çevresel sürdürülebilirliğini güçlendiren ve bilinçli tüketici davranışını destekleyen stratejik bir kriterdir. Bu entegrasyon hem bireysel hem toplumsal düzeyde daha temiz bir ulaşım vizyonunu mümkün kılmaktadır.

4.3 Veri Toplama

Bu çalışmada Bulanık Bilişsel Haritalama (BBH) yöntemi kapsamında kullanılacak veriler, uzman görüşlerine dayalı olarak oluşturulan anket yoluyla toplanmıştır. Veri toplama sürecinin amacı, tercih kriterleri arasındaki nedensel ilişkilerin yönünü ve şiddetini ortaya koymaktır. Çizelge 4.1’de sunulan kriterler, anket çalışmasında konsept başlıkları altında yapılandırılmıştır.

Çizelge 4.1 : Anket uygulamasında kullanılan kriterler.

<i>Kriterler</i>	<i>Kriter Adı</i>
C1	Satınalma Fiyatı
C2	Enerji Maliyetleri (Yakıt Tüketimi)
C3	Bakım Maliyetleri
C4	Vergi Teşvikleri Ve İndirimler
C5	Menzil
C6	Şarj Süresi
C7	Şarj Altyapısı Ve Teknolojisi
C8	Performans
C9	Güvenlik
C10	Çevre Dostu Olması
C11	Prestij Ve İmaj
C12	Konfor
C13	Sessiz Çalışması
C14	Demografik Nedenler
C15	Kullanıcı Tecrübe Ve Yorumları
C16	Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu

Bu doğrultuda hazırlanan anket formunda, her bir kriterin diğer kriterler üzerindeki etkisi ikili karşılaştırmalar yoluyla değerlendirilmiştir. Uzmanlardan, satırdaki kriterin sütundaki kriter üzerindeki etkisini $[-5, +5]$ aralığında puanlamaları istenmiştir. Pozitif puanlar, iki kriter arasında olumlu bir ilişki olduğunu, negatif puanlar ise olumsuz bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Eğer kriterler arasında herhangi bir etkileşim olmadığı düşünülüyorsa, 0 puan verilmesi tercih edilmiştir. Etkileşimin mutlak değeri ise, ilişkinin şiddetini yansıtmaktadır. Örneğin, +1 değeri zayıf bir olumlu ilişkiyi, +5 ise çok güçlü bir olumlu ilişkiyi göstermektedir.

Uzmanlara gönderilmek üzere Şekil 4.1'deki anket oluşturulmuştur. Anket, dijital ortamda hazırlanarak ilgili uzmanlara ulaştırılmıştır. Anketler çevrimiçi ve yüz yüze toplantılar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Uzmanlar, formda yer alan değerlendirme matrisine ilişkin görüşlerini tablo üzerinde doğrudan işaretleyerek bildirmişlerdir. Anket formu, toplam 16 kriter için hazırlanmış olup, uzmanlar tüm kriter çiftlerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Böylece kriterler arasındaki etkileşimleri sistematik biçimde ortaya koymaya imkân tanıyan 16 x 16 boyutlu etki matrisi elde edilmiştir.

* Elektrikli araç tercihlerini etkileyen aşağıdaki kriterlerin birbiriyle olan etkileşimlerini değerlendirmek için oylama yapınız. * Oylamanızı [-5,+5] aralığında verebilirsiniz. (+) değerler kriterler arasında etkileşimin olumlu yönde olduğunu, (-) değerler ise bu etkileşimin olumsuz yönde olduğunu göstermektedir. * Verdiğiniz oyun mutlak değerinin büyük olması etkileşimin şiddetini göstermektedir. * Eğer kriterler arasında bir etkileşimin olmadığını düşünüyorsanız 0 olarak oylayabilirsiniz.																	
Sütun1	Sütun2	Sütun3	Sütun4	Sütun5	Sütun6	Sütun7	Sütun8	Sütun9	Sütun10	Sütun11	Sütun12	Sütun13	Sütun14	Sütun15	Sütun16	Sütun17	Sütun18
	ELEKTRİKLİ ARAÇ TERCH KİTERLERİ	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1	SATIN ALMA FİYATI																
C2	ENERJİ MALİYETLERİ (YAKIT TÜKETİMİ)																
C3	BAKIM MALİYETLERİ																
C4	VERGİ TEŞVİKLERİ VE İNDİRLİMLER																
C5	MENZİL																
C6	ŞARJ SÜRESİ																
C7	ŞARJ ALTYAPISI VE TEKNOLOJİSİ																
C8	PERFORMANS																
C9	GÜVENLİK																
C10	ÇEVRE DOSTU OLMASI																
C11	PRESTİJ VE İMAJ																
C12	KONFOR																
C13	SESSİZ ÇALIŞMASI																
C14	DEMOGRAFIK NEDENLER																
C15	KULLANICI TECRÜBE VE YORUMLARI																
C16	YENİLENEBİLİR ENERJİ ENTEGRASYONU																

Şekil 4.1 : Uzmanlar tarafından doldurulan anket formu

Çalışma kapsamında anket, otomotiv sektöründen profesyoneller, mühendisler, pazarlama personelleri ve tecrübeli elektrikli araç kullanıcılarından oluşan bir uzman grubuna uygulanmıştır. Bu sayede elde edilen veriler geniş kapsamlı bir değerlendirme imkanı sağlamıştır. Uzmanlardan elde edilen puanlar daha sonra bulanıklaştırılarak BBH modeline dâhil edilmiştir. Anketten elde edilen veriler, kriterler arasındaki ilişki ağına temel oluşturarak çalışmanın modelleme ve analiz aşamasında kullanılmıştır.

4.4 Uzman Görüşleri

Bu bölümde, çalışmada kullanılan BBH yönteminin temelini oluşturan uzman görüşlerine dayalı değerlendirme sonuçlarına yer verilmektedir. Önceki bölümde açıklanan anket formu doğrultusunda, alanında uzman kişiler tarafından elektrikli araç tercih kriterleri arasındaki etkileşimler değerlendirilmiş ve her bir kavram çifti için ilişki yönü ve şiddeti [-5, +5] aralığında puanlanmıştır.

Uzmanların verdiği bu puanlar doğrultusunda her biri için ayrı ayrı etki matrisi oluşturulmuş ve bu matrisler temel alınarak sistemdeki kavramsal yapı analiz edilmiştir. Değerlendirme sürecinde, her bir uzman için:

- Toplam ilişki sayısı (0'dan farklı hücre sayısı),
- En çok etki eden kriter (diğer kriterler üzerinde en yüksek toplam etkiyi oluşturan),
- En çok etkilenen kriter (diğer kriterlerden en fazla etkiyi alan)

belirlenmiştir. Bu analizlerde ilişki puanlarının sadece varlığı değil, aynı zamanda şiddeti de dikkate alınmış; bu nedenle pozitif veya negatif işaret ayrımı yapılmaksızın mutlak değerler üzerinden toplamlar hesaplanmıştır. Böylece bir kriterin sistemde ne ölçüde etkileyici veya etkilenebilir olduğu ilişki gücüne dayalı olarak objektif şekilde ortaya konulmuştur.

Aşağıda her bir uzmanın anket sonuçları Çizelge 4.2 ile Çizelge 4.11 arasında gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 : Uzman-1 anket sonucu.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1		0	0	0	0	0	-2	0	0	0	-2	0	0	0	3	3
C2	-1		0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	-2
C3	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
C4	5	3	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
C5	-4	0	0	0		-1	0	4	0	0	1	3	0	0	4	0
C6	-1	0	0	0	-3	-	0	4	0	0	1	5	0	0	4	3
C7	1	2	0	0	0	5	-	3	0	0	0	4	0	0	5	3
C8	-2	0	0	0	3	4	0		0	0	3	4	0	0	5	0
C9	-1	0	0	0	0	0	0	-1		0	3	3	0	0	4	0
C10	0	0	0	3	0	0	0	0	0		5	0	0	0	2	4
C11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	4	0
C12	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	5	0
C13	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	2	4		0	2	0
C14	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	3
C15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0		0
C16	0	4	0	3	2	0	3	2	0	5	4	3	0	0	4	

Uzman-1, kriterler arasında toplam 67 ilişki tanımlamıştır. Değerlendirme sonuçlarına göre, en çok etki eden kriter toplam 30 birimlik etki ile Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu (C16) olmuştur. En çok etkilenen kriter ise, diğer kriterlerden aldığı 49 birimlik etki ile Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları (C15) olarak belirlenmiştir. Bu durum, uzmanın sistemdeki ilişkileri değerlendirirken yenilenebilir enerji entegrasyonunu sürecin başlangıç noktası olarak gördüğünü; kullanıcı tecrübe ve yorumlarını ise bu sürecin sonunda şekillenen bir sonuç olarak ele aldığını göstermektedir.

Çizelge 4.3 : Uzman-2 anket sonucu.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1	-	-2	0	0	0	0	2	0	0	0	-2	0	0	0	-3	2
C2	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	2
C3	-3	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-4	-2	-1	0	4	0
C4	4	3	0	-	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2
C5	-4	0	0	0	-	2	0	2	0	2	4	4	0	0	4	0
C6	-4	0	0	0	0	-	0	-2	-2	0	-3	-1	0	0	4	0
C7	2	0	3	0	2	5	-	3	3	4	3	4	1	0	4	3
C8	-4	-3	-3	0	-4	2	2	-	0	0	3	2	0	0	3	2
C9	-4	0	0	0	0	0	0	-1	-	0	4	3	0	0	5	0
C10	-2	3	0	4	0	0	0	0	0	-	3	0	2	0	3	5
C11	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	4	0
C12	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	3	0
C13	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	2	2	2	-	0	0	0
C14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
C15	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	-	0
C16	-2	2	0	2	0	0	3	0	0	3	2	0	0	0	3	-

Uzman-2 tarafından yapılan değerlendirmede toplam 83 ilişki tanımlanmıştır. Bu değerlendirmeye göre, en çok etki eden kriter, toplam 37 birimlik etki gücüyle Şarj Altyapısı ve Teknolojisi (C7) olmuştur. En çok etkilenen kriter ise, 47 birimlik toplam etkiyle Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları (C15) olarak belirlenmiştir. Bu yapı, şarj altyapısının sistemin teknik temelini oluşturduğunu ve bu teknik zeminin, kullanıcı deneyimini şekillendiren en güçlü etkenlerden biri olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.4 : Uzman-3 anket sonucu.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1		0	0	-2	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2
C2	0		0	-2	0	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	-3	-3
C3	0	0		0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	-4	0
C4	5	3	0		0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	1	5
C5	-4	0	-1	1		2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1
C6	-1	0	-1	0	-2		0	0	0	0	2	1	0	0	4	1
C7	1	2	0	-1	1	5		0	0	0	1	1	0	3	3	4
C8	-2	1	0	0	0	0	0		0	0	2	1	3	0	4	0
C9	-1	0	1	1	0	-1	0	0		0	2	0	0	0	2	0
C10	0	0	0	5	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	5
C11	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	5	0
C12	-2	0	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0		0	0	5	0
C13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4		0	1	0
C14	-3	-3	0	5	0	0	3	0	0	0	2	0	0		1	0
C15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0		0
C16	0	3	0	3	0	0	4	0	0	5	1	0	0	0	0	

Uzman-3, kriterler arasında toplam 76 ilişki tanımlamıştır. Değerlendirme sonuçlarına göre en çok etki eden kriter, 22 birimlik etki gücüyle Şarj Altyapısı ve Teknolojisi (C7)

olmuştur. En çok etkilenen kriter ise, 36 birimlik etkiyle Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları (C15) olarak belirlenmiştir. Bu yapı, uzman tarafından şarj altyapısının sistemde yönlendirici bir unsur olarak değerlendirildiğini, kullanıcı deneyiminin ise birçok farklı kriterin sonucu olarak ortaya çıktığını göstermektedir.

Çizelge 4.5 : Uzman-4 anket sonucu.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1		0	-3	-3	0	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	-4	0
C2	1		0	-3	-4	-3	0	-2	0	-1	-4	-1	0	0	-5	-1
C3	-2	0		-1	0	0	0	0	0	0	-5	0	0	0	-5	0
C4	2	1	0		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	0
C5	-4	-3	-1	0		-2	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
C6	1	0	0	1	0		2	0	0	1	3	1	0	0	5	2
C7	-1	1	0	4	0	5		0	0	3	4	1	0	0	3	1
C8	-4	-4	-1	-1	-5	-5	0		0	-2	3	2	0	0	4	-2
C9	-2	0	-1	1	0	0	0	-1		0	3	0	0	0	4	0
C10	-2	0	0	5	0	0	0	0	0		2	0	0	0	1	4
C11	-1	0	-2	1	0	0	1	0	0	0		0	0	0	5	0
C12	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		0	0	5	0
C13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4		0	3	0
C14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
C15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0		0
C16	-2	2	0	5	0	0	2	-1	0	5	2	0	0	0	1	

Uzman-4, kriterler arasında toplam 88 ilişki tanımlamıştır. Bu değerlendirmeye göre en çok etki eden kriter, 33 birimlik etki gücüyle Performans (C8) olmuştur. En çok etkilenen kriter ise, 53 birimlik toplam etkiyle Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları (C15) olarak belirlenmiştir. Bu yapı, performansın uzman gözünde sistemin yönlendirici bir unsuru olarak öne çıktığını; kullanıcı deneyiminin ise bu teknik etkileşimlerin doğal bir sonucu olarak konumlandığını göstermektedir.

Çizelge 4.6 : Uzman-5 anket sonucu.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1		-1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0
C2	-1		0	0	-5	0	0	3	0	-5	-5	0	0	0	-3	-3
C3	0	0		0	0	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	-3	-4
C4	5	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2
C5	-4	0	0	0		-1	0	4	0	0	2	0	0	0	4	3
C6	-1	0	0	0	3		2	0	0	-2	-2	2	0	0	-3	-2
C7	-3	-4	0	0	2	4		0	0	4	2	2	2	0	4	5
C8	-5	-4	0	0	-4	0	0		0	0	3	3	0	0	4	2
C9	-4	0	0	0	0	0	2	0		0	1	2	0	0	4	0
C10	-2	5	3	1	2	1	3	-1	0		4	0	2	0	4	5
C11	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	4	0
C12	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		3	0	3	0
C13	-4	0	0	0	0	0	0	-2	0	3	2	5		0	2	0
C14	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	3
C15	-1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	5	0	0	0		2
C16	1	5	2	3	4	0	4	0	0	4	3	0	0	0	3	

Uzman-5, kriterler arasında toplam 93 ilişki tanımlamıştır. Bu değerlendirmeye göre en çok etki eden kriter, 33 birimlik etki gücüyle Çevre Dostu Olması (C10) olmuştur. En çok etkilenen kriter ise, 46 birimlik toplam etkiyle Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları (C15) olarak belirlenmiştir. Bu durum, çevre duyarlılığının uzman gözünde sistemde belirleyici bir rol oynadığını, kullanıcı deneyiminin ise çevresel ve teknik faktörlerin birleşik etkisiyle şekillendiğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.7 : Uzman-6 anket sonucu.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1		0	-2	0	0	0	0	2	2	-1	3	-1	2	2	2	-2
C2	0		0	0	-4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	4
C3	-3	2		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	2
C4	5	0	0		0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	2	3
C5	-5	3	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1
C6	-5	0	0	1	-1		4	0	0	0	0	2	0	0	2	0
C7	0	4	3	0	3	4		1	1	1	2	2	0	0	3	2
C8	-5	-3	-2	0	-2	0	0		0	0	3	3	0	0	3	1
C9	-3	0	0	0	0	0	2	0		0	2	2	0	0	4	0
C10	-3	5	3	3	2	0	3	-1	0		4	0	2	0	4	5
C11	-3	0	0	0	0	0	1	0	0	2		0	0	0	4	2
C12	-3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3		3	0	3	0
C13	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	3	2	3		0	2	0
C14	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	2
C15	-2	0	0	0	0	0	3	2	1	2	2	2	2	0		3
C16	1	5	2	3	4	0	4	0	0	4	3	0	0	0	3	

Uzman-6, kriterler arasında toplam 107 ilişki tanımlamıştır. En çok etki eden kriter, 35 birimlik etki gücüyle Çevre Dostu Olması (C10) olarak belirlenmiştir. En çok

etkilenen kriterler ise, eşit derecede 41 birimlik etkiyle Satın Alma Fiyatı (C1) ve Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları (C15) olmuştur. Bu yapı, çevreci değerlere sahip olmanın sistemde güçlü bir yönlendirici olarak görüldüğünü; satın alma kararlarının ve kullanıcı deneyiminin ise bu çevresel ve teknik faktörlerden yoğun şekilde etkilendiğini göstermektedir.

Çizelge 4.8 : Uzman-7 anket sonucu.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1		-1	-1	0	0	0	2	1	1	-1	3	-1	1	1	2	-1
C2	3		0	0	-5	0	0	3	0	-5	-5	0	0	0	-3	-3
C3	-3	2		0	0	0	0	0	0	1	-3	0	0	0	0	-1
C4	4	0	0		0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	3	3
C5	-4	3	1	1		-1	0	2	0	0	1	3	0	0	4	2
C6	-4	0	0	0	-2		0	0	0	0	1	5	0	0	-1	-1
C7	2	4	2	-1	1	4	-	0	0	3	2	1	0	0	3	1
C8	-4	-3	-1	-1	-5	-5	2		0	0	3	3	0	0	4	2
C9	-4	0	0	1	0	0	0	-1		0	1	2	0	0	4	0
C10	-2	5	3	5	0	1	0	0	0		0	0	0	0	0	5
C11	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	4	1
C12	-2	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	3		3	0	3	0
C13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	4		0	2	0
C14	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	3
C15	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	4	1	1	0		3
C16	-2	5	0	3	0	0	3	-1	0	5	2	0	0	0	1	

Uzman-7 tarafından yapılan değerlendirmede toplam 110 ilişki tanımlanmıştır. Bu uzman için en çok etki eden kriter, 33 birimlik etki gücüyle Performans (C8) olmuştur. En çok etkilenen kriter ise, 35 birimlik toplam etkiyle Satın Alma Fiyatı (C1) olarak belirlenmiştir. Bu yapı, performansın sistemin temel yönlendirici unsurlarından biri olarak görüldüğünü; fiyat algısının ise bu ve diğer teknik/sosyal faktörlerin birleşik etkisiyle oluştuğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.9 : Uzman-8 anket sonucu.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1		0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0
C2	0		0	0	-3	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	-3
C3	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	0
C4	5	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
C5	-3	0	0	0		-2	0	1	0	0	0	0	0	0	5	2
C6	-1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	4	0	0	4	4
C7	1	3	0	0	0	5		0	0	1	0	3	0	0	4	4
C8	-4	-2	-1	0	0	0	0		0	0	2	2	0	0	4	4
C9	-2	0	0	0	0	0	0	0		0	2	1	0	2	4	4
C10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	1	2	2
C11	-3	0	-1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0
C12	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	5	2
C13	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		0	5	1
C14	-2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0		0	0
C15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0		4
C16	1	2	2	3	0	0	4	1	2	0	0	3	0	0	0	

Uzman-8 tarafından yapılan değerlendirmede toplam 66 ilişki tanımlanmıştır. Bu uzman için en çok etki eden kriter, 21 birimlik etki gücüyle Şarj Altyapısı ve Teknolojisi (C7) olmuştur. En çok etkilenen kriter ise, 40 birimlik toplam etkiyle Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları (C15) olarak belirlenmiştir. Bu yapı, şarj altyapısının sistemde yönlendirici bir rol oynadığını; kullanıcı deneyiminin ise teknik altyapı ve diğer faktörlerin bir sonucu olarak değerlendirildiğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.10 : Uzman-9 anket sonucu.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1		0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	0	1	3	3
C2	-2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	-3
C3	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
C4	5	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	3
C5	-5	0	0	0		1	0	2	0	0	0	3	0	0	5	0
C6	-1	0	0	0	0		2	1	0	0	2	3	0	0	5	2
C7	-1	2	0	0	0	5		2	0	0	1	2	0	0	3	3
C8	-1	-1	0	0	-2	0	0		0	0	2	2	0	0	4	3
C9	-2	0	0	0	0	0	0	0		0	3	0	0	0	5	0
C10	0	0	0	2	0	0	0	0	0		2	0	0	0	2	2
C11	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	4	0
C12	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		0	0	3	0
C13	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2		0	3	0
C14	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		3	2
C15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		0
C16	0	5	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	1	

Uzman-9, toplam 65 ilişki tanımlamıştır. Değerlendirme sonuçlarına göre en çok etki eden kriter, 19 birimlik etki gücüyle Şarj Altyapısı ve Teknolojisi (C7) olmuştur. En çok etkilenen kriter ise, 52 birimlik toplam etkiyle Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları

(C15) olarak belirlenmiştir. Bu yapı, uzman tarafından teknik altyapının süreci başlatan unsur olarak değerlendirildiğini; kullanıcı deneyiminin ise bu teknik çerçevenin sonunda şekillenen bir çıktı olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.11 : Uzman-10 anket sonucu.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1		0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	3
C2	-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	-2
C3	0	0		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0
C4	4	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2
C5	-4	0	0	0		3	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0
C6	-1	0	0	0	0		1	1	0	0	1	2	0	0	4	2
C7	-1	3	0	0	0	4		2	0	0	2	2	0	0	3	3
C8	-2	-1	0	0	-3	0	0		0	0	3	2	0	0	3	3
C9	-3	0	0	0	0	0	0	0		0	4	0	0	0	4	0
C10	0	0	0	3	0	0	0	0	0		3	0	0	0	3	3
C11	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	4	0
C12	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		0	0	4	0
C13	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2		0	3	0
C14	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		3	2
C15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0		0
C16	0	4	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	2	

Uzman-10 tarafından yapılan değerlendirmede toplam 65 ilişki tanımlanmıştır. Bu değerlendirmeye göre en çok etki eden kriter, 20 birimlik etki gücüyle Şarj Altyapısı ve Teknolojisi (C7) olmuştur. En çok etkilenen kriter ise, 48 birimlik toplam etkiyle Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları (C15) olarak belirlenmiştir. Bu yapı, uzman bakışında şarj altyapısının sistemin teknik temelini oluşturduğunu; kullanıcı deneyiminin ise çok sayıda faktörün etkisiyle şekillenen nihai bir çıktı olarak konumlandırıldığını göstermektedir.

4.5 Komşuluk Matrisinin Oluşturulması

Uzman görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda, bu bölümde analiz için kullanılacak komşuluk matrisinin oluşturulma süreci ele alınmaktadır.

Komşuluk matrisinin oluşturulmasına yönelik ilk adım, uzman görüşlerinin ortak bir yapıda birleştirilmesidir. Bu amaçla, her bir uzmanın değerlendirme matrisi esas alınarak kavram çiftlerine verilen puanların aritmetik ortalaması alınmış ve Çizelge 4.12 ‘deki tablo oluşturulmuştur. Böylece farklı uzmanların görüşleri arasındaki bireysel farklılıklar dengelenmiş ve sistemin genel ilişki yapısı daha bütüncül bir şekilde ortaya konmuştur.

Çizelge 4.12 : Tüm uzman görüşlerinin aritmetik ortalaması.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1		-0,40	-0,60	-0,50	0,00	0,00	0,30	0,40	0,40	0,10	0,70	-0,20	0,30	0,60	0,60	0,60
C2	0,20		0,00	-0,50	-2,10	-0,30	-0,30	0,70	0,00	-1,20	-1,40	-0,10	0,00	0,00	-0,90	-1,40
C3	-1,10	0,40		-0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,30	-1,70	-0,20	-0,10	0,00	0,00	-0,30
C4	4,40	1,00	0,00		0,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,80	0,20	0,00	0,00	0,20	3,00	2,70
C5	-4,10	0,30	0,00	0,30		0,10	0,00	1,60	0,00	0,20	1,40	1,30	0,00	0,00	3,90	0,90
C6	-1,80	0,00	-0,10	0,20	-0,50		1,10	0,40	-0,20	-0,10	0,50	2,40	0,00	0,00	2,80	1,10
C7	0,10	1,70	0,80	0,20	0,90	4,60		1,10	0,40	1,60	1,70	2,20	0,30	0,30	3,50	2,90
C8	-3,30	-2,00	-0,80	-0,20	-2,20	-0,40	0,40		0,00	-0,20	2,70	2,40	0,30	0,00	3,80	1,50
C9	-2,60	0,00	0,00	0,30	0,00	-0,10	0,40	-0,40		0,00	2,50	1,30	0,00	0,20	4,00	0,40
C10	-1,10	1,80	0,90	3,10	0,40	0,20	0,60	-0,20	0,00		2,40	0,00	0,60	0,10	2,10	4,00
C11	-1,60	0,00	-0,30	0,10	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,30		0,00	0,00	0,00	3,90	0,30
C12	-2,40	0,00	-0,20	-0,20	-0,20	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	1,80		0,90	0,00	3,90	0,20
C13	-0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,30	-0,40	1,10	1,90	3,30		0,00	2,30	0,10
C14	-1,90	-0,30	0,00	1,10	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00		0,70	1,50
C15	-0,20	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,50	0,40	0,60	0,60	3,80	0,30	0,30	0,00		1,20
C16	-0,30	3,70	0,60	2,50	1,00	0,00	3,30	0,10	0,20	3,60	1,70	0,60	0,00	0,00	1,80	

Bulanık Bilişsel Haritalama (BBH) yönteminin temel gerekliliklerinden biri, kriterler arası etkileşim değerlerinin $[-1, +1]$ aralığında tanımlanmasıdır. Bu doğrultuda, uzmanların $[-5, +5]$ aralığında verdikleri puanların ortalamasıyla oluşturulan matris, 5'e bölünerek Çizelge 4.13 'deki tablo elde edilmiştir. Bu işlem, her bir hücredeki etki puanını oransal olarak küçültürken BBH formatına uygun bir biçime dönüştürmektedir.

Çizelge 4.13 : Tüm uzman görüşlerinin indirgenmiş ortalamaları.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1		-0,08	-0,12	-0,10	0,00	0,00	0,06	0,08	0,08	0,02	0,14	-0,04	0,06	0,12	0,12	0,12
C2	0,04		0,00	-0,10	-0,42	-0,06	-0,06	0,14	0,00	-0,24	-0,28	-0,02	0,00	0,00	-0,18	-0,28
C3	-0,22	0,08		-0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,06	-0,34	-0,04	-0,02	0,00	0,00	-0,06
C4	0,88	0,20	0,00		0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,16	0,04	0,00	0,00	0,04	0,60	0,54
C5	-0,82	0,06	0,00	0,06		0,02	0,00	0,32	0,00	0,04	0,28	0,26	0,00	0,00	0,78	0,18
C6	-0,36	0,00	-0,02	0,04	-0,10		0,22	0,08	-0,04	-0,02	0,10	0,48	0,00	0,00	0,56	0,22
C7	0,02	0,34	0,16	0,04	0,18	0,92		0,22	0,08	0,32	0,34	0,44	0,06	0,06	0,70	0,58
C8	-0,66	-0,40	-0,16	-0,04	-0,44	-0,08	0,08		0,00	-0,04	0,54	0,48	0,06	0,00	0,76	0,30
C9	-0,52	0,00	0,00	0,06	0,00	-0,02	0,08	-0,08		0,00	0,50	0,26	0,00	0,04	0,80	0,08
C10	-0,22	0,36	0,18	0,62	0,08	0,04	0,12	-0,04	0,00		0,48	0,00	0,12	0,02	0,42	0,80
C11	-0,32	0,00	-0,06	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,06		0,00	0,00	0,00	0,78	0,06
C12	-0,48	0,00	-0,04	-0,04	-0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,36		0,18	0,00	0,78	0,04
C13	-0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,06	-0,08	0,22	0,38	0,66		0,00	0,46	0,02
C14	-0,38	-0,06	0,00	0,22	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00		0,14	0,30
C15	-0,04	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,10	0,08	0,12	0,12	0,76	0,06	0,06	0,00		0,24
C16	-0,06	0,74	0,12	0,50	0,20	0,00	0,66	0,02	0,04	0,72	0,34	0,12	0,00	0,00	0,36	

Normalize edilen matris üzerinden yapılan bir diğer işlem, analiz karmaşıklığını azaltmak ve yalnızca anlamlı ilişkilerin dikkate alınmasını sağlamaktır. Bu amaçla, matrisin mutlak değeri 0,2 ve altında olan hücreleri ilişkisiz kabul edilmiş ve bu hücreler matristen çıkartılarak Çizelge 4.14 oluşturulmuştur. Bu eşik değerin altında kalan etkileşimlerin bilgi değeri düşük olduğundan, analiz sürecine anlamlı katkı sağlamadığı öngörülmektedir.

Bu sadeleştirme işlemi sayesinde, komşuluk yapısında yalnızca güçlü ve belirgin ilişkiler korunmuş; zayıf etkileşimlerin sistem üzerindeki olası gürültü etkisi azaltılmıştır. Böylece daha odaklı, yorumlanabilir ve güvenilir bir analiz yapısı elde edilmiştir.

Çizelge 4.14 : Eşik değerine göre sadeleştirilmiş uzman görüşleri.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1																
C2					-0,42					-0,24	-0,28					-0,28
C3	-0,22										-0,34					
C4	0,88					0,22									0,60	0,54
C5	-0,82						0,32			0,28	0,26				0,78	
C6	-0,36											0,48			0,56	0,22
C7		0,34				0,92		0,22		0,32	0,34	0,44			0,70	0,58
C8	-0,66	-0,40			-0,44						0,54	0,48			0,76	0,30
C9	-0,52										0,50	0,26			0,80	
C10	-0,22	0,36		0,62							0,48				0,42	0,80
C11	-0,32														0,78	
C12	-0,48										0,36				0,78	
C13									0,22	0,38	0,66				0,46	
C14	-0,38			0,22												0,30
C15										0,76						0,24
C16		0,74		0,50			0,66			0,72	0,34				0,36	

Normalize edilmiş matrisin sadeleştirilmesinin ardından, hangi kavram çiftinin kaç farklı uzman tarafından ilişkilendirildiğini göstermek amacıyla oy sayısı matrisi oluşturulmuştur. Bu matris, her bir hücrede kaç uzmanın ilgili kavram çifti için etkileşim belirttiğini göstermektedir. Böylece, sistemde yer alan ilişkilerin yalnızca etki düzeyiyle değil, aynı zamanda uzmanlar arası görüş birliği düzeyiyle de değerlendirilmesi mümkün hâle gelmiştir.

Bu adım, düşük oy sayısına sahip hücrelerin analizde güvenilirliğini sorgulamak ve sonraki aşamalarda gerekli sadeleştirme kararlarını desteklemek açısından kritik bir veri zemini sağlamaktadır. Hangi hücrelerin ne kadar oy aldığını gösteren tablo aşağıda Çizelge 4.15 ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.15 : Uzman görüşlerine göre kriterlerin oy sayıları.

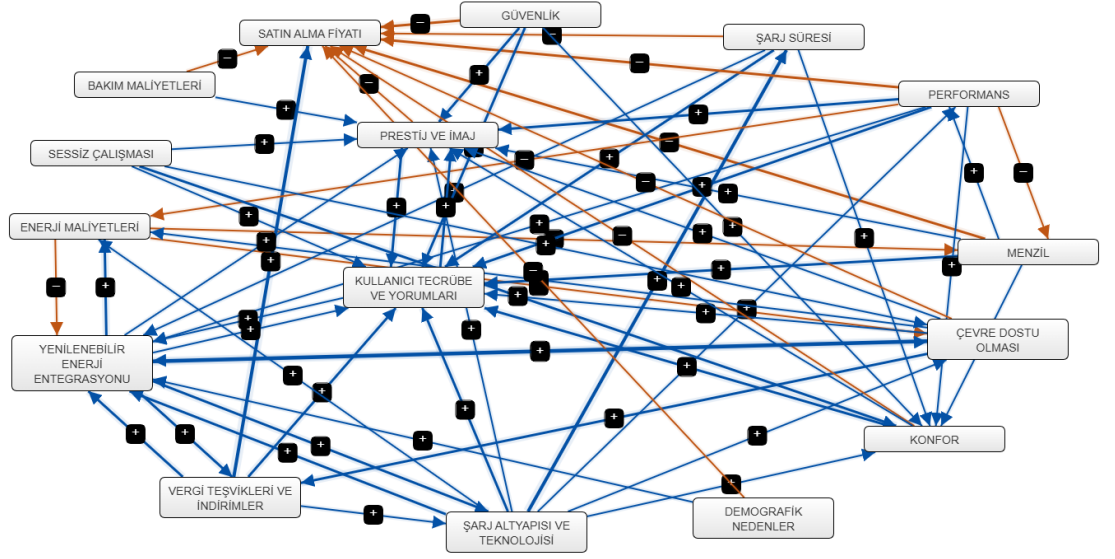
Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1		3	3	2	0	0	6	3	3	4	9	2	2	4	9	7
C2	7		0	2	5	1	1	4	0	5	3	1	0	0	8	10
C3	4	2		1	0	0	0	1	0	2	5	1	1	0	9	3
C4	10	4	0		0	0	4	0	0	3	1	0	0	2	10	9
C5	10	3	4	3		9	0	7	0	1	6	4	0	0	10	5
C6	10	0	1	2	5		5	4	1	2	8	10	0	0	10	8
C7	9	9	3	3	5	10		5	2	6	8	10	2	1	10	10
C8	10	9	5	2	8	4	2		0	1	10	10	1	0	10	8
C9	10	0	2	3	0	1	2	4		0	10	6	0	1	10	1
C10	5	4	3	9	2	2	2	2	0		8	0	3	1	8	10
C11	9	0	2	1	0	0	2	0	0	2		0	0	0	10	2
C12	10	0	1	2	2	0	1	0	0	0	7		3	0	10	1
C13	5	0	0	0	0	0	0	2	2	4	9	10		0	9	1
C14	7	1	0	3	0	0	2	0	0	0	1	0	0		3	6
C15	3	0	0	1	0	0	3	2	3	3	10	2	2	0		4
C16	6	10	3	8	3	0	10	4	1	9	7	2	0	0	8	

Bu sadeleştirme işlemi sonucunda, düşük oy sayısına sahip ilişkiler matristen çıkarılmış ve analiz sürecinde kullanılacak olan nihai komşuluk matrisi elde edilmiştir. Nihai komşuluk matrisi Çizelge 4.16 ‘da gösterilmektedir.

Çizelge 4.16 : Nihai komşuluk matrisi.

Kriterler	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
C1																
C2					-0,42					-0,24						-0,28
C3	-0,22										-0,34					
C4	0,88						0,22								0,60	0,54
C5	-0,82							0,32			0,28	0,26			0,78	
C6	-0,36											0,48			0,56	0,22
C7		0,34				0,92		0,22		0,32	0,34	0,44			0,70	0,58
C8	-0,66	-0,40			-0,44						0,54	0,48			0,76	0,30
C9	-0,52										0,50	0,26			0,80	
C10	-0,22	0,36		0,62							0,48				0,42	0,80
C11	-0,32														0,78	
C12	-0,48										0,36				0,78	
C13										0,22	0,38	0,66			0,46	
C14	-0,38															0,30
C15											0,76					0,24
C16		0,74		0,50			0,66			0,72	0,34				0,36	

Komşuluk matrisinin nihai hâline getirilmesinin ardından, elde edilen ilişkisel yapı Mental Modeler yazılımı aracılığıyla görselleştirilmiştir. Program arayüzü üzerinden kriterler ile bu kriterler arasındaki yönlü ilişkiler girilmiş, etki dereceleri pozitif veya negatif olacak şekilde atanmıştır. Ardından Şekil 4.2 ‘deki diyagram oluşturmuştur.



Şekil 4.2 : Bilişsel harita diyagramı

Oluşturulan diyagramda faktörlerin birbirleriyle olan ilişkileri yönlü oklarla gösterilmektedir. Mavi oklar pozitif , turuncu oklar ise negatif etkileşimleri temsil etmektedir. Böylece, sistem içerisindeki kavramsal akış ve etkileşim yönleri hem nitel hem de nicel olarak görsel bir düzlemde izlenebilir hâle gelmiştir.

Bu görselleştirme, analiz sürecinde sistemin yapısını bütünsel bir bakış açısıyla değerlendirmeye olanak sağlamaktadır.

4.6 Problemin Analizi

Komşuluk matrisinden elde edilen veriler, sistemin genel işleyişini anlamaya yönelik analizlerde kullanılmıştır. Bu analiz sürecinde, kriterler arasındaki ilişkilerin etkilerini zaman içinde gözlemlemek amacıyla FCMapper yazılımı tercih edilmiştir. Excel tabanlı çalışan bu araç, kavramlar arası etkileşimleri simüle ederek sistemin davranışını ortaya koymakta ve hesaplamaları hızlı bir şekilde gerçekleştirmektedir.

4.7 Hesaplamalar

Bulanık Bilişsel Haritalama (BBH), kavramlar arası nedensel ilişkileri hem yön hem de ağırlık açısından modelleyebilen dinamik bir yapıdır (Kosko, 1986). Bu çalışmada, uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulan komşuluk matrisine dayalı analizler, Excel tabanlı FCMapper yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. FCMapper, BBH

modellerinin sistematik biçimde hesaplanmasını, yorumlanmasını ve görselleştirilmesini sağlayan açık kaynaklı bir analiz aracıdır (Papageorgiou ve Froelich, 2012).

Hesaplama süreci, her kavramın değerinin zaman içinde diğer kavramlardan aldığı etkilerle güncellenmesini içeren iteratif bir yaklaşımla yürütülmektedir. Hesaplamalarda aşağıdaki denklemden yararlanılmıştır: (Asan ve Kadaifçi, 2020)

$$A_i^{(k+1)} = f\left(A_i^k + \sum_{j=1, j \neq i}^n W_{ji} x A_j^k\right) \quad (3.1)$$

Burada:

- A_i^k : k . iterasyonda i . kavramın aktivasyon değeri
- A_j^k : j . kavramın k . iterasyondaki değeri
- W_{ji} : j . kavramının i . kavrama olan etkisini belirten ağırlık
- $f(x)$: sigmoid aktivasyon fonksiyonu olup aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-\lambda x}} \quad (3.6)$$

Sigmoid dönüşüm, kavramların değerlerini $[0, 1]$ aralığında normalize eder ve sistemin kararlı bir yapıya ulaşmasını destekler (Stylios ve Groumpos, 2004). İterasyonlar, ardışık hesaplamalar arasında farkın belirli bir eşik değerin altına düşmesiyle sonlandırılır.

Bu çalışmada sigmoid fonksiyonu tercih edilmiştir. Sigmoid fonksiyon tercih edilme nedeni, hem yumuşak geçişli bir davranış sergilemesi hem de iterasyon sırasında oluşabilecek ani sıçramaların önüne geçmesiyle ilgilidir. Ayrıca sigmoid fonksiyon, sistemin dengeye ulaşmasında kararlı bir yol izler ve aktivasyon düzeylerinin yorumlanabilirliğini artırır. Literatürde de birçok BBH uygulamasında (Stylios ve Groumpos, 2004; Jetter ve Kok, 2014) bu fonksiyonun tercih edildiği gözlemlenmektedir. Özellikle sosyal, ekonomik ve davranışsal sistemlerde sigmoid yapı, insan algısını daha iyi temsil eden doğrusal olmayan geçiş sağlar.

Bu çalışmada, analizlerin gerçekleştirilmesinde FCMapper yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım, hesaplamaların Excel formatına uygun olarak kolayca yürütülmesine olanak

tanıldığı gibi, zaman kısıtı bulunan çalışmalarda süreçlerin daha hızlı tamamlanmasına da katkı sağlamaktadır. FCMapper yazılımı, bu iteratif sürece ek olarak her bir kavram için üç önemli göstergeyi de sunmaktadır:

1. Dışsallık Derecesi (Outdegree): Bir kavramın sistemdeki diğer kavramlara yaptığı toplam etkiyi gösterir. Bu değer, kavramın yönlendirici gücünü temsil eder.

$$\sum_{k=1}^N |W_{ik}| \quad (3.8)$$

2. İçsellik Derecesi (Indegree): Bir kavramın sistemdeki diğer kavramlardan aldığı toplam etkiyi ifade eder. Bu değer, bir kavramın ne ölçüde etkilendiğini gösterir.

$$\sum_{k=1}^N |W_{ki}| \quad (3.9)$$

3. Merkeziyet Derecesi (Centrality): İçsellik ve dışsallık derecelerinin toplamıdır. Kavramın sistem içerisindeki genel önemi ve merkezi rolü bu değerle belirlenir.

$$\sum_{k=1}^N |W_{ik}| + \sum_{k=1}^N |W_{ki}| \quad (3.10)$$

Bu ölçütler, kavramların sistemde nasıl konumlandığını sayısal olarak ortaya koyar. Örneğin yüksek dışsallık değerine sahip bir kavram, sistemin itici gücü olarak yorumlanabilirken; yüksek içsellik değeri, o kavramın birçok faktör tarafından etkilendiğini gösterir. Merkeziyet ise sistem içindeki genel merkeziyeti, yani kavramın hem etki eden hem de etkilenen yönlerini birlikte ele alır.

Bu hesaplamalar sayesinde, sistemdeki temel etkenlerin belirlenmesi ve kavramsal yapının sistematik olarak analiz edilmesi mümkün hale gelmektedir.

4.7.1 Analiz sonuçları

Komşuluk matrisine dayalı olarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda, sistemde yer alan her bir kriterin yapısal konumu ve diğer kriterlerle olan etkileşim düzeyi nicel olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda, kriterlerin ne ölçüde dışarıdan etkilendiğini, diğer

kavramlar üzerinde ne düzeyde etkili olduğunu ve genel sistem içindeki merkezi rollerini ortaya koyan bulgular elde edilmiştir.

İçsellik derecesi, bir kavramın sistem içerisindeki diğer kavramlardan ne ölçüde etkilendiğini nicel olarak ifade eden bir ölçüttür. FCMapper aracılığıyla elde edilen verilere göre içsellik dereceleri Çizelge 4.17 ‘de listelenmiştir.

Çizelge 4.17 : İçsellik dereceleri.

Kriterler	Kriter Adı	İçsellik Derecesi
(C1)	SATIN ALMA FİYATI	4,86
(C2)	ENERJİ MALİYETLERİ (YAKIT TÜKETİMİ)	1,84
(C3)	BAKIM MALİYETLERİ	0,00
(C4)	VERGİ TEŞVİKLERİ VE İNDİRİMLER	1,12
(C5)	MENZİL	0,86
(C6)	ŞARJ SÜRESİ	0,92
(C7)	ŞARJ ALTYAPISI VE TEKNOLOJİSİ	0,88
(C8)	PERFORMANS	0,54
(C9)	GÜVENLİK	0,00
(C10)	ÇEVRE DOSTU OLMASI	1,50
(C11)	PRESTİJ VE İMAJ	4,32
(C12)	KONFOR	2,58
(C13)	SESSİZ ÇALIŞMASI	0,00
(C14)	DEMOGRAFİK NEDENLER	0,00
(C15)	KULLANICI TECRÜBE VE YORUMLARI	7,00
(C16)	YENİLENEBİLİR ENERJİ ENTEGRASYONU	3,26

Sistemde en yüksek içsellik derecesine sahip kriter Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları (C15) olmuştur. Bu durum, söz konusu kriterin sistemin geri kalanından yoğun biçimde etkilendiğini ve genel yapı içerisinde bir çıktı kavramı olarak konumlandığını göstermektedir.

İkinci sırada yer alan Prestij ve İmaj (C11) ve üçüncü sıradaki Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu (C16) da sistemin geri kalan dinamiklerinden güçlü biçimde etkilenen kriterler arasında yer almaktadır.

Dışsallık derecesi, bir kavramın sistemdeki diğer kavramlar üzerindeki toplam etkisini ifade eden bir göstergedir. Dışsallık dereceleri Çizelge 4.18 ‘de listelenmiştir.

Çizelge 4.18 : Dışsallık dereceleri.

Kriterler	Kriter Adı	Dışsallık Derecesi
(C1)	SATIN ALMA FİYATI	0,00
(C2)	ENERJİ MALİYETLERİ (YAKIT TÜKETİMİ)	0,94
(C3)	BAKIM MALİYETLERİ	0,56
(C4)	VERGİ TEŞVİKLERİ VE İNDİRİMLER	2,24
(C5)	MENZİL	2,46
(C6)	ŞARJ SÜRESİ	1,62
(C7)	ŞARJ ALTYAPISI VE TEKNOLOJİSİ	3,86
(C8)	PERFORMANS	3,58
(C9)	GÜVENLİK	2,08
(C10)	ÇEVRE DOSTU OLMASI	2,90
(C11)	PRESTİJ VE İMAJ	1,10
(C12)	KONFOR	1,62
(C13)	SESSİZ ÇALIŞMASI	1,72
(C14)	DEMOGRAFİK NEDENLER	0,68
(C15)	KULLANICI TECRÜBE VE YORUMLARI	1,00
(C16)	YENİLENEBİLİR ENERJİ ENTEGRASYONU	3,32

Analiz sonuçlarına göre, sistemde en yüksek dışsallık derecesine sahip kriter Şarj Altyapısı ve Teknolojisi (C7) olmuştur. Bu durum, şarj altyapısının sistemin diğer birçok bileşenini etkileyen temel bir kavram olduğunu göstermektedir. Bu kavramı sırasıyla Performans (C8) ve Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu (C16) takip etmektedir. Her iki kriter de teknik ve çevresel boyutlarıyla sistemin işleyişini yönlendiren anahtar değişkenlerdir.

Merkeziyet derecesi, bir kavramın sistem içerisindeki genel etkisini ve etkilenebilirliğini birlikte değerlendiren bir ölçüttür. Bu değer, içsellik ve dışsallık derecelerinin toplamı olarak hesaplanmakta ve kavramın sistemdeki yapısal ağırlığını ortaya koymaktadır. Merkeziyet dereceleri değerleri Çizelge 4.19 ‘da listelenmiştir.

Çizelge 4.19 : Merkeziyet dereceleri.

Kriterler	Kriter Adı	Merkeziyet Derecesi
(C1)	SATIN ALMA FİYATI	4,86
(C2)	ENERJİ MALİYETLERİ (YAKIT TÜKETİMİ)	2,78
(C3)	BAKIM MALİYETLERİ	0,56
(C4)	VERGİ TEŞVİKLERİ VE İNDİRİMLER	3,36
(C5)	MENZİL	3,32
(C6)	ŞARJ SÜRESİ	2,54
(C7)	ŞARJ ALTYAPISI VE TEKNOLOJİSİ	4,74
(C8)	PERFORMANS	4,12
(C9)	GÜVENLİK	2,08
(C10)	ÇEVRE DOSTU OLMASI	4,40
(C11)	PRESTİJ VE İMAJ	5,42
(C12)	KONFOR	4,20
(C13)	SESSİZ ÇALIŞMASI	1,72
(C14)	DEMOGRAFİK NEDENLER	0,68
(C15)	KULLANICI TECRÜBE VE YORUMLARI	8,00
(C16)	YENİLENEBİLİR ENERJİ ENTEGRASYONU	6,58

Analiz sonuçlarına göre en yüksek merkeziyet derecesi Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları (C15) kavramına aittir. Bu durum, söz konusu kriterin hem birçok farklı kavram tarafından etkilendiğini hem de sistemin genel çıktılarından biri olarak merkezi bir konumda yer aldığını göstermektedir. İkinci sırada yer alan Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu (C16) ve üçüncü sıradaki Prestij ve İmaj (C11) kavramları da hem teknik hem de sosyal etki düzlemlerinde sistemin merkezinde bulunan önemli bileşenlerdir.

FCMapper yazılımı aracılığıyla yapılan analiz sonucunda, kavramların sistem içindeki yönlü ilişkilerine göre sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma sonuçlarına göre:

- 4 kavram yalnızca dışsallık değerine sahip olup verici (transmitter),
- 1 kavram yalnızca içsellik değerine sahip olup alıcı (receiver),
- 11 kavram ise hem içsellik hem dışsallık değeri taşıyarak sıradan (ordinary) kavram olarak tanımlanmıştır.

Bu sınıflandırma, kavramların sistemdeki yönsel rollerini ve etkileşim yapılarını göstermektedir. Konseptlerin sınıflarına ait tablo Çizelge 4.20 ‘ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.20 : Konseptlerin sınıflandırılması.

Verici	Alıcı	Sıradan
BAKIM MALİYETLERİ (C3)	SATIN ALMA FİYATI (C1)	ENERJİ MALİYETLERİ (YAKIT TÜKETİMİ) (C2)
GÜVENLİK (C9)		VERGİ TEŞVİKLERİ VE İNDİRİMLER (C4)
SESSİZ ÇALIŞMASI (C13)		MENZİL (C5)
DEMOGRAFİK NEDENLER (C14)		ŞARJ SÜRESİ (C6)
		ŞARJ ALTYAPISI VE TEKNOLOJİSİ (C7)
		PERFORMANS (C8)
		ÇEVRE DOSTU OLMASI (C10)
		PRESTİJ VE İMAJ (C11)
		KONFOR (C12)
		KULLANICI TECRÜBE VE YORUMLARI (C15)
		YENİLENEBİLİR ENERJİ ENTEGRASYONU (C16)

İteratif hesaplamalar sonucunda her bir kriter dengeye ulaşmıştır. Elde edilen denge değerleri, her bir kriterin sistemin kararlı hâlindeki göreceli önemini ve etkinliğini nicel olarak göstermektedir. Denge değerleri Çizelge 4.21 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21 : Kriterlerin denge değerleri.

Kriterler	Kriter Adı	Denge Değeri
(C1)	SATIN ALMA FİYATI	0,124
(C2)	ENERJİ MALİYETLERİ (YAKIT TÜKETİMİ)	0,867
(C3)	BAKIM MALİYETLERİ	0,659
(C4)	VERGİ TEŞVİKLERİ VE İNDİRİMLER	0,867
(C5)	MENZİL	0,437
(C6)	ŞARJ SÜRESİ	0,833
(C7)	ŞARJ ALTYAPISI VE TEKNOLOJİSİ	0,841
(C8)	PERFORMANS	0,744
(C9)	GÜVENLİK	0,659
(C10)	ÇEVRE DOSTU OLMASI	0,852
(C11)	PRESTİJ VE İMAJ	0,982
(C12)	KONFOR	0,942
(C13)	SESSİZ ÇALIŞMASI	0,659
(C14)	DEMOGRAFİK NEDENLER	0,659
(C15)	KULLANICI TECRÜBE VE YORUMLARI	0,999
(C16)	YENİLENEBİLİR ENERJİ ENTEGRASYONU	0,961

Yapılan analiz sonucunda, Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları (C15) kavramı sistemde en yüksek denge değerine ulaşarak en etkili ve baskın kavram olarak öne çıkmıştır. Bu kavramı, Prestij ve İmaj (C11), Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu (C16) ve Konfor (C12) gibi daha çok kullanıcı algısı ve sürdürülebilirlik odaklı kavramlar takip etmektedir.

İteratif hesaplamalar sürecinde her kavram, sistemdeki etkileşim yapısına bağlı olarak farklı sayıda adımda kararlılık düzeyine ulaşmıştır. Yapılan işlemler sonucunda kavramlar 20 ile 25 iterasyon arasında dengeye ulaşmıştır. Her bir kriterin denge değerine ulaşmaya kadar uygulanan iterasyon sayısı Çizelge 4.22 ‘ de listelenmiştir.

Çizelge 4.22 : Kriterlerin iterasyon sayısı.

Kriterler	Kriter Adı	İterasyon Sayıları
(C1)	SATIN ALMA FİYATI	25
(C2)	ENERJİ MALİYETLERİ (YAKIT TÜKETİMİ)	22
(C3)	BAKIM MALİYETLERİ	24
(C4)	VERGİ TEŞVİKLERİ VE İNDİRİMLER	23
(C5)	MENZİL	25
(C6)	ŞARJ SÜRESİ	20
(C7)	ŞARJ ALTYAPISI VE TEKNOLOJİSİ	22
(C8)	PERFORMANS	24
(C9)	GÜVENLİK	24
(C10)	ÇEVRE DOSTU OLMASI	22
(C11)	PRESTİJ VE İMAJ	20
(C12)	KONFOR	23
(C13)	SESSİZ ÇALIŞMASI	24
(C14)	DEMOGRAFİK NEDENLER	24
(C15)	KULLANICI TECRÜBE VE YORUMLARI	21
(C16)	YENİLENEBİLİR ENERJİ ENTEGRASYONU	22

En erken dengeye ulaşan kavramlar arasında Konsept-6 (C6) ve Konsept-11 (C11) yer alırken, Konsept-1 (C1) ve Konsept-5 (C5) gibi bazı kavramlar için bu süreç 25 iterasyona kadar sürmüştür.

4.8 Senaryo Analizleri

Kriterler arasındaki nedensel ilişkilerin sistem üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı bir biçimde incelemek amacıyla senaryo analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde, sistemin kararlı hâlindeki denge değerleri referans alınarak, her bir kriter için ayrı ayrı senaryolar oluşturulmuştur. Her senaryoda ilgili kriterin değeri maksimum ve minimum olacak şekilde iki senaryoyla değiştirilmiş, bu değişimin sistemin diğer bileşenlerine olan yansımaları analiz edilmiştir.

Değişimi değerlendirilen kriterin artış ve azalış durumlarındaki yeniden hesaplanmış sonuçları ve bu sonuçların yüzde değişim değerleri tablolarda verilmiştir.

Senaryo analizleri, kriterler üzerinde yapılan yapay değişikliklerin sistemin genel yapısını nasıl etkilediğini ortaya koymakta ve karar vericilere sistemin duyarlılık düzeyi hakkında bilgi sunmaktadır.

Tüm senaryo sonuçları Çizelge 4.23 ile Çizelge 4.39 arasında gösterilmiştir.

4.8.1 Senaryo-1: satın alma fiyatı

Çizelge 4.23 : Satın alma fiyatı kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)	1,00	0,00	0,124	1,000	0,000	705,62%	-100,00%
(C2)			0,867	0,867	0,867	0,00%	0,00%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,867	0,867	0,00%	0,00%
(C5)			0,437	0,437	0,437	0,00%	0,00%
(C6)			0,833	0,833	0,833	0,00%	0,00%
(C7)			0,841	0,841	0,841	0,00%	0,00%
(C8)			0,744	0,744	0,744	0,00%	0,00%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,852	0,852	0,00%	0,00%
(C11)			0,982	0,982	0,982	0,00%	0,00%
(C12)			0,942	0,942	0,942	0,00%	0,00%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,999	0,00%	0,00%
(C16)			0,961	0,961	0,961	0,00%	0,00%

Satın alma fiyatındaki değişimlerin diğer kriterler üzerinde etkisi olmadığı gözlemlenmektedir.

4.8.2 Senaryo-2: enerji maliyetleri (yakıt tüketimi)

Çizelge 4.24 : Enerji maliyetleri (yakıt tüketimi) kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,126	0,112	1,63%	-10,15%
(C2)	1,000	0,000	0,867	1,000	0,000	15,37%	-100,00%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,867	0,870	-0,06%	0,33%
(C5)			0,437	0,419	0,556	-4,11%	27,32%
(C6)			0,833	0,833	0,833	0,00%	0,02%
(C7)			0,841	0,841	0,842	-0,02%	0,12%
(C8)			0,744	0,743	0,753	-0,18%	1,19%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,847	0,880	-0,57%	3,30%
(C11)			0,982	0,982	0,983	-0,02%	0,10%
(C12)			0,942	0,942	0,944	-0,03%	0,22%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,998	0,999	0,00%	0,02%
(C16)			0,961	0,959	0,970	-0,17%	0,96%

Senaryo-2’de C2 kriteri sistemde değiştirilmiş; diğer kriterlerin denge değerlerinde oluşan değişimler gözlemlenmiştir. Artış senaryosunda C5 kriterinde %4,11 azalma, azalış senaryosunda ise %27,30 artış meydana gelmiştir. Diğer tüm kavramlarda değişim oranı ihmal edilebilir düzeydedir.

4.8.3 Senaryo-3: bakım maliyetleri

Çizelge 4.25 : Bakım maliyetleri kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,115	0,143	-7,05%	15,13%
(C2)			0,867	0,867	0,867	0,00%	0,00%
(C3)	1,00	0	0,659	1,000	0,000	51,73%	-100,00%
(C4)			0,867	0,867	0,867	0,00%	0,00%
(C5)			0,437	0,437	0,437	0,00%	0,00%
(C6)			0,833	0,833	0,833	0,00%	0,00%
(C7)			0,841	0,841	0,841	0,00%	0,00%
(C8)			0,744	0,744	0,744	0,00%	0,00%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,852	0,852	0,00%	0,00%
(C11)			0,982	0,979	0,985	-0,23%	0,37%
(C12)			0,942	0,942	0,942	0,00%	0,00%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,999	0,00%	0,00%
(C16)			0,961	0,961	0,961	0,00%	0,00%

Senaryo-3'te C3 kriteri değiştirilmiştir. Kriterlerden yalnızca C1'de anlamlı değişim gözlemlenmiş; artış senaryosunda %7,05 azalma, azalış senaryosunda %15,13 artış meydana gelmiştir.

4.8.4 Senaryo-4: vergi teşvikleri ve indirimler

Çizelge 4.26 : Vergi teşvikleri ve indirimler kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,139	0,058	12,09%	-52,88%
(C2)			0,867	0,867	0,863	0,06%	-0,48%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)	1,00	0	0,867	1,000	0,000	15,32%	-100,00%
(C5)			0,437	0,436	0,437	-0,02%	0,19%
(C6)			0,833	0,834	0,828	0,08%	-0,64%
(C7)			0,841	0,846	0,806	0,56%	-4,18%
(C8)			0,744	0,745	0,743	0,03%	-0,24%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,852	0,848	0,06%	-0,48%
(C11)			0,982	0,982	0,981	0,01%	-0,05%
(C12)			0,942	0,942	0,941	0,02%	-0,12%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,997	0,01%	-0,11%
(C16)			0,961	0,964	0,936	0,29%	-2,59%

Senaryo-4'te C4 kriteri değiştirilmiştir. Bu senaryo sonucunda diğer kriterlerden yalnızca C1'de anlamlı değişim gözlemlenmiş; artış senaryosunda %12,09 artış, azalış senaryosunda %52,88 azalma meydana gelmiştir. Diğer kriterlerde anlamlı bir değişim oluşmamıştır.

4.8.5 Senaryo-5: menzil

Çizelge 4.27 : Menzil kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,076	0,181	-38,61%	45,55%
(C2)			0,867	0,865	0,869	-0,23%	0,20%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,867	0,867	0,00%	0,00%
(C5)	1,00	0	0,437	1,000	0,000	129,05%	-100,00%
(C6)			0,833	0,833	0,833	0,00%	0,00%
(C7)			0,841	0,841	0,841	0,01%	-0,01%
(C8)			0,744	0,784	0,710	5,31%	-4,64%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,852	0,852	0,01%	-0,01%
(C11)			0,982	0,985	0,979	0,31%	-0,29%
(C12)			0,942	0,951	0,934	0,94%	-0,85%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,998	0,06%	-0,07%
(C16)			0,961	0,961	0,960	0,05%	-0,05%

Senaryo-5'te C5 kriteri değiştirilmiştir. Diğer kriterlerden C1'de artış senaryosunda %38,61 azalma, azalış senaryosunda %45,55 artış; C8'de ise artış senaryosunda %5,31 artış, azalış senaryosunda %4,64 azalma meydana gelmiştir. Diğer kriterlerde anlamlı bir değişim oluşmamıştır.

4.8.6 Senaryo-6: şarj süresi

Çizelge 4.28 : Şarj süresi kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,117	0,168	-5,94%	35,73%
(C2)			0,867	0,867	0,866	0,02%	-0,10%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,867	0,867	0,01%	-0,07%
(C5)			0,437	0,437	0,437	0,00%	0,03%
(C6)	1,00	0,00	0,833	1,000	0,000	20,05%	-100,00%
(C7)			0,841	0,841	0,840	0,02%	-0,10%
(C8)			0,744	0,744	0,744	0,00%	0,00%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,852	0,851	0,02%	-0,10%
(C11)			0,982	0,982	0,981	0,00%	-0,03%
(C12)			0,942	0,947	0,914	0,47%	-3,00%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,998	0,01%	-0,09%
(C16)			0,961	0,962	0,953	0,15%	-0,83%

Senaryo-6’da C6 kriteri değiştirilmiştir. Diğer kriterlerden yalnızca C1’de anlamlı değişim gözlemlenmiş; artış senaryosunda %5,94 azalma, azalış senaryosunda %35,73 artış meydana gelmiştir. Diğer kriterlerde anlamlı bir değişim oluşmamıştır.

4.8.7 Senaryo-7: şarj altyapısı ve teknolojisi

Çizelge 4.29 : Şarj altyapısı ve teknoloji kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,122	0,138	-1,46%	10,97%
(C2)			0,867	0,874	0,821	0,83%	-5,33%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,868	0,861	0,10%	-0,66%
(C5)			0,437	0,434	0,449	-0,49%	2,95%
(C6)			0,833	0,855	0,659	2,66%	-20,88%
(C7)	1,00	0,00	0,841	1,000	0,000	18,90%	-100,00%
(C8)			0,744	0,752	0,699	1,07%	-6,09%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,859	0,806	0,86%	-5,39%
(C11)			0,982	0,983	0,974	0,12%	-0,79%
(C12)			0,942	0,947	0,907	0,49%	-3,68%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,997	0,02%	-0,17%
(C16)			0,961	0,965	0,931	0,40%	-3,10%

Senaryo-7’de C7 kriteri değiştirilmiştir. Diğer kriterlerden C1’de azalış senaryosunda %10,97 artış; C6’da azalış senaryosunda %20,88 azalma; C8’de azalış senaryosunda %6,09 azalma; C10’da azalış senaryosunda %5,39 azalma gözlemlenmiştir. Diğer kriterlerde anlamlı bir değişim oluşmamıştır.

4.8.8 Senaryo-8: performans

Çizelge 4.30 : Performans kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,108	0,187	-13,24%	50,37%
(C2)			0,867	0,853	0,900	-1,57%	3,81%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,867	0,866	0,03%	-0,10%
(C5)			0,437	0,402	0,541	-7,86%	23,82%
(C6)			0,833	0,833	0,833	0,01%	-0,02%
(C7)			0,841	0,841	0,840	0,04%	-0,13%
(C8)	1,00	0,00	0,744	1,000	0,000	34,33%	-100,00%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,853	0,850	0,09%	-0,27%
(C11)			0,982	0,984	0,973	0,23%	-0,88%
(C12)			0,942	0,948	0,920	0,66%	-2,40%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,998	0,02%	-0,10%
(C16)			0,961	0,964	0,950	0,32%	-1,08%

Senaryo-8’de C8 kriteri değiştirilmiştir. Diğer kriterlerden C1’de artış senaryosunda %13,24 azalma, azalış senaryosunda %50,37 artış; C5’te artış senaryosunda %7,86 azalma, azalış senaryosunda %23,82 artış; C2’de azalış senaryosunda %3,81 artış meydana gelmiştir. Diğer kriterlerde anlamlı bir değişim oluşmamıştır.

4.8.9 Senaryo-9: güvenlik

Çizelge 4.31 : Güvenlik kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,104	0,175	-16,30%	40,68%
(C2)			0,867	0,867	0,867	0,00%	0,00%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,867	0,867	0,00%	0,00%
(C5)			0,437	0,437	0,437	0,00%	0,00%
(C6)			0,833	0,833	0,833	0,00%	0,00%
(C7)			0,841	0,841	0,841	0,00%	0,00%
(C8)			0,744	0,744	0,744	0,00%	0,00%
(C9)	1,00	0,00	0,659	1,000	0,000	51,73%	-100,00%
(C10)			0,852	0,852	0,852	0,00%	0,00%
(C11)			0,982	0,985	0,974	0,30%	-0,74%
(C12)			0,942	0,947	0,931	0,52%	-1,14%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,997	0,04%	-0,11%
(C16)			0,960821	0,960825	0,960811	0,00%	0,00%

Senaryo-9’da C9 kriteri değiştirilmiştir. Diğer kriterlerden yalnızca C1’de anlamlı değişim gözlemlenmiş; artış senaryosunda %16,30 azalma, azalış senaryosunda %40,68 artış meydana gelmiştir. Diğer kriterlerde anlamlı bir değişim oluşmamıştır.

4.8.10 Senaryo-10: çevre dostu olması

Çizelge 4.32 : Çevre dostu olması kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,121	0,137	-2,13%	10,69%
(C2)			0,867	0,874	0,815	0,84%	-6,01%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,879	0,775	1,35%	-10,67%
(C5)			0,437	0,436	0,444	-0,23%	1,63%
(C6)			0,833	0,833	0,832	0,02%	-0,13%
(C7)			0,841	0,842	0,834	0,10%	-0,89%
(C8)			0,744	0,744	0,745	0,00%	0,02%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)	1,00	0,00	0,852	1,000	0,000	17,38%	-100,00%
(C11)			0,982	0,983	0,972	0,13%	-0,98%
(C12)			0,942	0,942	0,942	0,00%	-0,01%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,998	0,01%	-0,08%
(C16)			0,961	0,965	0,920	0,47%	-4,29%

Senaryo-10'da C10 kriteri değiştirilmiştir. Diğer kriterlerden yalnızca C1'de azalış senaryosunda %10,69 artış; C2'de %6,01 azalma; C4'te %10,67 azalma ve C16'da %4,29 azalma meydana gelmiştir.

4.8.11 Senaryo-11: prestij ve imaj

Çizelge 4.33 : Prestij ve imaj kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,123	0,169	-0,57%	35,86%
(C2)			0,867	0,867	0,867	0,00%	0,00%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,867	0,867	0,00%	0,00%
(C5)			0,437	0,437	0,437	0,00%	0,00%
(C6)			0,833	0,833	0,833	0,00%	0,00%
(C7)			0,841	0,841	0,841	0,00%	0,00%
(C8)			0,744	0,744	0,744	0,00%	0,00%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,852	0,852	0,00%	0,00%
(C11)	1,00	0,00	0,982	1,000	0,000	1,87%	-100,00%
(C12)			0,942	0,942	0,942	0,00%	0,00%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,997	0,00%	-0,17%
(C16)			0,961	0,961	0,961	0,00%	0,00%

Senaryo-11’de C11 kriteri değiştirilmiştir. Diğer kriterlerden yalnızca C1’de azalış senaryosunda %35,86 artış meydana gelmiştir. Artış senaryosunda ve diğer kriterlerde anlamlı bir değişim oluşmamıştır.

4.8.12 Senaryo-12: konfor

Çizelge 4.34 : Konfor kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,121	0,193	-2,71%	55,51%
(C2)			0,867	0,867	0,867	0,00%	0,00%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,867	0,867	0,00%	0,00%
(C5)			0,437	0,437	0,437	0,00%	0,00%
(C6)			0,833	0,833	0,833	0,00%	0,00%
(C7)			0,841	0,841	0,841	0,00%	0,00%
(C8)			0,744	0,744	0,744	0,00%	0,00%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,852	0,852	0,00%	0,00%
(C11)			0,982	0,982	0,974	0,04%	-0,76%
(C12)	1,00	0,00	0,942	1,000	0,000	6,15%	-100,00%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,997	0,01%	-0,16%
(C16)			0,961	0,961	0,961	0,00%	0,00%

Senaryo-12’de C12 kriteri değiştirilmiştir. Diğer kriterlerden yalnızca C1’de azalış senaryosunda %55,51 artış meydana gelmiştir. Artış senaryosunda ve diğer kriterlerde anlamlı bir değişim oluşmamıştır.

4.8.13 Senaryo-13: sessiz çalışması

Çizelge 4.35 : Sessiz çalışması kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,123	0,127	-0,77%	1,99%
(C2)			0,867	0,867	0,866	0,06%	-0,13%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,868	0,865	0,10%	-0,22%
(C5)			0,437	0,437	0,437	-0,02%	0,04%
(C6)			0,833	0,833	0,833	0,00%	0,00%
(C7)			0,841	0,841	0,841	0,01%	-0,02%
(C8)			0,744	0,744	0,744	0,00%	0,00%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,862	0,830	1,23%	-2,63%
(C11)			0,982	0,984	0,976	0,24%	-0,59%
(C12)			0,942	0,954	0,911	1,24%	-3,33%
(C13)	1,00	0,00	0,659	1,000	0,000	51,73%	-100,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,998	0,02%	-0,06%
(C16)			0,961	0,961	0,960	0,04%	-0,08%

Senaryo-13'te C13 kriteri değiştirilmiştir. Diğer kriterlerden yalnızca C12'de azalış senaryosunda %3,33 oranında azalma meydana gelmiştir. Artış senaryosunda ve diğer kriterlerde anlamlı bir değişim oluşmamıştır.

4.8.14 Senaryo-14: demografik nedenler

Çizelge 4.36 : Demografik nedenler kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,109	0,158	-11,97%	27,69%
(C2)			0,867	0,867	0,866	0,05%	-0,11%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,867	0,866	0,03%	-0,07%
(C5)			0,437	0,437	0,437	-0,01%	0,03%
(C6)			0,833	0,833	0,833	0,01%	-0,02%
(C7)			0,841	0,841	0,840	0,05%	-0,11%
(C8)			0,744	0,744	0,744	0,00%	0,00%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,852	0,851	0,05%	-0,11%
(C11)			0,982	0,982	0,982	0,00%	-0,01%
(C12)			0,942	0,942	0,942	0,00%	0,00%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)	1,00	0,00	0,659	1,000	0,000	51,73%	-100,00%
(C15)			0,999	0,999	0,999	0,00%	0,00%
(C16)			0,961	0,965	0,952	0,40%	-0,90%

Senaryo-14'te C14 kriteri değiştirilmiştir. Diğer kriterlerden yalnızca C1'de artış senaryosunda %11,97 azalma, azalış senaryosunda %27,69 artış meydana gelmiştir. Diğer kriterlerde anlamlı bir değişim oluşmamıştır.

4.8.15 Senaryo-15: kullanıcı tecrübe ve yorumları

Çizelge 4.37 : Kullanıcı tecrübe ve yorumları kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,124	0,125	0,00%	0,61%
(C2)			0,867	0,867	0,866	0,00%	-0,13%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,867	0,866	0,00%	-0,09%
(C5)			0,437	0,437	0,437	0,00%	0,04%
(C6)			0,833	0,833	0,833	0,00%	-0,02%
(C7)			0,841	0,841	0,840	0,00%	-0,13%
(C8)			0,744	0,744	0,744	0,00%	-0,01%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,852	0,851	0,00%	-0,13%
(C11)			0,982	0,982	0,961	0,00%	-2,14%
(C12)			0,942	0,942	0,942	0,00%	0,00%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)	1,00	0,00	0,999	1,000	0,000	0,15%	-100,00%
(C16)			0,961	0,961	0,950	0,00%	-1,11%

Senaryo-15'te C15 kriteri değiştirilmiştir. Diğer kriterlerde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir.

4.8.16 Senaryo-16: yenilenebilir enerji entegrasyonu

Çizelge 4.38 : Yenilenebilir enerji entegrasyonu kriteri senaryosu.

Konseptler	Artış Senaryosu	Azalış Senaryosu	Referans Değerleri	Sonuçlar- Artış Senaryosu	Sonuçlar- Azalış Senaryosu	Yüzde Değişim - Artış Senaryosu	Yüzde Değişim - Azalış Senaryosu
(C1)			0,124	0,124	0,117	0,16%	-5,34%
(C2)			0,867	0,871	0,714	0,47%	-17,61%
(C3)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C4)			0,867	0,870	0,771	0,33%	-11,10%
(C5)			0,437	0,436	0,458	-0,13%	5,00%
(C6)			0,833	0,834	0,812	0,07%	-2,55%
(C7)			0,841	0,845	0,706	0,48%	-16,07%
(C8)			0,744	0,745	0,739	0,02%	-0,72%
(C9)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C10)			0,852	0,856	0,714	0,48%	-16,23%
(C11)			0,982	0,982	0,972	0,03%	-1,03%
(C12)			0,942	0,942	0,938	0,01%	-0,42%
(C13)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C14)			0,659	0,659	0,659	0,00%	0,00%
(C15)			0,999	0,999	0,997	0,00%	-0,11%
(C16)	1,00	0,00	0,961	1,000	0,000	4,08%	-100,00%

Senaryo-16’da C16 kriteri değiştirilmiştir. Diğer kriterlerden C1, C2, C4, C5, C7 ve C10’da azalış senaryosuna bağlı olarak sırasıyla %5,34, %17,61, %11,10, %5,00, %16,07 ve %16,23 oranlarında değişim gözlemlenmiştir. Artış senaryosunda anlamlı bir değişim oluşmamıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, elektrikli araç tercihini etkileyen kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterler arasındaki etkileşimlerin modellenmesi amacıyla Bulanık Bilişsel Haritalama yöntemini kullanarak hem bütüncül bir bakış açısı sunmuş hem de sistem tepkilerini analiz edebilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda kriterlerin sistem içerisindeki göreceli önemleri hem denge değerleri hem de merkezilik, içsellik ve dışsallık gibi BBH'ye özgü göstergeler üzerinden değerlendirilmiştir. Denge değerleri baz alındığında, kriterlerin sistemdeki toplam etkisini yansıtan öncelik sıralaması aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

1. Kullanıcı Tecrübe ve Yorumları (C15)
2. Prestij ve İmaj (C11)
3. Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu (C16)
4. Konfor (C12)
5. Vergi Teşvikleri ve İndirimler (C4)
6. Enerji Maliyetleri (C2)
7. Çevre Dostu Olması (C10)
8. Şarj Altyapısı ve Teknolojisi (C7)
9. Şarj Süresi (C6)
10. Performans (C8)
11. Bakım Maliyetleri (C3)
12. Güvenlik (C9)
13. Sessiz Çalışması (C13)
14. Demografik Nedenler (C14)
15. Menzil (C5)
16. Satın Alma Fiyatı (C1)

Bu sonuçlar, elektrikli araç tercihlerinin sadece teknik değil, aynı zamanda sosyal ve çevresel boyutlarla şekillendiğini ortaya koymaktadır. Buna karşılık, Satın Alma Fiyatı (C1) gibi kriterler düşük denge değerine sahip olmakla birlikte senaryo analizlerinde

birçok faktörden doğrudan etkilendiği tespit edilmiştir. Bu durum, fiyatın tercih sürecinde nihai bir sonuç değişkeni olduğunu göstermektedir. Şarj Altyapısı ve Teknolojisi (C7) ve Performans (C8) gibi kriterler ise yüksek dışsallık değerleriyle sistemin yönlendirici bileşenleri arasında yer almıştır.

Bu çalışmada BBH yönteminin tercih edilmesinin başlıca nedeni, kriterler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini yönlü, ağırlıklı ve zaman bağımlı biçimde modelleyebilmesidir. Geleneksel çok kriterli karar verme yöntemleri (AHP, TOPSIS, ELECTRE vb.) çoğunlukla kriterler arası bağımsızlık varsayımına dayanmakta, bu da sistemin içsel dinamiklerini ihmal etmelerine neden olmaktadır. Oysa BBH, kavramlar arasındaki çift yönlü ilişkileri dikkate alarak sistemin yapısını daha gerçekçi biçimde yansıtabilmekte ve zamana bağlı davranışları simüle edebilmektedir. Ayrıca uzman görüşlerinden elde edilen bulanık bilgileri işleyebilme yeteneği ile belirsizlik içeren sistemlerde daha esnek bir modelleme imkânı sunmaktadır.

Nitekim, BBH yöntemi çevre politikaları, akıllı şehir planlaması, tüketici davranışları, gıda israfı ve enerji verimliliği gibi birçok alanda kullanılmış; özellikle çok değişkenli ve ilişkisel yapıların modellenmesinde klasik yöntemlere göre daha açıklayıcı sonuçlar üretmiştir (Papageorgiou ve Salmeron, 2013). Bu tez, BBH yönteminin elektrikli araç tercihi bağlamında uygulanması açısından literatürdeki sınırlı çalışmalara önemli bir katkı sunmaktadır. Teknik, sosyal ve çevresel kriterlerin bir arada değerlendirilmesi, bu çalışmayı mevcut BBH uygulamalarından ayırmakta ve özgünlük kazandırmaktadır.

Her ne kadar BBH yöntemi sistemin yapısal ilişkilerini başarıyla modelleyebilse de, bazı sınırlılıkları da beraberinde getirmektedir. Öncelikle model, uzman görüşlerine dayalı olarak oluşturulduğundan öznel yargılara açıktır. Ayrıca kriter sayısının fazlalığı, modelin görsel olarak karmaşıklaşmasına neden olmuş; ancak bu durum, elektrikli araç tercihinin çok boyutlu doğasını temsil etmek adına gerekli görülmüştür. Kriter sayısını azaltmak, modelin gerçekliğini sınırlayabileceğinden bu yaklaşım tercih edilmemiştir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, gelecekte yapılabilecek çalışmalara yönelik bazı öneriler sunulabilir. Bu çalışmada kullanılan BBH modeli, otomotiv sektöründe yer alan farklı aktörlerin, özellikle üretim ve pazarlama alanlarında

Çalışanlar ile elektrikli araç kullanıcılarının, görüşlerine dayanmaktadır. Bu kapsam, çalışmanın genel eğilimleri ve sistemsal ilişkileri ortaya koyma açısından güçlü bir temel sunmaktadır. Ancak modelin, daha hedefe yönelik segment grupları üzerinde uygulanması durumunda daha spesifik ve derinlemesine sonuçlara ulaşmak mümkün olabilir. Örneğin sadece elektrikli araç kullanıcılarından, potansiyel kullanıcılardan veya kamu yöneticilerinden vb. oluşan gruplar üzerinde ayrı BBH modelleri geliştirilerek, bu grupların algıladıkları sistem yapısı analiz edilebilir. Böylece, her segmentin elektrikli araçlara yönelik farklı bakış açıları, önceliklendirdiği kriterler ve algısal ilişkileri daha açık biçimde ortaya konabilir. Bu tür çalışmalar, özellikle pazarlama stratejileri, politika önerileri ve ürün geliştirme süreçlerinin daha kişiselleştirilmiş ve etkili hâle getirilmesinde önemli katkılar sağlayacaktır.

Çalışma, hibrid modellemelerle (örneğin BBH + AHP veya BBH + DEMATEL) zenginleştirilebilir. Uzman görüşü yerine, veriye dayalı öğrenme algoritmaları ile BBH modelinin ağırlıkları optimize edilebilir. Bu alışma, politika yapıcılar için bir karar destek sistemine entegre edilebilir; teşvik modelleri ve altyapı yatırımları gibi senaryolar test edilebilir. Ayrıca, zamana bağlı uzun dönemli senaryo analizleri yapılarak kullanıcı davranışlarındaki değişimler izlenebilir (Papageorgiou ve Salmeron, 2013).



KAYNAKLAR

- Alanazi, F.** (2023). Electric Vehicles: Benefits, Challenges, and Potential Solutions for Widespread Adaptation. *Applied Sciences*, 13(6016), 1-23.
- Aravena, C., & Denny, E.** (2021). The impact of learning and short-term experience on preferences for electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 152, 111656.
- Asan, U., & Kadaifçi, Ç.** (2020). A new product positioning approach based on fuzzy cognitive mapping. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(2), 1047-1061
- Axelrod, R.** (1976). Structure of decision: The cognitive maps of political elites. *Princeton University Press*.
- Bjerkan, K. Y., Nørbech, T. E., & Nordtømme, M. E.** (2016). Incentives for promoting Battery Electric Vehicle (BEV) adoption in Norway. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 43, 169-180.
- Cairns, E. J., & Albertus, P.** (2010). Batteries for Electric and Hybrid-Electric Vehicles. *Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering*, 1, 299-320.
- Cañigüeral, M., & Meléndez, J.** (2021). Flexibility management of electric vehicles based on user profiles: The Arnhem case study. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 133, 107195.
- Chan, C. C.** (1993). An overview of electric vehicle technology. *Proceedings of the IEEE*, 81(9), 1202-1213.
- Chawla, U., Mohnot, R., Mishra, V., Singh, H. V., & Singh, A. K.** (2023). Factors Influencing Customer Preference and Adoption of Electric Vehicles in India: A Journey towards More Sustainable Transportation. *Sustainability*, 15(7020), 1-15.
- Colantonio, A.** (2009). Social sustainability: A review and critique of traditional versus emerging themes and assessment methods. In M. Horner, A. Price, J. Bebbington, & R. Emmanuel (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on Whole Life Urban Sustainability and its Assessment* (pp. 865-885). Loughborough University.
- Degirmenci, K., & Breitner, M. H.** (2017). Consumer purchase intentions for electric vehicles: Is green more important than price and range? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 51, 250-260.
- Dempsey, N., Bramley, G., Power, S., & Brown, C.** (2009). The Social Dimension of Sustainable Development: Defining Urban Social Sustainability. *Sustainable Development*, 17(5), 289-300.

- Ding, N., Prasad, K., & Lie, T. T.** (2017). The electric vehicle: a review. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*, 9(1), 49-66.
- Efendioğlu, İ. H.** (2024). Elektrikli Araç Satın Alma Niyetini Etkileyen Faktörler. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 106-122.
- Elsawy, M., & Youssef, M.** (2023). Economic Sustainability: Meeting Needs without Compromising Future Generations. *International Journal of Economics and Finance*, 15(10), 23-34.
- Erdoğan, E. C., Tengilimoğlu, D., Bilgin, P., & Reyhanoğlu, İ.** (2024). Elektrikli Araç Satın Alma Niyetini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Ankara İli Örneği. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 16(3), 2043-2061.
- Froelich, W., Papageorgiou, E. I., Samarinas, M., & Skriapas, K.** (2012). Application of evolutionary fuzzy cognitive maps to the long-term prediction of prostate cancer. *Applied Soft Computing*, 12(12), 3810-3817.
- Gavcar, E., & Kara, N.** (2020). Elektrikli Otomobil Seçiminde Entropi ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması. *İş ve İnsan Dergisi*, 7(2), 351-359.
- Ghasri, M., Ardeshiri, A., & Rashidi, T.** (2019). Perception towards electric vehicles and the impact on consumers' preference. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 77, 271-291.
- Glykas, M. (Ed.).** (2010). Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, 247. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Goodland, R.** (1995). The Concept of Environmental Sustainability. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26, 1-24.
- Groumpos, P. P.** (2010). Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems. In M. Glykas (Ed.), *Fuzzy Cognitive Maps* (pp. 1-22). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Güler, A., & Polatgil, M.** (2024). Investigation of The Effect of Expert's Opinions on Multi-Criteria Decision Making Techniques in Electric Vehicle Selection. *European Transport / Trasporti Europei*, 99(3), 1-15.
- He, Z., Shen, X., Sun, Y., Zhao, S., Fan, B., & Pan, C.** (2021). State-of-health estimation based on real data of electric vehicles concerning user behavior. *Journal of Energy Storage*, 41, 102867.
- Hidrue, M. K., Parsons, G. R., Kempton, W., & Gardner, M. P.** (2011). Willingness to pay for electric vehicles and their attributes. *Resource and Energy Economics*, 33(4), 686-705.
- Horne, M., Jaccard, M., & Tiedemann, K.** (2005). Improving behavioral realism in hybrid energy-economy models using discrete choice studies of personal transportation decisions. *Energy Economics*, 27(1), 59-77.
- Huang, X., Lin, Y., Zhou, F., Lim, M. K., & Chen, S.** (2021). Agent-based modelling for market acceptance of electric vehicles: Evidence from China. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 206-217.

- Husain, I., Ozpineci, B., Islam, M. S., Gurpinar, E., Su, G. J., Yu, W., Chowdhury, S., Xue, L., Rahman, D., & Sahu, R.** (2021). Electric Drive Technology Trends, Challenges, and Opportunities for Future Electric Vehicles. *Proceedings of the IEEE*, 109(12), 1-15.
- International Energy Agency (IEA).** (2023). *Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions*. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>
- Jetter, A. J., & Kok, K.** (2014). Fuzzy Cognitive Maps for Futures Studies – A Methodological Assessment of Concepts and Methods. *Futures*, 58, 1-12.
- Karamehmet, B., & Morgül, E.** (2018). Tüketicilerin Elektrikli Araç Tercihleri: Literatür Taraması ve Türkiye’de Tanıtımına Yönelik Öneriler. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 40, 246-260.
- Khaleel, M., Nassar, Y., El-Khozondar, H., Elmnif, M., Rajab, Z., Yaghoubi, E., & Yaghoubi, E.** (2024). Electric Vehicles in China, Europe, and the United States: Current Trend and Market Comparison. *International Journal of Electrical Engineering and Sustainability (IJEES)*, 2(1), 1-20.
- Kırmızıgül, İ. E., & Baykal, B.** (2023). Elektrikli Araç Tercihinde Tüketici Motivasyonu. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2023(2), 223-241.
- Kittner, N., Tsiropoulos, I., Tarvydas, D., Schmidt, O., Staffell, I., & Kammen, D. M.** (2020). Electric Vehicles. In *Technological Learning in the Transition to a Low-Carbon Energy System* (pp. 145-163). Elsevier.
- Kosko, B.** (1986). Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24(1), 65-75.
- Lashari, Z. A., Ko, J., & Jang, J.** (2021). Consumers’ Intention to Purchase Electric Vehicles: Influences of User Attitude and Perception. *Sustainability*, 13(6778), 1-14.
- Liao, F., Molin, E., & van Wee, B.** (2017). Consumer preferences for electric vehicles: A literature review. *Transport Reviews*, 37(3), 252-275.
- Melton, N., Axsen, J., & Sperling, D.** (2016). Moving beyond alternative fuel hype to decarbonize transportation. *Nature Energy*, 1, 16013.
- Mock, P., & Yang, Z.** (2014). Driving Electrification: A Global Comparison of Fiscal Incentive Policy for Electric Vehicles. *International Council on Clean Transportation (ICCT) White Paper*.
- Moore, J. E., Mascarenhas, A., Bain, J., & Straus, S. E.** (2017). Developing a comprehensive definition of sustainability. *Implementation Science*, 12(110), 1-8.
- Morelli, J.** (2011). Environmental Sustainability: A Definition for Environmental Professionals. *Journal of Environmental Sustainability*, 1(1), Article 2.
- Morton, C., Anable, J., & Nelson, J. D.** (2016). Exploring consumer preferences towards electric vehicles: The influence of consumer innovativeness. *Research in Transportation Business & Management*, 21, 1-11.

- Muratori, M., Alexander, M., Arent, D., Bazilian, M., Cazzola, P., Dede, E. M., Farrell, J., Gearhart, C., Greene, D., Jenn, A., Keyser, M., Lipman, T., Narumanchi, S., Pesaran, A., Sioshansi, R., Suomalainen, E., Tal, G., Walkowicz, K., & Ward, J.** (2021). The rise of electric vehicles—2020 status and future expectations. *Progress in Energy*, 3(2), 022002.
- Özesmi, U., & Özesmi, S. L.** (2004). Ecological models based on people's knowledge: A multi-step fuzzy cognitive mapping approach. *Ecological Modelling*, 176(1-2), 43-64.
- Papageorgiou, E. I., & Salmeron, J. L.** (2013). A Review of Fuzzy Cognitive Maps Research During the Last Decade. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 21(1), 66-77.
- Purvis, B., Mao, Y., & Robinson, D.** (2019). Three pillars of sustainability: In search of conceptual origins. *Sustainability Science*, 14, 681-695.
- Rezvani, Z., Jansson, J., & Bodin, J.** (2015). Advances in consumer electric vehicle adoption research: A review and research agenda. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 34, 122-136.
- Ruggerio, C. A.** (2021). Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions. *Science of the Total Environment*, 786, 147481.
- Sanguesa, J. A., Torres-Sanz, V., Garrido, P., Martinez, F. J., & Marquez-Barja, J. M.** (2021). A Review on Electric Vehicles: Technologies and Challenges. *Smart Cities*, 4(1), 372-404.
- Sezen, B., & İşler, A. U.** (2017). Elektrikli Araçların Mevcut Durumu, Tercih Edilme ve Edilmeme Sebepleri. *Turkish Journal of Marketing*, 2(2), 82-103. Erişim Adresi: <http://tehad.org/2016/07/10/marka-ve-model-bazinda-turkiyede-ilk-6-ay-icerisinde-satilan-elektrikli-ve-hibrid-araclar>
- Sharma, S., Panwar, A. K., & Tripathi, M. M.** (2020). Storage technologies for electric vehicles. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7(3), 340-361.
- Sierzechula, W., Bakker, S., Maat, K., & van Wee, B.** (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy*, 68, 183-194.
- Sonar, H. C., & Kulkarni, S. D.** (2021). An Integrated AHP-MABAC Approach for Electric Vehicle Selection. *Research in Transportation Business & Management*, 100665.
- Spangenberg, J. H.** (2005). Economic sustainability of the economy: concepts and indicators. *International Journal of Sustainable Development*, 8(1/2), 47-64.
- Stylios, C. D., & Groumpos, P. P.** (2004). Modeling complex systems using fuzzy cognitive maps. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part A: Systems and Humans*, 34(1), 155-162.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK).** (2024). Motorlu Kara Taşıtları, Aralık 2024. Erişim: 10.03.2025, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Aralik-2024-53463>

Vasca, I., & Szabo, L. (2022). A Brief History of Electric Vehicles. *Journal of Computer Science and Control Systems*, 15(1), 19-26.

Zhang, Y., Yu, Y., & Zou, B. (2011). Analyzing public awareness and acceptance of alternative fuel vehicles in China: The case of EV. *Energy Policy*, 39(12), 7015-7024.

World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). Our Common Future. United Nations.





ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Semih SÜLEYMANOĞLU

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2020, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2025, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2020-devam ediyor. İstay Endüstriyel Paslanmaz, AR-GE Müdürü.