

Subjektif ve Objektif Karar Verme Teknikleri ile Elektrikli Araç Seçiminde Etkili Olan Kriterlerin Değerlendirilmesi

Evaluation of Effective Criteria for Electric Vehicle Selection with Subjective and Objective Decision-Making Techniques

İbrahim Tolga ÇOŞKUN¹

Öz

Fosil yakıtlar endüstriyel üretim sektörü, elektrik üretimi ve ulaşımda yoğun olarak kullanılmaktadır. Kullanılan fosil yakıtlar sera gazı yoğunluğunu artırmakta ve küresel ısınmanın en önemli nedenlerinden birini oluşturmaktadır. Sera gazı salımını azaltmak amacıyla son yıllarda ulaştırma teknolojilerinde önemli gelişmeler kaydedilmiş ve ülke yönetimleri tarafından alternatif politikalar benimsenmeye başlanmıştır. Bu doğrultuda elektrikli araçların arzı ve talebi de her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada elektrikli araç seçiminde etkili olan kriterler ele alınarak değerlendirilmiştir. Kriterlerin değerlendirilmesinde ve sıralanmasında çok kriterli karar verme teknikleri kullanılmıştır. Objektif ağırlıklandırma tekniklerinden ENTROPİ ve CRITIC, subjektif ağırlıklandırma tekniklerinden ise AHP ve WINGS yöntemleri kullanılmıştır. Elektrikli araçların sahip olduğu 8 farklı kriter için değerlendirmeler yapılmış olup, fiyat kriteri önem düzeyi en yüksek kriter olarak bulunmuştur. En önemli kriter dışındaki kriterlerin sıralamalarında ise yöntemler arasında farklılıkların oluştuğu saptanmıştır

Anahtar Kelimeler: Elektrikli Araç Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, Objektif ve Subjektif Ağırlıklandırma, ENTROPİ, CRITIC, AHP, WINGS.

ABSTRACT

Fossil fuels are used extensively in the industrial production sector, electricity generation and transportation. The use of fossil fuels increases the greenhouse gas density and constitutes one of the most important causes of global warming. In order to reduce greenhouse gas emissions, significant improvements have been made in transportation technologies in recent years and alternative policies have been adopted by country's administrations. In this direction, the supply and demand of electric vehicles increase day by day. In this study, the criteria that are effective in the selection of electric vehicles are discussed and evaluated. Multi-criteria decision making techniques were used to evaluate and rank the criteria. ENTROPY and CRITIC methods were used as objective weighting techniques, AHP and WINGS methods were used as subjective weighting techniques. Evaluations were made for 8 different criteria of electric vehicles, and the price criterion was found to be the most important criteria. It was determined that there were differences between the methods in the ranking of the criteria other than the most important criteria.

Keywords: Electric Vehicle Selection, Multi-Criteria Decision Making, Objective and Subjective Weighting, ENTROPY, CRITIC, AHP, WINGS.

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında karşılaşılan en önemli problemlerden biri küresel ısınmadır. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün 6 Kasım 2022'de yayınlanan 2022 Küresel İklim Geçişi Durumu Raporu'na göre, son yıllarda sürekli artan sera gazı yoğunluğu ve birikmiş ısı gibi sebeplerle, geçtiğimiz 8 yıllık dönem şimdiye kadar kaydedilmiş en yüksek sıcaklık ortalamasına sahiptir. Bu dönemde gerçekleşen aşırı sıcak hava dalgaları, kuraklık ve yıkıcı seller, milyonlarca insanı etkilemiş ve milyarlarca dolarlık kayba neden olmuştur. (WMO, 2022)

Sera gazı salımları küresel ısınmanın en önemli nedenlerinden biridir. Ulaşımında ve elektrik üretiminde kullanılan fosil yakıtlar, sera gazı emisyonlarını artırmakta ve dolayısıyla küresel ısınmaya neden olmaktadır. Politika yapıcılar bu sorunun çözümünde temiz ve yenilenebilir enerjiyi desteklemektedir. Ulaştırma sektöründe sera gazı salımının azaltılmasının en etkin yolu ise elektrikli araç kullanımının artırılmasıdır (Öztayşi v.d., 2021, s.437).

2016 yılı Kasım ayında yürürlüğe giren Paris Anlaşması, küresel ortalama sıcaklık artışının 2 derecenin altında tutmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda Avrupa Birliği ülkeleri 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını %40 oranında azaltmayı taahhüt etmiştir. Bu hedefin sağlanmasında ise karayolu taşımacılığı önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca Avrupa Komisyonu karayolu taşımacılığı emisyonlarını 2050 yılına kadar 1990'daki seviyelerinin %60'ı oranında azaltma ve buna yönelik olarak da "2030 yılına kadar şehir içi ulaşımında geleneksel yakıtlı arabaların kullanımını yarıya indirmek ve bunları aşamalı olarak ortadan kaldırmak" hedefini belirlemiştir (Biswas ve Das, 2019, s.531). Yalnızca Avrupa ülkelerinin değil, Amerika Birleşik Devletlerinin de elektrikli araçlara sağladığı teşvikler ve tüketicilerin çevreye karşı daha duyarlı hale gelmesi ile elektrikli otomobiller, daha tercih edilir olmaya başlamıştır (Gavcar ve Kara, 2020, s.352).

Petrol tüketiminin azaltılması için yapılan çalışmaların paralelinde daha az karbon salımı sağlayan enerji teknolojileri desteklenmiş, alternatif enerji politikaları benimsenerek kamu ve özel sektörde önemli çalışmalar yürütülmüştür. Son yıllarda hibrit ve elektrikli araçların yoğun olarak talep görmesiyle, otomobil üreticileri elektrikli araç üretimine ağırlık vermeye başlamışlardır. Dünya genelinde General Motors, BMW, Ferrari, Daimler, Honda, Hyundai, Jaguar, Land Rover, Renault, Toyota, Volkswagen ve Volvo gibi markalar 2025'ten sonraki farklı dönemlerde kademeli olarak dizel ve benzinli araç üretimini sonlandırarak yalnızca elektrikli araç üretimine geçeceklerini bildirmişlerdir (Çoşkun, 2022, s.69).

2016 yılında dünya genelinde trafiğe çıkan elektrikli araç oranı %1 civarında iken, 2020 yılına gelindiğinde bu oran %4,6 olarak gerçekleşmiştir (Cengiz, 2021, s.38). Avrupa Otomobil Üreticileri Birliği'nin verilerine göre 2022'nin üçüncü çeyreğinde, AB genelinde kayıtlı elektrikli araçların sayısı 259.449 adetle (artış oranı %22) tüm yakıt türleri arasında en güçlü artışı kaydetmiştir. Dünya Elektrikli Araç Satış Veritabanından elde edilen bilgiler de bu oranları teyit etmekte ve elektrikli araç satışındaki

ivmelenmenin hızlı bir şekilde devam ettiğini göstermektedir. Roland Irle tarafından hazırlanan ve evvolumes.com'da yayınlanan elektrikli araç satış hacimlerinin yer aldığı en güncel raporda, küresel olarak prize takılabilir (plug-in) hibrit elektrikli araçlar ve tamamen elektrikli araçların satışı 2022'nin ilk çeyreğinde, 2021'in ilk çeyreğine kıyasla %62 oranında artış kaydederek 4,3 milyon olarak gerçekleşmiştir.

Elektrikli otomobiller için Avrupa bölgesinde ve dünya genelinde kaydedilen satış oranları ile Türkiye pazarındaki oranlar da benzerlik göstermektedir. Otomotiv Distribütörleri Derneği'nin 2 Kasım 2022 tarihinde yayınlanan Otomobil ve Hafif Ticari Araç Pazar Değerlendirme 2022 Ekim bülteninde, Ocak-Ekim 2021 döneminde 40.820 adet hibrit ve 1987 adet elektrikli otomobil satışı gerçekleşmiş iken, Ocak-Ekim 2022 döneminde ise 43.897 adet hibrit ve 4.939 adet elektrikli otomobil satışı gerçekleşmiştir.

Hükümetlerin emisyon düzenlemeleri ve vergilendirme yaklaşımları, bireylerin artan çevre bilinçleri, her geçen gün enerji arz kaynaklarının farklılaşması, fosil yakıtların tükenebilir nitelikte olması ve teknolojik gelişmeler; tüketicilerin elektrikli araçları yoğun olarak talep etmelerine neden olmaktadır. Bu durum tüketicilerin satın alma davranışlarında, beklentilerine ve ihtiyaçlarına yönelik olarak çeşitli kısıtlar altında en doğru kararları vermelerini kaçınılmaz kılmaktadır.

Elektrikli araçların özellikleri göz önüne alındığında birbiri ile ilişkili olan ya da olmayan farklı kriterler bulunmaktadır. Bu kriterlerin fayda ya da maliyet yönünden maksimum ya da minimum amaçlı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Çok kriterli karar verme teknikleri, bu değerlendirmelerin yapılabilmesi için geliştirilmiş yöntemlerdir.

Karar sürecinin en önemli aşamalarından biri, çeşitli alternatiflerin sahip olduğu kriterlerin değerlendirilmesi, yani ağırlıklandırılma sürecidir. Kriterlerin, alanında uzman olan kişiler tarafından değerlendirilmesi sonucunda yapılan ağırlıklandırma işlemleri subjektif ağırlıklandırma, kriterlerin sahip olduğu niceliklerin değerleri üzerinden yapılan önceliklendirme işlemleri ise objektif ağırlıklandırmadır (Demircioğlu ve Coşkun, 2018, s.184-185). Analytical Hierarchy Process (AHP), DEMATEL (The Decision Making Trial And Evaluation Laboratory), SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) ve WINGS (Weighted Influence Non-linear Gauge System) gibi teknikler subjektif ağırlıklandırma yöntemleri, CRITIC (CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation), ENTROPI (ENTROPY), MW (Mean Weight) ve SD (Standard Deviation) gibi teknikler ise objektif ağırlıklandırma yöntemleridir.

Bu çalışmada farklı metotlarla elektrikli araçların seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesi ve kıyaslanması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik hem subjektif yöntemlerin uygulanabilmesi için uzman görüşlerine başvurulmuş, hem de objektif yaklaşımlarla kriterler değerlendirilmiştir. Subjektif ağırlıklandırma tekniklerinden AHP ve WINGS yöntemleri, objektif ağırlıklandırma yöntemlerinden ise ENTROPI ve CRITIC kullanılarak 4 farklı yaklaşım benimsenmiştir.

Çalışma 5 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm giriş, ikinci bölüm literatür araştırması, üçüncü bölüm yöntem, dördüncü bölüm uygulama-bulgular ve beşinci bölüm ise sonuç kısmıdır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde farklı amaçlara yönelik seçim problemleri için AHP, WINGS, ENTROPI ve CRITIC ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Genel olarak bu yöntemlerin biri veya ikisi ağırlıklandırmada kullanılmış, farklı sıralama yaklaşımları ile hibrit olarak değerlendirmeler yapılmıştır. Yazar bilgisine göre, 4 yaklaşımın birlikte kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde farklı tür ve amaçlara yönelik araç seçimlerinin yapıldığı birçok çalışma bulunmakta olup, elektrik araç seçimine yönelik ise sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu bölümde elektrikli araçların değerlendirilmesine yönelik yapılmış çalışmalar ele alınmıştır.

Onat vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada sürdürülebilir ulaşım için hibrit ve elektrikli araç teknolojilerinin seçimine yönelik Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır. Ekonomik, çevresel ve sosyal olarak sınıflandırılmış 16 farklı kriter 3 uzmanın görüşleri doğrultusunda ele alınmıştır.

Biswas ve Das (2019) tarafından yapılan çalışmada Bulanık AHP-MABAC yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmıştır. 7 alternatif elektrikli aracın kıyaslandığı çalışmada, aracın fiyatı, hızlanma süresi, maksimum hız, maksimum menzil ve yakıt ekonomisi kriterleri kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre Hyundai Ioniq Electric modeli en iyi alternatif, Mitsubishi i-MiEV ise sonuncu sıradaki alternatiftir. Kriterlerin değerlendirilmesi sonucunda da yakıt ekonomisi en yüksek öneme sahip alternatif, aracın fiyatı ise en az öneme sahip alternatif olarak bulunmuştur.

Gavcar ve Kara (2020) tarafından yapılan çalışmada, elektrikli otomobil seçimine yönelik ENTROPI ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. 11 farklı alternatifin değerlendirilmesi yapılmış olup, belirlenen 5 kriter ise batarya kapasitesi, aracın beygir gücü, aerodinamik katsayısı (CD), tam şarj ile menzili ve satış fiyatıdır. ENTROPI ile elde edilen kriter ağırlıklarına göre en önemli iki kriter aracın beygir gücü ve fiyatı iken, en az öneme sahip kriter ise aerodinamik katsayısı olarak bulunmuştur. Alternatiflerin sıralanmasında ise Tesla markasına ait 2 elektrikli araç modeli birinci ve ikinci sırada yer almaktadır.

Khan vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada sürdürülebilir ticari taksi seçimi için bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır. Honda ve Toyota markalı 7 farklı elektrikli araç alternatif; ekonomik, çevresel ve sosyal olarak sınıflandırılmış 10 farklı kriter, uzman görüşleri doğrultusunda sıralanmıştır.

Öztayşı vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada elektrikli araç seçimine yönelik Bulanık KEMİRA yöntemi kullanılmıştır. 5 alternatif araç için, 3'ü maliyet ve 3'ü fayda amaçlı olan 6 kriter, aracın satış fiyatı, 100 km için taşıma maliyeti, bakım maliyeti, tam şarj ile maksimum menzil, konfor ve maksimum hız şeklindedir.

Sonar ve Kulkarni (2021) tarafından yapılan çalışmada AHP-MABAC yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmıştır. Bu çalışma 6 farklı kriter üzerinden yürütülmüş olup 6 alternatif elektrikli aracın sıralaması yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre maksimum menzil en önemli kriter, aracın torku ise en az öneme sahip kriterdir. Ayrıca incelenen 6 alternatiften Hyundai Kona Electric birinci sırada, Mahindra e-Verito ise sonuncu sırada yer almaktadır.

Çoşkun (2022) tarafından yapılan çalışmada ise elektrikli otomobil seçimine yönelik, ağırlıklandırma yöntemi olarak SD ve alternatiflerin sıralanmasında ise MULTIMOORA kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre aracın torku en önemli kriter, aracın maksimum hızı ise en az öneme sahip kriterdir. Çeşitli kısıtlar altında belirlenen alternatifler arasında Hyundai Kona 150 kW modeli en iyi alternatif olarak bulunmuştur.

Elektrikli araç seçimi ile ilgili yapılan çalışmalar ele alındığında, kriterlerin değerlendirilmesinde ya objektif yaklaşımlar ya da subjektif yaklaşımlar kullanılmıştır. Ayrıca benzer kriterlerin ele alındığı çalışmalarda kriterlerin önem sıralamaları farklılaşmaktadır. Bu çalışmada literatürdeki çalışmalardan farklı olarak 2 objektif, 2 de subjektif kriter değerlendirme yaklaşımı kullanılmıştır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde çalışma kapsamında yararlanılan ve çok kriterli karar verme tekniklerinde kriter ağırlıklandırma amacıyla kullanılan yöntemler açıklanmaktadır. Kriter ağırlıklandırmada iki temel yaklaşım bulunmakta olup, birincisi karar vericilerin ya da uzmanların kişisel görüşleri doğrultusunda oluşan subjektif (öznel) ağırlıklandırma yöntemleridir. İkincisi ise alternatiflerin sahip olduğu kriter değerleri üzerinden hesaplamaların yapıldığı ve kişisel görüşlere dayanmayan objektif (nesnel) ağırlıklandırma yöntemleridir.

Öncelikle objektif ağırlıklandırma yöntemlerinden ENTROPI ve CRITIC teknikleri ile ilgili, sonrasında ise subjektif ağırlıklandırma yöntemlerinden AHP ve WINGS teknikleri ile ilgili temel bilgilere yer verilmiş ve yöntemlerin uygulanmasında kullanılan matematiksel yaklaşımlar açıklanmıştır.

ENTROPI

ENTROPI, çok kriterli karar verme tekniklerinde kullanılan objektif kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden biridir.

Entropi kavramı olasılık teorisine göre formüle edilmiş olup bilgi teorisindeki belirsizliğin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Herhangi bir j kriterinde ele alınan alternatiflerin performansları arasındaki fark çok ise bu durum entropinin küçük olduğunu yani belirsizliğin daha az olduğunu ve ilgili kriterin daha çok bilgi içerdiğini gösterir. Bu durum, ilgili kriterin daha yüksek öneme sahip olduğunu göstermektedir. Diğer yandan farkın az olması, entropinin büyük olduğunu dolayısıyla belirsizliğin daha fazla olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde ilgili kriterin daha az bilgi içerdiğini ve daha düşük öneme sahip olduğunu göstermektedir. ENTROPI ile kriter ağırlığı hesaplanmasının aşamaları ise şu şekildedir (Şener, 2022, s.55):

- 1) Alternatif sayısı m ve kriter sayısı n olmak üzere karar matrisi oluşturulur.

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} \quad (1)$$

- 2) Karar matrisinin normalizasyonu yapılır.

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (2)$$

- 3) Normalize edilen p_{ij} değerleriyle her bir j kriteri için belirsizlik ölçüsü yani entropi değeri (e_j) hesaplanır.

$$e_j = -K \sum_{i=1}^m (p_{ij} \ln(p_{ij})), \quad K = 1/\ln(m) \text{ (sabit)} \quad (3)$$

- 4) Kriterin içerdiği bilgi miktarı yani farklılaşma derecesi hesaplanır.

$$d_j = 1 - e_j \quad (4)$$

- 5) d_j değerleri kullanılarak her bir kriter için w_j entropi ağırlığı hesaplanır.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (5)$$

CRITIC

CRITIC, çok kriterli karar verme tekniklerinde kullanılan objektif kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden biridir. 1995 yılında Diakoulaki vd. tarafından yapılan bir çalışma ile literatüre kazandırılmıştır. CRITIC yönteminin matematiksel modeli, kriterler arası standart sapmalar ve korelasyon dikkate alınarak geliştirilmiştir.

CRITIC yönteminin uygulama aşamaları şu şekildedir (Bulğurcu, 2019, s.1942-1945, Fidan, 2021, s.297-298):

- 1) Karar Matrisinin Oluşturulması: $i = 1, 2, \dots, m$ (alternatifler) ve $j = 1, 2, \dots, n$ (kriterler) olmak üzere

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} \quad (6)$$

şeklinde karar matrisi oluşturulur. Matriste alternatiflere karşılık gelen kriter değerleri bulunmaktadır.

2) Normalizasyon:

x_j^{\max} =j. kriterin alternatifleri arasındaki en büyük değeri

x_j^{\min} =j. kriterin alternatifleri arasındaki en küçük değeri

olmak üzere fayda kriterleri için;

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (7)$$

maliyet kriterleri için;

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (8)$$

denklemleri kullanılır. Karar matrisindeki x_{ij} elemanları normalizasyon ile r_{ij} şekline dönüşür.

3) Kriterler Arası Korelasyonun Belirlenmesi;

Normalizasyonla elde edilen r_{ij} değerleri ile ρ_{jk} değerleri hesaplanır. Yani j kriteri ile k kriteri arasındaki ilişki değerleri hesaplanır.

$$\rho_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)(r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}} \quad (j, k = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

4) C_j Değerlerinin Hesaplanması: C_j değeri, j.kriterde bulunan toplam bilgiyi ifade etmektedir. σ_j değeri, j. kriter için standart sapma değeri olmak üzere;

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m}} \quad (10)$$

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - \rho_{jk}) \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (11)$$

denklemleriyle C_j bilgi miktarı hesaplanır.

5) Kriter Önem Değerlerinin Hesaplanması: Her j kriterinin C_j değeri, tüm kriterlerin değerlerinin toplamına bölünerek kriterlerin ağırlıkları hesaplanır.

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^n (C_k)} \quad (j, k = 1, 2, \dots, n) \quad (12)$$

AHP

AHP, çok kriterli karar verme tekniklerinde kullanılan subjektif kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden biridir. Karar problemi için belirlenen kriterlerin, uzman veya uzmanlar tarafından birbiri ile kıyaslanması sonucunda kriterlerin önem düzeyleri saptanabilmektedir.

AHP metodu 1970'li yıllarda Saaty tarafından geliştirilmiş olup, yöntemin temel aşamaları şu şekildedir (Arslan, 2010, s.457-459, Karakul ve Akpınar, 2022, s.77-78):

- 1) Karar problemine uygun olarak problemle ilişkili kriterler, varsa bunlara ait alt kriterler ve alternatifler belirlenir.
- 2) Kriterlerin birbirlerine göre önem düzeylerinin belirlenebilmesi için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Saaty tarafından geliştirilen 1-9 ölçeği, ikili karşılaştırmalarda değer atanmasında kullanılır.
- 3) a_{ij} 'ler karar matrisinin, b_{ij} 'ler ise normalizasyon sonrasındaki matrisin elemanları olmak üzere, her elemanın bulunduğu sütundaki elemana bölünmesi işlemi ile normalizasyon gerçekleştirilir.

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

- 4) Satır ortalamaları alınarak yüzde önem değerleri bulunur.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (14)$$

- 5) Karşılaştırma matrislerinin tutarlılığı incelenir. Tutarlılık oranı (CR) karesel matrisler için özdeğer ve özvektör değerlerinin hesaplanması işlemidir. Bu aşamada elde edilen CR değerinin 0,10'dan küçük olması gerekmektedir. Karar vericilerin ya da uzmanların, ikili karşılaştırmaları yaparken tutarlı davranıp davranmadığı ölçülür.

WINGS

WINGS, çok kriterli karar verme tekniklerinde kullanılan subjektif kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden biridir. DEMATEL yönteminden türetilmiş olup, kriterlerin iç gücünü değerlendirmeye katması ile DEMATEL'den farklılaşmaktadır.

Michnik tarafından geliştirilen WINGS yönteminin uygulama aşamaları şu şekildedir: (Michnik, 2013, s.538-539; Kaviani vd., 2020, s.6):

- 1) Karar verici tarafından $n \geq 2$ olacak şekilde kriterler belirlenir. 5'li dilsel ölçek ile 0=etki yok, 1=düşük etki, 2=orta etki, 3=güçlü etki, 4=çok güçlü etki seçenekleri kullanılır. Şayet ölçek yetersiz geliyorsa genişletilebilir.
- 2) Bir önceki adımda belirlenen kriterler ve ölçek ile direkt etki-güç matrisi yani $n \times n$ biçiminde, d_{ij} bileşenleri ile D matrisi oluşturulur.

Kriterlerin iç gücünü ifade eden değerler $d_{ii} = i$ şeklinde diyagonal olarak matrise eklenir.

Kriterlerin birbirilerine göre değerlendirmeleri $i \neq j$ olmak üzere yapılır. $d_{ij} = i$. bileşenin, j . bileşen üzerindeki etkisi ($i, j = 1, 2, \dots, n$)

$$3) D \text{ matrisi, } s = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} \quad (15)$$

olmak üzere,

$$S = \frac{1}{s} D \quad (16)$$

şeklinde normalize edilir.

4) S matrisinin değerleri ile toplam güç-etki matrisi yani T matrisi hesaplanır.

$$T = S + S^2 + S^3 + \dots = \frac{S}{I-S} = S(I-S)^{-1} \quad (17)$$

5) T matrisindeki her satır elemanı için I_i ve her sütun elemanı için R_i değerleri hesaplanır.

$$I_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad (18)$$

$$R_j = \sum_{i=1}^n t_{ij} \quad (19)$$

Burada t_{ij} değerleri, T matrisinin bileşenleridir.

6) Her kriter için $I_i + R_i$ ve $I_i - R_i$ değerleri hesaplanır.

$I_i + R_i$ değeri toplam ilişki yani kriterin ağırlığını oluşturur.

$I_i - R_i$ değerinin işareti pozitifse kriterin etkileyen kriter grubunda, negatifse etkilenen kriter grubunda yer aldığını gösterir.

UYGULAMA VE BULGULAR

Elektrikli araç seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesinde objektif ve subjektif kriter inceleme yaklaşımları kullanılmıştır. Objektif metotlardan ENTROPI ve CRITIC, subjektif metotlardan ise AHP ve WINGS yöntemleri uygulanmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan kriterler şu şekildedir:

K1 : Aracın fiyatı (TL)

K2 : Aracın beygir gücü (kw)

K3 : Aracın torku (nm)

K4 : Aracın azami hızı (km/h)

K5 : Aracın 0-100 km hızlanma süresi (sn)

K6 : Aracın tam dolu batarya ile gidebileceği menzil (km)

K7 : Aracın DC tipindeki şarj ünitesi ve kablosu ile şarj süresi (dk)

K8 : Aracın batarya kapasitesi/ortalama menzil değerini oluşturan verim oranı (wh/km)

Objektif kriter ağırlıklandırma yaklaşımlarının uygulanabilmesi için alternatifler ve kriterler ele alınmaktadır. Çalışma çerçevesinde Türkiye Elektrikli ve Hibrid Araçlar Derneği'nin 8 Temmuz 2022 tarihli raporu incelenerek, Türkiye'de 2022 yılı ilk 6 aylık dönemde 10 adet ve üzerinde satış sayısı olan elektrikli otomobiller değerlendirilmiştir.

Bu koşulu sağlayan 20 alternatif içerisinde 5 tanesi (MG ZS EV, OPEL CORSA e, OPEL MOKKA e, PORSCHE TAYCAN ve SKYWELL ET5) çalışma kapsamı dışında tutulmuştur. Bunun nedeni ise ilgili araçlara ait resmi distribütörler üzerinden güncel anahtar teslim satış fiyatı bilgisine ulaşamamış olmasıdır.

Çalışma kapsamında değerlendirilen alternatifler ise şu şekildedir:

A1: BMW İ4, A2: BMW İ4 M50, A3: BMW İX xdrive, A4: BMW İX3, A5: CİTROEN C4, A6: DFSK SERES 3, A7: HYUNDAİ KONA, A8: JAGUAR I-PACE, A9: KIA EV6, A10: MERCEDES EQC, A11: MERCEDES EQE, A12: MERCEDES EQS, A13: PEUGEOT 2008e, A14: Renault ZOE ve A15: VOLVO XC40'dır.

Araçlarla ilgili teknik veriler elektrikli araç veritabanı internet sayfasından (<https://ev-database.org/>) ve araçların resmi distribütör sayfalarındaki kataloglardan elde edilmiştir. Alternatiflere ve kriterlere ilişkin verilerin bulunduğu karar matrisi Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Karar Matrisi

	K1 Fiyat	K2 Beygir Gücü	K3 Tork	K4 Azami hız	K5 Hızlanma	K6 Menzil	K7 DC Şarj Süresi	K8 Verim
Kriter Yönü	min	max	max	max	min	max	min	min
Alternatifler								
A1	2580200	250	430	190	5,7	470	41	172
A2	3332000	400	795	225	3,9	435	41	186
A3	3414500	240	630	200	6,1	360	46	197
A4	2404500	210	400	180	6,8	385	34	192
A5	865000	100	360	150	9,7	265	30	170
A6	920000	120	300	155	8,9	270	30	193
A7	870000	100	395	155	9,9	484	47	207
A8	2681649	294	696	200	4,8	380	40	223
A9	2130000	239	605	185	5,2	400	24	185
A10	2635500	300	760	180	5,1	370	40	216
A11	2865000	180	550	210	7,6	515	32	173
A12	5700000	385	855	210	4,3	605	31	178
A13	905000	100	260	150	8,5	255	30	176
A14	829900	80	225	135	11,4	315	65	165
A15	1735567	170	330	160	7,4	335	28	200

Objektif kriter değerlendirme yaklaşımlarından ENTROPI yönteminin uygulama aşamaları sonucunda bulunan ağırlık değerleri Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. ENTROPI Ağırlık Değerleri

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
0,331636	0,237027	0,16501	0,022584	0,102934	0,062738	0,069835	0,008236

Yine objektif kriter değerlendirme yaklaşımlarından CRITIC yönteminin uygulama aşamaları sonucunda bulunan ağırlık değerleri Tablo 3’de yer almaktadır.

Tablo 3. CRITIC Ağırlık Değerleri

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
0,211393	0,104493	0,109469	0,094681	0,097865	0,105058	0,111317	0,165718

AHP ve WINGS yaklaşımları subjektif görüşlere dayandığından uygulama sürecinde araç satışı konusunda farklı yıllarda tecrübelerine sahip karar vericilerden destek alınmıştır. 2 uzman 7’şer yıllık tecrübeye, 1 uzman ise 10 yıllık bir tecrübeye sahiptir. AHP yönteminin uygulanmasında uzmanlardan ortak değerlendirme yapmaları ve

uzlaşık sonuca ulaşmaları istenmiştir. WINGS yönteminde ise uzmanlardan ayrı ayrı görüşler alınmış ve karar değerlerinin ortalamaları hesaplanmıştır. AHP ile kriter çiftlerinin değerlendirilmesi sonucunda CR (tutarlılık oranı) 0,091 olarak bulunmuştur. CR değerinin 0,1'den düşük olması gerektiğinden, karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğuna karar verilmiştir. AHP yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre kriterlerin ağırlık değerleri Tablo 4'deki gibi oluşmaktadır.

Tablo 4. AHP Ağırlık Değerleri

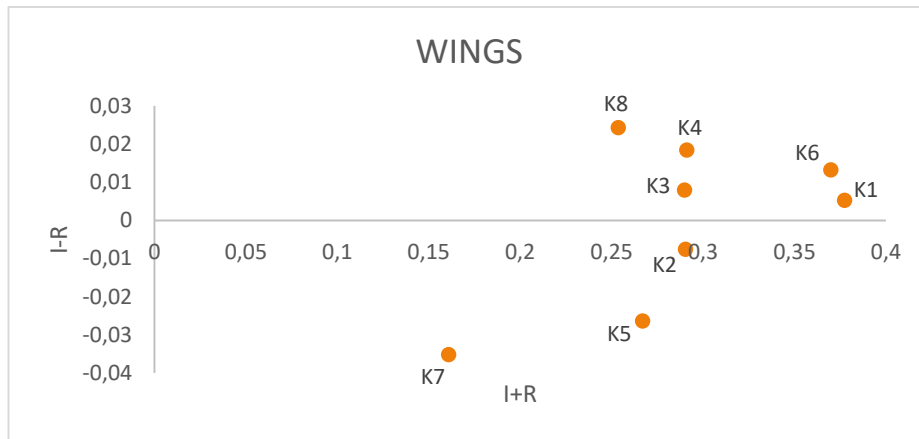
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
0,352	0,085	0,055	0,16	0,22	0,256	0,18	0,034

WINGS yönteminin uygulanması sonucunda ise kriterler hem etki-ilişki açısından değerlendirilmiş, hem de kriterlerin önem düzeyleri hesaplanmıştır. Tablo 5'te sunulan I+R değerleri kriterlerin önem derecelerini, I-R değerleri ise etki-ilişki düzeylerini göstermektedir. Etki-ilişki araştırmasıyla, hangi kriterlerin diğer kriterler üzerinde etkisinin olduğunu ve etki düzeyleri, hangi kriterlerin diğer kriterlerden etkilendikleri ve etkilene düzeyleri ile ilgili bilgi sağlanmaktadır.

Tablo 5. WINGS Önem ve Etki-İlişki Düzeyleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
I+R	0,377502	0,29048	0,289948	0,291065	0,266893	0,369904	0,160829	0,253657
I-R	0,005271	-0,00761	0,007958	0,018412	-0,02635	0,01321	-0,03521	0,024316

WINGS yöntemindeki pozitif I-R değerleri kriterlerin etkileyen grupta, negatif I-R değerleri ise etkilenen grupta olduğunu göstermektedir. Ayrıca pozitif I-R değerinin yüksek olması, ilgili kriterin diğer kriterleri daha fazla etkilediğini, negatif I-R değerinin de küçük olması, ilgili kriterin diğer kriterlerden daha fazla etkilendiğini göstermektedir. WINGS yöntemine ait etki-ilişki diyagramı Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 1. WINGS Etki-İlişki Diyagramı

Tüm yöntemlerle yapılan uygulamalar sonucunda kriterlerin önem sıralamaları Tablo 6'daki gibi olmuştur.

Tablo 6. Kriterlerin Nihai Sıralamaları

	Objektif Yaklaşımlar		Subjektif Yaklaşımlar	
	ENTROPI	CRITIC	AHP	WINGS
K1	1	1	1	1
K2	2	6	6	4
K3	3	4	7	5
K4	7	8	5	3
K5	4	7	3	6
K6	6	5	2	2
K7	5	3	4	8
K8	8	2	8	7

Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde en önemli kriter K1 yani aracın fiyatı kriteri olmuştur. Ek olarak objektif yaklaşımlardan ENTROPI ve CRITIC ile alternatifler 2 farklı gruba ayrılarak yeniden değerlendirme yapılmıştır. Satış fiyatı 1 milyon TL'nin altında olan araçlar 1. grup, satış fiyatı 1 milyon TL'nin üzerinde olan lüks segmentteki araçlar ise 2. grup olarak ele alınmıştır. Objektif yöntemlerle yeniden yapılan değerlendirme sonucunda elde edilen bulgular ise Tablo 11'de yer almaktadır. Subjektif yöntemler için uzmanlara ayrı gruplar bazında görüşlerinin ne doğrultuda farklılaşacağı sorulduğunda, tüm araçlar için yapılan değerlendirme ile aynı doğrultuda olacağı belirtildiğinden AHP ve WINGS ile 1.grup-2.grup ek değerlendirmesi yapılmamıştır. Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9 ve Tablo 10'da ENTROPI ve CRITIC yöntemleri ile 1. ve 2. grup araçlar için kriterlerin ağırlık değerleri yer almaktadır.

Tablo 7. ENTROPI 1.Grup Araçlar için Ağırlık Değerleri

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
0,005110	0,062841	0,161305	0,009681	0,040999	0,257853	0,434002	0,028205

Tablo 8. ENTROPI 2.Grup Araçlar için Ağırlık Değerleri

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
0,275400	0,193431	0,205145	0,021768	0,113796	0,083166	0,089127	0,018163

Tablo 9. CRITIC 1.Grup Araçlar için Ağırlık Değerleri

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
0,172404	0,091902	0,102341	0,095861	0,102293	0,141641	0,112697	0,180858

Tablo 10. CRITIC 2.Grup Araçlar için Ağırlık Değerleri

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
0,179800	0,110723	0,113300	0,094846	0,116081	0,101142	0,150170	0,133935

Tablo 11. Objektif yöntemlerle 1. ve 2. Grup Araçların Değerlendirmesi

	ENTROPI		CRITIC	
	1.Grup	2.Grup	1.Grup	2.Grup
K1	8	1	2	1
K2	4	3	8	6
K3	3	2	5	5
K4	7	7	7	8
K5	5	4	6	4
K6	2	6	3	7
K7	1	5	4	2
K8	6	8	1	3

Araç fiyatlarına göre ayrılan gruplara göre yapılan değerlendirmede gruplar ve yöntemler arası farklılıklar oluşmuştur. ENTROPI ile grup ayrımı yapılmadan gerçekleştirilen değerlendirmede K1 aracın fiyatı en önemli kriter iken, normal grup ve lüks segment ayrımı yapıldığında, belirli bir fiyatın altındaki araçlar için en önemli kriter K7 yani DC şarj süresi olmuştur. Yine ENTROPI ile tüm araçlar için yapılan değerlendirmede K8 yani verim katsayısı kriteri en düşük öneme sahipken, grup ayrımı yapıldığında da 6. ve 8. sıradaki kriter olarak göze çarpmaktadır. AHP ve WINGS ile yapılan değerlendirmede de K8, 8. ve 7. sıradaki kriter olarak bulunmuştur.

Tüm araçlar için yapılan değerlendirmede en yüksek öneme sahip kriter 4 yöntem ile de K1 olarak bulunmuştur. En düşük öneme sahip kriter için ise; ENTROPI, AHP ve WINGS bulguları birbirini desteklemektedir.

Tablo 6'daki bulgular değerlendirildiğinde 3 yöntem sonucuna göre düşük öneme sahip olarak bulunan K8 kriteri, CRITIC yöntemi ile 2. önem sırasına sahiptir. Ayrıca Tablo 11'deki CRITIC sonuçları incelendiğinde K8 kriteri için 1. grup araçlarda en iyi kriter, 2. grup araçlar için ise 3. sıradaki kriter olarak bulunmuştur. Bu noktada CRITIC yönteminin bulguları diğer yöntemlerden farklılık göstermektedir.

Grup ayrımı yapılmadan elde edilen tüm bulgular incelendiğinde ENTROPI, CRITIC, AHP ve WINGS ile en iyi kriterin belirlenmesinde ortak bir sonuca varılmıştır. Diğer sıralamalarda ise yöntemlerin sonuçları arasında farklılıklar oluşmaktadır. Bu noktada nihai bir sonuç değerlendirmesinin yapılması doğru bir yaklaşım olmayacaktır.

Ek olarak WINGS yöntemi, DEMATEL yönteminde olduğu gibi kriterleri etki ve ilişki açısından değerlendirebilmektedir. Şekil 1'deki WINGS etki-ilişki diyagramı incelendiğinde K1, K3, K4, K6 ve K8 kriterleri etkileyen grupta, K2, K5 ve K7 kriterleri ise diğer kriterlerden etkilenen grupta yer almaktadır. Aracın batarya kapasitesi/ortalama menzil değerini oluşturan verim oranı kriteri (K8), diğer kriterler üzerinde en yüksek etkiye sahipken, aracın DC tipindeki şarj ünitesi ve kablosu ile şarj süresi kriteri (K7) diğer kriterlerden en çok etkilenen kriterdir.

SONUÇ

Küresel ısınma son yıllarda dünyadaki ekolojik dengeyi ve insan yaşantısını ciddi anlamda tehdit eden bir unsur haline gelmiştir. Gerek elektrik üretiminde gerekse de ulaşımında kullanılan fosil yakıtlar sera gazı salımına neden olmaktadır. Sera gazı salımı ise küresel ısınmanın en önemli nedenlerinden biridir. Bu sorunun önlenmesinde ülke yönetimleri farklı adımlar atmakta ve sera gazının salımını azaltıcı tedbirler uygulamaktadır. Farklı ülkelerin oluşturduğu birlikler ve komisyonlar gerek endüstri alanında gerekse de ulaşımında sera gazı salımını azaltıcı anlaşmalar imzalamaktadır.

Ulaşım sektöründe daha az karbon salımı için geri dönüştürülemez fosil yakıtların kullanımı azaltılmaya çalışılmakta, bu doğrultuda Ar-Ge ve teknolojik çalışmalar yürütülmektedir. Bu kapsamda üreticiler tarafından elektrikli otomobillerin arzı ve tüketiciler tarafından elektrikli araçların talebi giderek artan bir ivmeye sahiptir.

Üreticiler, her geçen gün artan talebi karşılamak amacıyla farklı amaçlara yönelik ve farklı özelliklerde elektrikli araçları piyasaya sürmektedir. Birçok farklı model arasından da en uygun olanı seçmek tüketicilerin birincil amacıdır. Bu çalışmada gerek tüketiciler açısından fayda sağlayabilmek gerekse de araştırmacılar açısından yol gösterici nitelikte olabilmek amacıyla elektrikli araçların çeşitli özellikleri ele alınmıştır.

Belirlenen 8 kriter, çok kriterli karar verme teknikleri ile incelenmiştir. Kriter ağırlıklandırma ya da önceliklendirmede objektif tekniklerden ENTROPI ve CRITIC, subjektif tekniklerden ise AHP ve WINGS yöntemleri kullanılmıştır. ENTROPI ve CRITIC yöntemleri ile 15 farklı alternatif üzerinden de değerlendirme yapılmış, alternatifler belirli bir fiyat düzeyine göre 2 farklı gruba ayrılarak da değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışmada elde edilen bulgularda 4 farklı yöntem ile de en önemli kriter, fiyat kriteri olarak bulunmuştur. En az öneme sahip kriter ise ENTROPI ve AHP ile verim oranı kriteri olarak bulunmuştur. Aynı kriter WINGS yönteminde ise sondan bir önceki sırada bulunmuştur. En az öneme sahip kriter açısından 3 yöntem, en fazla öneme sahip kriter açısından da 4 yöntem ile yaklaşık olarak aynı sonuçlar elde edilmiştir. Aradaki sıralamaların belirlenmesinde ise yöntemler arası farklılaşmalar mevcuttur. Ayrıca WINGS yöntemi ile kriterler etki-ilişki açısından değerlendirildiğinde diğer kriterleri en çok etkileyen kriter verim oranı, en çok etkilenen kriter ise DC şarj süresi kriteridir.

Çalışma hem subjektif hem de objektif yöntemlerin uygulanması açısından diğer çalışmalardan farklılaşmaktadır. Bu yönleriyle hem çok kriterli karar verme literatürüne katkı sağlamakta, hem de elektrikli araçlarla ilgili çalışma yapacak araştırmacılara yol gösterici niteliktedir. Ayrıca tüketicilere ya da elektrikli araç satın alma niyetinde olan karar vericilere yardımcı olabilecek kapsamdadır.

İleride yapılacak çalışmalarda kriter sayıları artırılabilir veya azaltılabileceği gibi, bu çalışmada elde edilen ve sunulan kriter ağırlıkları da farklı alternatiflerin sıralanmasında

kullanılabilir. Yine subjektif tekniklerden DEMATEL, objektif tekniklerden MW veya SD gibi yaklaşımlarla da kriter incelemesi yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Arslan, E. T. (2010). Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemiyle Strateji Seçimi: Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesinde Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(2), 455-477.
- Biswas, T. K., ve Das, M. C., (2019). Selection of Commercially Available Electric Vehicle Using Fuzzy AHP-MABAC. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C*, 100(3), 531-537.
- Bulğurcu, B. (2019). Çok nitelikli fayda teorisi ile CRITIC Yöntem Entegrasyonu: Akıllı Teknoloji Tercih Örneği. *OPUS International Journal of Society Researches*, 13(19), 1930-1957.
- Cengiz, Y. (2021), *Elektrikli Araçlara Yönelik Kamusal Teşvikler ve Beklentiler: İstanbul Saha Çalışması*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Çoşkun, İ. T. (2022). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Elektrikli Otomobil Seçimi: SDMULTIMOORA Yaklaşımı, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 57(1), 68-82.
- Demircioğlu, M., ve Çoşkun, İ. T. (2018). CRITIC-MOOSRA Yöntemi ve UPS Seçimi Üzerine Bir Uygulama. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 183-195.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., ve Papayannakis, L. (1995). Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The Critic Method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770.
- Fidan, H. (2021). CRITIC ve MAIRCA Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Uluslararası Hedef Pazar Seçimi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 23(41), 291-309.
- Gavcar, E., & Kara, N., (2020). Elektrikli Otomobil Seçiminde Entropi ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması. *İş ve İnsan Dergisi*, 7(2), 351-359.
- Gavcar, E., ve Kara, N. (2020). Elektrikli Otomobil Seçiminde Entropi ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması, *İş ve İnsan Dergisi*, 7(2), 351-359.

- Karakul, A. K., ve Akpınar, H. (2022). Covid-19 Salgın Dönemi Şartlarında İşletmeler İçin Ahp Temelli Topsis Yöntemi ile Personel Seçimi. *Journal of Business Innovation and Governance*, 5(1), 73-89.
- Kaviani, M. A., Tavana, M., Kumar, A., Michnik, J., Niknam, R. ve de-Campos, E. A. R. (2020), An Integrated Framework for Evaluating the Barriers to Successful Implementation of Reverse Logistics in the Automotive Industry, *Journal of Cleaner Production*, (272), 122714, 1-16.
- Khan, F., Ali, Y., ve Khan, A. U. (2020). Sustainable Hybrid Electric Vehicle Selection in the Context of a Developing Country. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 13(4), 489-499.
- Michnik, J. (2013), Weighted Influence Non-linear Gauge System (WINGS)–An Analysis Method for the Systems of Interrelated Components, *European Journal of Operational Research*, 228(3), 536-544.
- Onat, N. C., Gumus, S., Kucukvar, M., ve Tatari, O. (2016). Application of the Topsis and Intuitionistic Fuzzy Set Approaches for Ranking the Life Cycle Sustainability Performance Of Alternative Vehicle Technologies, *Sustainable Production and Consumption*, (6), 12-25.
- Oztaysi, B., Onar, S. C., ve Kahraman, C. (2021). Electric Vehicle Selection by Using Fuzzy KEMIRA. *Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing*, 37, 437-461.
- Sonar, H. C., ve Kulkarni, S. D. (2021). An Integrated AHP-MABAC Approach for Electric Vehicle Selection. *Research in Transportation Business & Management*, 41, 100665, 1-8.
- Şener, S. (2022) Legatum Refah Endeksi Göstergeleri ve Verileri Kullanılarak Refahın Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Değerlendirilmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 17(1), 46-70.

İnternet Sitesi Kaynakları

- <https://reliefweb.int/report/world/wmo-provisional-state-global-climate-2022#:~:text=The%20global%20mean%20temperature%20in,be%20fifth%20or%20sixth%20warmest.> (Erişim Tarihi: 03.12.2022).
- <https://www.ev-volumes.com/country/total-world-plug-in-vehicle-volumes/> (Erişim Tarihi: 03.12.2022).
- <https://www.odd.org.tr/folders/2837/categorial1docs/3312/ODD%20Bas%c4%b1n%20Bulteni%20%20Kas%c4%b1m%202022.pdf> (Erişim Tarihi: 03.12.2022).

https://www.acea.auto/files/ACEA_Pocket_Guide_2022-2023.pdf (Erişim Tarihi: 03.12.2022).

<https://ev-database.org/> (Erişim Tarihi: 03.12.2022).

<https://www.tehad.org/2022/07/08/2022-yili-ilk-6-ayinda-satilan-elektrikli-ve-hibrid-otomobil-satis-rakamlari/> (Erişim Tarihi: 03.12.2022).