

## Entropi Tabanlı TOPSIS ile Türkiye Elektrikli Araç Pazarında En İdeal Alternatifin Belirlenmesi

Çağatay Orçun<sup>1</sup>  
Oytun Boran Sezgin<sup>2</sup>



### Öz



**Makale Türü**  
Araştırma Makalesi

**Başvuru Tarihi**  
03.09.2025

**Kabul Tarihi**  
03.11.2025

**DOI**  
10.47140/kusbder.1777339

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de %25 ÖTV diliminde yer alan elektrikli araçların seçiminde tüketiciler tarafından dikkate alınan kriterlerin önceliklendirilmesi ve bu önceliklendirme çerçevesinde piyasada mevcut alternatiflerin sıralandırılmasıdır. Sürdürülebilirlik açısından verimli ve çevresel olan elektrikli araçlar birçok ülke tarafından çeşitli teşviklerle desteklenirken ilgili teknolojinin ilerlemesi, elektrikli araç sektörünü çok hızlı bir şekilde büyütmektedir. Gelecek dönemlere ilişkin sektörel büyüme tahminlerinin çok olumlu olması birçok farklı markanın sektöre yatırım yapmasının ve birçok farklı model geliştirmesinin önünü açarken, ürün yelpazesinin geniş olması ve farklı teknik özellikler, tüketicilerin rasyonel tercihler yapmasını zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada 11 farklı kriter dikkate alınarak kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi yöntemi, %25 ÖTV dilimindeki 40 elektrikli aracın sıralanmasında ise TOPSIS kullanılmıştır. Bütün alternatiflerin birlikte değerlendirildiği durumda "Citroen E-C3 (Max)" en ideal elektrikli araç olarak tespit edilmiştir. "Maksimum Tork" ise en yüksek ağırlığa sahip faktör olarak tespit edilmiştir. Sonuçların tüketicilerin elektrikli araç seçiminde yol gösterici olması ve otomotiv markaları için pazarlama stratejilerine yönelik bilgi sağlaması açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Elektrikli araç, çok kriterli karar verme, Entropi yöntemi, TOPSIS, araç seçimi.

**Atıf için:** Orçun, Ç. & Sezgin, O. B. (2025). Entropi Tabanlı TOPSIS ile Türkiye Elektrikli Araç Pazarında En İdeal Alternatifin Belirlenmesi. *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9 (2), 156-184.

<sup>1</sup> Sorumlu Yazar: Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İ.İ.B.F.-İşletme Bölümü, Muhasebe ve Finansman A.B.D., E-posta: cagatay.orcun@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7413-6099>.

<sup>2</sup> Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İ.İ.B.F. İşletme Bölümü, Yönetim ve Organizasyon A.B.D., E-posta: boran.sezgin@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-6671-8053>.

## Determining the Most Ideal Alternative in the Turkish Electric Vehicle Market Through Entropy Based TOPSIS

Çağatay Orçun<sup>3</sup>  
Oytun Boran Sezgin<sup>4</sup>



### Abstract



**Article Type**  
Research Article

**Application Date**  
2025-09-03

**Acceptance Date**  
2025-11-03

**DOI**  
10.47140/kusbder.1777339

The aim of this study is to prioritize the criteria considered by consumers in Türkiye in purchasing electric vehicles within the 25% Special Consumption Tax (SCT) bracket and to rank available alternatives based on this prioritization framework. Sustainably efficient and environmentally friendly electric vehicles enjoy various incentives in many countries, while the advancement of relevant technology is rapidly expanding the electric vehicle sector. While highly positive sectoral growth forecasts for the future have paved the way for varying brands to invest in the sector and develop various models, the wide product range and diverse technical specifications make it difficult for consumers to make the most optimal choices. This study turns to the Entropy method to specify the weights of the 11 criteria considered instrumental in buying an electrical vehicle. TOPSIS is then used to rank 40 electric vehicles within the 25% Special Consumption Tax (SCT) bracket. Upon evaluating all the alternatives against these criteria, we identify the Citroen E-C3 (Max) as the ideal electric vehicle. Further, maximum torque is found to be the factor with the highest weight. We hope our results will guide consumers in deciding on the most optimal electric vehicles and inform marketing strategies for automotive brands.

**Key Words:** Electric vehicle, multi-criteria decision making, Entropy method, TOPSIS, vehicle selection.

**For Reference:** Orçun, Ç. & Sezgin, O. B. (2025). Entropi Tabanlı TOPSIS ile Türkiye Elektrikli Araç Pazarında En İdeal Alternatifin Belirlenmesi. *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9 (2), 156-184.

<sup>3</sup> Corresponding Author: Assoc. Prof., Dokuz Eylül University, F.E.A.S.-Business Administration, Division of Accounting and Finance, E-mail: cagatay.orcun@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7413-6099>.

<sup>4</sup> Assoc. Prof., Dokuz Eylül University, F.E.A.S.-Business Administration, Division of Management and Organization, E-mail: boran.sezgin@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-6671-8053>.

## Giriş

Gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmelerini tehlikeye atmamak adına ortaya çıkan sürdürülebilirlik olgusu (WCED, 1987: 16), ekonomik büyüme, sosyal gelişim ve çevresel korumayı dikkate alan (Phyper ve MacLean, 2009:43) üç bileşenli bir yaklaşımdır (Adams, 2006; Kane, 2010). Fakat sanayi devrimi ile şekillenen doğrusal ekonomik anlayışın sonucunda dünyadaki kaynakların hızla tüketilmesi, fosil temelli kaynakların yoğun biçimde kullanılması ve doğaya atıkların kontrolsüzce salınması (Anderson, 2004: 34) çevreye yıkıcı bir zarar verilmesine neden olmuştur (Pane Haden vd., 2009: 1042). Bu nedenle günümüzde en temel sorunlardan birisi küresel ısınmaya neden olan etkilerin ortadan kaldırılması ya da azaltılmasıdır (Hoel ve Kverndokk, 1996: 116).

Küresel ısınmaya neden olan etkilerden bir tanesi, fosil temelli kaynakların kullanılması sonucu çevreye yüksek miktarda karbondioksit salınımıdır (Hosseini, 2022: 3; Tran vd., 2020). Fosil temelli yakıtları yoğun bir şekilde kullanan ulaşım sektörü söz konusu soruna büyük ölçüde öncülük etmektedir (Knez vd., 2019: 284). Bu nedenle karbondioksit emisyonlarının azaltılması için fosil yakıtları kullanan içten yanmalı geleneksel motorların, daha verimli alternatiflerle değiştirilmesi önemli bir konudur (Ruiz vd., 2018: 1427). Hibrit ve elektrikli araçlar yakıt tüketimini ve emisyon miktarını azaltması nedenleriyle etkili alternatiflerden bir tanesidir (Tran vd., 2020; Biswas ve Das, 2019: 531). Söz konusu süreç hem çevresel hem de ekonomik açıdan daha sürdürülebilir bir gelecek için ilerleyen dönemde elektrikli araç teknolojilerinin, uygulamalarının, enerji yönetiminin ve saklama sistemlerinin otomotiv sektörü açısından en önemli alanlara dönüştürmektedir (Hoque vd., 2017: 1363). Otomotiv sektöründeki bu değişim son yıllarda belirgin bir şekilde görülmektedir. Her ne kadar önceki dönemlerde sınırlı sürüş mesafesi ve uzun şarj süresi gibi sorunlar elektrikli araç alımını kısıtlamış olsa da (Hidruve vd., 2011: 687), bu sorunlar günümüzde büyük oranda teknolojik ilerleme ile çözülmüştür. Statista verilerine göre 2024 yılında elektrikli araç pazarının 800 milyar dolara ulaşacağı, 2029 yılına kadar yıllık ortalama %7 civarında büyüyeceği ve 2029 yılında 20 milyona yakın elektrikli araç satılacağı beklenmektedir (statista.com). Hatta Ecer (2021: 2), elektrikli araç satışlarının 2030 yılında 40 milyonun üzerinde olacağını, bütün araçların %30'unun elektrikli olacağını iddia etmektedir. Pazarın bu hızla büyüyeceğine yönelik beklenti, elektrikli araç pazarının hızla genişlemesine ve çok uluslu işletmelerin de farklı özelliklere sahip çeşitli araç modelleri geliştirmesine neden olmaktadır (Biswas ve Das, 2019: 532).

Küresel bazda özellikle enerji tüketimi açısından fayda sağlaması nedeniyle birçok ülke elektrikli araçlar için teşvik sistemleri geliştirmektedir. Çünkü söz konusu teşviklerin yokluğu/azlığı 2010'lu yıllarda elektrikli araç fiyatlarının çok yüksek olmasına neden olarak tüketicilerin elektrikli araçlara geçişi konusunda sakıncaları olmasına yol

açmıştır (Hidru vd., 2011: 687). Diğer taraftan bu tip teşviklerin varlığı, tüketicilerin elektrikli araç satın alırken motivasyonlarını artırmaktadır (Ozaki ve Sevastyanova, 2011: 2023-2024). Türkiye’de de çevre dostu olan elektrikli araçların satın alınmasını teşvik etme amacıyla özel tüketim vergisi (ÖTV) indirimi, motorlu taşıtlar vergisi (MTV) indirimi ve elektrikli araç üretimine yönelik yatırım teşvikleri bulunmaktadır. Özellikle motor gücü 160 kW’ı geçmeyen ve belirli bir matrahın altında olan araçlar için %25 ÖTV uygulanmaktadır. Bütün bunlara ek olarak elektrikli araçların MTV’si içten yanmalı motorlu araçlara göre genel olarak daha düşüktür. Söz konusu finansal gelişmeler, elektrikli araçlara yönelik cazibeyi artırmaktadır. Sektördeki teknolojik anlamdaki ilerlemeler ve finansal gelişmelerin elektrikli araçlara yönelik cazibeyi artırdığı görülmektedir. Bütün bu bilgiler ışığında pazarın hızlı büyüyeceğine dair beklenti ve öngörülerin çoğalması, birçok farklı markanın sektöre yatırım yaparak farklı modellerle pazara girmesine neden olmaktadır. Sonuç olarak pazardaki geniş ürün yelpazesi ve farklı teknik özellikleri olan birçok marka ve model Türkiye’deki tüketicilerin rasyonel bir seçim yapmasını zorlaştırmaktadır. Bu araştırma bağlamında cevap aranan sorular şu şekildedir:

- Elektrikli araba seçiminde gerçekleştirilen ulusal ve uluslararası çalışmalarda dikkate alınan kriterler nelerdir? Söz konusu kriterlerin öncelik sıralaması nedir?
- Türkiye’deki %25’lik ÖTV dilimi içinde kalan elektrikli araçların arasında hangisi tercih edilmelidir? Söz konusu tercihte hangi kriterler hangi ağırlıklarla dikkate alınmalıdır?

Bu doğrultuda araştırmanın amacı, tüketicilerin elektrikli araç seçiminde dikkate aldıkları kriterlerin önceliklendirilmesi ve bu önceliklendirme çerçevesinde piyasada mevcut alternatiflerin ideal düzlemde sıralandırılmasıdır. İçten yanmalı motorların neden olduğu karbon emisyonlarını azaltmak amacıyla elektrikli araç kullanımının artırılması gerekliliği sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Diğer taraftan çok fazla seçenek olması söz konusu satın alımları tüketicinin seçim yapma konusundaki tereddütleri ve karar verme zorlukları nedeniyle engel yaratabilmektedir. Her ne kadar elektrikli arabaların üzerine çok kriterli uluslararası ve ulusal çalışmalar mevcut olsa da son dönemdeki pazarın geniş yelpazesini dikkate alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın %25 ÖTV diliminde yer alan 40 farklı alternatifin hepsini aynı anda ve B, C, D segmentasyonlarına göre ayırarak değerlendirmesi araştırmanın özgünlüğünü oluşturmaktadır. Sonuçların elektrikli araçların seçimi konusunda tüketicilere yol gösterici olması, otomotiv üreticileri açısından pazarlama stratejilerine yönelik bilgi sağlaması açısından katkı vereceği düşünülmektedir.

Bu doğrultuda, araştırmanın ilk bölümünde elektrikli araçların seçiminde çok kriterli karar verme yöntemi kullanan çalışmalara yönelik yazın taranacak, ardından kullanılan

seçim kriterleri ve sonuçlar tartışılacaktır. Daha sonra araştırmanın yöntemi ve bulgular ortaya konacaktır. Son olarak bu çalışmada elde edilen bulgular tartışılarak öneriler sunulacaktır.

### Yazın İncelemesi

Daha önce belirtildiği gibi yazında özellikle elektrikli araçların sayısında ve çeşitliliğinde artış hızlandıkça söz konusu elektrikli araçların seçimi tüketici açısından zorlaşmaktadır. Dolayısı ile elektrikli araç seçimine yönelik araştırmaların sayısı sürekli artış göstermekte ve bu çalışmalarda farklı modeller ile birçok farklı kriter kullanılarak elektrikli araçların sıralaması yapılmaktadır.

Watrobowski vd. (2017) Avrupa Birliği'nde satışa sunulan elektrikli karavanlar için 10 modeli karşılaştırdıkları çalışmalarında çok boyutlu teknik, ekonomik ve operasyonel faktörlerin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır. En yüksek performansa sahip araç Phoenix Motorcars SUV olarak belirlenmiştir. Bisewas ve Das'ın (2018) Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.) pazarındaki çalışmasında ise MABAC yöntemi ile 7 araç karşılaştırılmıştır. Hyundai Ioniq Electric modeli en iyi performansı gösteren elektrikli araç olarak belirlenmiştir. Das vd.'nin (2019) Asya pazarındaki 12 araç üzerine gerçekleştirdiği çalışmada FAHP EVAMIX yöntemlerinden faydalanılmıştır. BYD E6, çok kriterli karar verme (MCDM) modeli kullanılarak yapılan değerlendirme sonucunda en iyi elektrikli araç modeli olarak tespit edilmiştir. Ziemba'nın (2020) PROSA-C yöntemi ile karşılaştırdığı 12 araç ile gerçekleştirdiği çalışma sonuçlarına göre en iyi seçenek Nissan LEAF e+ olmaktadır. Sonar ve Kulkarni'nin (2021) Hindistan pazarında gerçekleştirdiği çalışmada Hyundai Kona, en yüksek performans sahibi araç olarak tespit edilmiştir. Ecer (2021) Almanya pazarındaki 10 elektrikli araç için farklı yöntemleri denemiştir. MAIRCA, MARCOS, ARAS, SECA ve COPRAS yöntemlerine göre Tesla Model S en iyi elektrikli araç iken, Hyundai Ioniq EV COCOSO için en iyi olarak ortaya konmuştur. Pradhan vd. (2022) Hindistan pazarını dikkate alarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında Fuzzy TFN, QFD, COPRAS yöntemlerinden faydalanmışlardır. Hyundai Kona Electric, hem teknik hem de müşteri kriterlerine göre en uygun elektrikli araç olarak belirlenmiştir. Stilić vd. (2022) Bosna Hersek pazarındaki kanunen uygun, en az 5 yolcu kapasitesi ve 40 bin euro altında olan 11 elektrikli aracı SWARA, MABAC yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Batarya kapasitesi en önemli unsur olmuştur. Volkswagen ID.3 Pro (A11), en uygun taksi aracı olarak belirlenmiştir. Çoşkun'un (2022) Türkiye pazarındaki resmi distribütörlüğü ve resmi satışı olan 800.000 TL altı 5 elektrikli araç ile gerçekleştirdiği çalışma sonuçlarına göre en önemli ilk 2 kriter tork ve tam şarj süresidir. Alternatiflerin sıralanmasında Hyundai Kona 150 kW birinci sıradadır. Boskovic vd. (2023) AROMAN yöntemi ile 4 elektrikli aracı arasında EV-4'ü en uygun araç olarak belirlenmiştir. Puska vd. (2023) MEREC, CRITIC yöntemleri ile 45.000 Euro altındaki Bosna Hersek pazarındaki 9 elektrikli aracı karşılaştırmıştır. Toyota Proace City Verso Electric L2 aracı en uygun araç olarak seçilmiştir. MEREC yöntemi kullanıldığında ise Renault Kangoo E-Tech en iyi araç olmuştur. En kritik kriterler, şarj süresi ve bagaj hacmi olarak tespit edilmiştir. Puska vd. (2023b) yine Bosna Hersek'te

35. 000 euro altı 20 araç ile ilgili çalışmasında ise Sono Sion aracı en iyi elektrikli araç olarak bulgulanmıştır. Aydın vd.'nin (2024) Entropi, WASPAS ve MOORA yöntemleri ile Türkiye pazarında en çok satan 11 elektrik araç ile ilgili gerçekleştirdikleri çalışmada ise en yüksek ağırlığa sahip kriter güç olduğu, en yüksek performans gösteren elektrikli aracın ise TOGG T10X V2 olduğu tespit edilmiştir. Kızılkaya (2024) Türkiye pazarında en çok satan 7 elektrikli aracı Entropi, COPRAS yöntemleri ile karşılaştırmıştır. En önemli iki kriter, fiyat ve hızlı şarj süresi olarak belirlenmiştir. Hyundai IONIQ 6 öne çıkmıştır.

Bazı çalışmalarda ise araç modelleri ile ilgili veri araştırmacılar tarafından paylaşılmamıştır. Entropi ve TOPSIS yöntemlerini kullanan Gavcar ve Kara (2020) yüksek beygir gücü, uzun menzil ve güçlü batarya kapasitesi kriterlerinin belirleyici olduğunu iddia etmektedirler. Yine Türkiye bağlamındaki bir diğer çalışmada ise Öztaysi vd.'nin (2022), SMART yönteminin etkili bir karar verme yöntemi olduğuna değinilmiştir. Tepe'nin (2022) 10 aracı dikkate alarak IVSF, AHP, ELECTRE yöntemlerini kullandığı çalışmasında batarya kapasitesi, verimlilik ve şarj altyapısı gibi teknik kriterlerde iyi olan araçlar daha yüksek sıralamaya sahiptir. Tian vd. (2023) kullanıcı yorumlarını dikkate alan bir analiz gerçekleştirmişlerdir. Bu sayede hem tüketici görüşlerini nesnel veri haline getirme hem de karar verme süreçlerini daha gerçekçi yapma konusunda fayda sağlamaktadırlar. Farklı modelleri değerlendirerek yapılan çalışmalarda kullanılan araçları dikkate alarak dünya genelindeki 8 elektrikli aracın karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada (Golui vd., 2024) fiyat ve mesafe en önemli kriterler olarak öne çıkmıştır. Wieckowski vd. (2024) RANCOM ve ESP-SPOTIS yönteminden faydalandıkları çalışmalarında fiyat, hızlı şarj ve kapı sayısı kriterlerinin ağırlığı en yüksek kriterler olduğunu belirtmişlerdir. Güler (2024) BMW, LOPCOW yöntemlerinden faydalanarak 43 elektrikli aracı karşılaştırmış ve en önemli kriterlerin batarya kapasitesi, menzil ve şarj süresi olduğunu belirtmiştir. İlgili çalışmaların yazarları, yayınlanma yılı, hangi elektrikli araç pazarını dikkate aldığı, hangi yöntemlerden faydalandığı ve örneklem sayısı Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Elektrikli Araç Seçimine Yönelik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Faydalanan Çalışmalar

| Yazarlar                                                  | Yıl  | Pazar     | Kullanılan Model                             | Örneklem   |
|-----------------------------------------------------------|------|-----------|----------------------------------------------|------------|
| Watrobski, Malecki, Kijewska, Iwan, Karcmarczyk, Thompson | 2017 | AB (Van)  | PROMETHEE II ve fuzzy TOPSIS                 | 10 Karavan |
| Biswas ve Das                                             | 2018 | A.B.D.    | MABAC                                        | 7 Araç     |
| Das, Pandey, Mahato ve Singh                              | 2019 | Asya      | FAHP EVAMIX                                  | 12 Araç    |
| Gavcar ve Kara                                            | 2020 | Türkiye   | Entropi ve TOPSIS                            | 11 araç    |
| Ziemba                                                    | 2020 | Polonya   | PROSA-C                                      | 12 araç    |
| Sonar ve Kulkarni                                         | 2021 | Hindistan | AHP, MABAC                                   | 6 araç     |
| Ecer                                                      | 2021 | Almanya   | MARCOS, MAIRCA, SECA, COCOSO, ARAS ve COPRAS | 10 Araç    |

|                                                          |      |              |                          |         |
|----------------------------------------------------------|------|--------------|--------------------------|---------|
| Pradhan, Shabbiruddin ve Pradhan                         | 2022 | Hindistan    | Fuzzy TFN, QFD, COPRAS   | 6 Araç  |
| Öztaysi, Kahraman ve Onar                                | 2022 | Türkiye      | SMART                    | 3 araç  |
| Stilic, Puska, Duric ve Bozanic                          | 2022 | Bosna Hersek | SWARA, MABAC             | 11 Araç |
| Tepe                                                     | 2022 | Veri yok     | IVSF, AHP, ELECTRE       | 10 Araç |
| Çoşkun                                                   | 2022 | Türkiye      | MULTIMOORA               | 5 Araç  |
| Tian, Liang, Nie, Wang ve Wang                           | 2023 | Çin          | ORESTE, HIFE             | 8 araç  |
| Boskovic, Svadlenka, Jovic, Dobrodolac, Simic ve Bacanin | 2023 | Veri yok     | AROMAN                   | 4 araç  |
| Puska, Stojanovic, Stilic                                | 2023 | AB (Karavan) | MEREC, CRITIC            | 9 Araç  |
| Wieckowski vd.                                           | 2023 | 20 ülke      | TOPSIS                   | 7 araç  |
| Puska, Bozanic, Mastilo ve Pamucar                       | 2023 | Bosna Hersek | DNMEREC, DNCRADIS        | 20 araç |
| Golui, Mahapatra ve Mahapatra                            | 2024 | Veri yok     | FF-TOPSIS                | 8 araç  |
| Aydın, Ural ve Demireli                                  | 2024 | Türkiye      | Entropi, WASPAS ve MOORA | 11 araç |
| Wieckowski, Watrobski, Shkurina ve Salabun               | 2024 | Veri yok     | RANCOM, ESP-SPOTIS       | 19 Araç |
| Güler                                                    | 2024 | Türkiye      | BWM, LOPCOW              | 44 Araç |
| Kızılkaya                                                | 2024 | Türkiye      | Entropi ve COPRAS        | 7 Araç  |

Söz konusu 22 çalışmada 23 farklı kriterin kullanıldığı görülmektedir. En çok öne çıkan kriterlerin “fiyat”, “azami hız”, “batarya kapasitesi” ve “tam şarj süresi” olduğu tespit edilmiştir. Bütün kriterler ve hangi çalışmalarda kullanıldığına ilişkin veriler Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Kriterler ve Kullanan Çalışmalar

| Kriter    | Kullanan Çalışmalar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Adet |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Fiyat     | Watrobski vd. (2017); Biswas ve Das (2018); Das vd., (2019); Gavcar ve Kara (2020); Ziembra (2020); Sonar ve Kulkarni (2021); Ecer (2021); Çoşkun (2022); Öztaysi vd. (2022); Pradhan vd. (2022); Stilic vd. (2022); Tepe (2022); Boskovic vd. (2023); Puska vd. (2023); Puska vd. (2023b); Wieckowski vd. (2023); Tian vd. (2023); Aydın vd. (2024); Golui vd. (2024); Kızılkaya (2024); Wieckowski vd. (2024) | 21   |
| Azami Hız | Watrobski vd. (2017); Biswas ve Das (2018); Das vd., (2019); Ziembra (2020); Ecer (2021); Çoşkun (2022); Pradhan vd. (2022); Stilic vd. (2022); Tepe (2022); Puska vd. (2023); Puska vd. (2023b); Wieckowski vd. (2023); Tian vd. (2023); Aydın vd. (2024); Güler (2024); Kızılkaya (2024); Wieckowski vd. (2024)                                                                                               | 17   |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Batarya Kapasitesi               | Watrobski vd. (2017); Das vd., (2019); Gavcar ve Kara (2020); Ziemba (2020); Sonar ve Kulkarni (2021); Ecer (2021); Pradhan vd. (2022); Stilic vd. (2022); Tepe (2022); Boskovic vd. (2023); Puska vd. (2023b); Wieckowski vd. (2023); Aydın vd. (2024); Güler (2024); Kızılkaya (2024); Wieckowski vd. (2024) | 16 |
| Tam Şarj Süresi                  | Watrobski vd. (2017); Das vd., (2019); Ziemba (2020); Ecer (2021); Sonar ve Kulkarni (2021); Çoşkun (2022); Pradhan vd. (2022); Puska vd. (2023); Puska vd. (2023b); Stilic vd. (2022); Tepe (2022); Wieckowski vd. (2023); Güler (2024); Kızılkaya (2024); Wieckowski vd. (2024)                              | 16 |
| Tork                             | Watrobski vd. (2017); Das vd., (2019); Ziemba (2020); Sonar ve Kulkarni (2021); Çoşkun (2022); Pradhan vd. (2022); Stilic vd. (2022); Puska vd. (2023b); Wieckowski vd. (2023); Aydın vd. (2024); Golui vd. (2024); Güler (2024); Kızılkaya (2024); Wieckowski vd. (2024)                                      | 14 |
| Motor Gücü                       | Watrobski vd. (2017); Gavcar ve Kara (2020); Ziemba (2020); Ecer (2021); Çoşkun (2022); Pradhan vd. (2022); Stilic vd. (2022); Puska vd. (2023); Puska vd. (2023b); Tian vd. (2023); Aydın vd. (2024); Güler (2024); Kızılkaya (2024); Wieckowski vd. (2024)                                                   | 14 |
| Km Başına Tüketim                | Biswas ve Das (2018); Ziemba (2020); Ecer (2021); Pradhan vd. (2022); Tepe (2022); Puska vd. (2023); Puska vd. (2023b); Wieckowski vd. (2023); Aydın vd. (2024); Güler (2024)                                                                                                                                  | 10 |
| Bagaj Hacmi                      | Ziemba (2020); Pradhan vd. (2022); Stilic vd. (2022); Puska vd. (2023); Puska vd. (2023b); Tian vd. (2023); Aydın vd. (2024); Golui vd. (2024); Wieckowski vd. (2024)                                                                                                                                          | 9  |
| İzin Verilen Ağırlık Taşıma      | Watrobski vd. (2017); Ecer (2021); Öztaysi vd. (2022); Boskovic vd. (2023); Puska vd. (2023); Puska vd. (2023b); Wieckowski vd. (2024)                                                                                                                                                                         | 7  |
| %80 Şarj Süresi                  | Watrobski vd. (2017); Ecer (2021); Pradhan vd. (2022); Wieckowski vd. (2023); Aydın vd. (2024); Wieckowski vd. (2024)                                                                                                                                                                                          | 6  |
| Akıllı Özellikler / Otonom Sürüş | Tepe (2022); Tian vd. (2023); Golui vd. (2024); Wieckowski vd. (2024)                                                                                                                                                                                                                                          | 4  |
| Batarya Ömrü / Sigorta           | Ecer (2021); Pradhan vd. (2022); Golui vd. (2024)                                                                                                                                                                                                                                                              | 3  |
| Güvenlik                         | Ziemba (2020); Pradhan vd. (2022)                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  |
| Aerodinamik Katsayısı            | Gavcar ve Kara (2020); Aydın vd. (2024)                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2  |
| Konfor                           | Tian vd. (2023); Golui vd. (2024)                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  |
| İkinci El Fiyatı                 | Öztaysi vd. (2022)                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1  |
| Verimlilik (BC/AR)               | Aydın vd. (2024)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1  |
| Görünüm                          | Tian vd. (2023)                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1  |
| Yerden Yükseklik                 | Pradhan vd. (2022)                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1  |
| Araç Türü                        | Pradhan vd. (2022)                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1  |
| Kapı Sayısı                      | Wieckowski vd. (2024)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1  |



|                |                       |   |
|----------------|-----------------------|---|
| Uzunluk        | Wieckowski vd. (2024) | 1 |
| Lastik Çevresi | Wieckowski vd. (2024) | 1 |

### Araştırmanın Kapsamı

Araştırmanın amacına yönelik olarak çalışma kapsamına, Türkiye elektrikli otomobil piyasasında Eylül 2025 itibariyle satışta bulunan ve %25 ÖTV diliminde yer alan 21 markaya ait toplamda 40 araç dahil edilmiştir. Bu araçlar, markalar tarafından A, B, C ve D olmak üzere 4 segmentte konumlandırılmaktadır. ÖTV dilimi kısıtı, tüketiciler açısından daha ulaşılabilir alternatiflerin sıralandırılması amacıyla tercih edilmiştir. Tablo 3'te çalışmaya dahil elektrikli otomobiller yer almaktadır.

Tablo 3. Analize Dahil Edilen Elektrikli Araçlar

| Alternatif | Marka - Model                      | Segment |
|------------|------------------------------------|---------|
| A01        | Alfa Romeo Junior Elettrica        | B       |
| A02        | BYD Dolphin (Comfort)              | B       |
| A03        | BYD Atto 3                         | C       |
| A04        | BYD Seal U                         | D       |
| A05        | BYD Seal                           | D       |
| A06        | Citroen E-C3 (Max)                 | B       |
| A07        | Citroen E-C3 Aircross              | B       |
| A08        | Citroen E-C4                       | C       |
| A09        | Citroen E-C4X                      | C       |
| A10        | Cupra Born                         | B       |
| A11        | Fiat 600e                          | B       |
| A12        | Ford Puma Gen-E                    | B       |
| A13        | Ford Capri                         | C       |
| A14        | Ford Explorer                      | C       |
| A15        | Hyundai Instar                     | A       |
| A16        | Hyundai Kona                       | B       |
| A17        | Hyundai Ioniq 5                    | C       |
| A18        | Hyundai Ioniq 6                    | D       |
| A19        | Jeep Avenger (Limited)             | B       |
| A20        | KG Mobility Torres EVX             | D       |
| A21        | Kia EV3 Standart Menzil (Elegance) | B       |
| A22        | Kia EV3 Uzun Menzil (Elegance )    | B       |
| A23        | MG4 (xPower)                       | C       |
| A24        | Mini Countryman E (Favoured)       | C       |
| A25        | Opel Corsa E                       | B       |

|     |                                |   |
|-----|--------------------------------|---|
| A26 | Opel Frontera E                | C |
| A27 | Opel Astra E                   | C |
| A28 | Peugeot E-208                  | B |
| A29 | Peugeot E-308                  | C |
| A30 | Peugeot E-2008 (100kw)         | B |
| A31 | Peugeot E-2008 (115kw)         | B |
| A32 | Peugeot E-3008 (Allure)        | C |
| A33 | Renault R5 E-Tech (EV52)       | A |
| A34 | Skoda Elroq                    | C |
| A35 | Skywell ET5                    | D |
| A36 | Tesla Model Y                  | D |
| A37 | TOGG T10X Standart Menzil (V1) | C |
| A38 | TOGG T10X Uzun Menzil (V1)     | C |
| A39 | Volkswagen ID.4                | C |
| A40 | Volvo EX30 (Single)            | B |

Çalışma kapsamına dahil edilen elektrikli otomobillerin sıralandırılmasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden (ÇKKV) olan Entropi ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) kullanılmıştır. Entropi yöntemi, Tablo 4'te yer alan ve sıralamada kullanılacak kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde; TOPSIS ise, bu kriterler vasıtasıyla oluşturulan veri seti üzerinden araçların sıralandırılmasında kullanılmıştır. Tablo 4 incelendiğinde; 6 fayda yönlü (batarya kapasitesi, maksimum güç, maksimum tork, karma menzil, maksimum hız ve ön-arka toplam bagaj hacmi) ve 5 maliyet yönlü (fiyat, hızlanma, karma enerji tüketimi, DC şarj süresi ve boş ağırlık) olmak üzere toplamda 11 kriter yer almaktadır. Söz konusu 11 kriter yazın taramasında tartışılan araştırmaların en az %25'inde kullanılmaktadır. Bu ölçüte dahil olan 2 kriter (izin verilen ağırlık taşıma ve tam şarj süresi) araştırma dışında bırakılmıştır. İzin verilen ağırlık taşıma kriteri, başta çekme karavan ya da mini vagon kullanmak isteyen olmak üzere sınırlı sayıda tüketici tarafından dikkate alınması sebebiyle; tam şarj süresi ise, birçok otomobil firmasının bataryanın sağlığı için şarj döngüsünün %20 ile %80 arasında tutulması önerisi sebebiyle analizlerde kullanılmamıştır.

Tablo 4. Çalışmada Kullanılan Kriterler

| Kriter (Kodu) (Birimi)          | Optimizasyon Yönü |
|---------------------------------|-------------------|
| Fiyat (K1) (TL)                 | Maliyet (M)       |
| Batarya Kapasitesi (K2) (kWh)   | Fayda (F)         |
| Maksimum Güç (K3) (HP)          | Fayda (F)         |
| Maksimum Tork (K4) (Nm)         | Fayda (F)         |
| Hızlanma (0-100 km/h) (K5) (sn) | Maliyet (M)       |

|                                          |             |
|------------------------------------------|-------------|
| Menzil (Karma) (K6) (km)                 | Fayda (F)   |
| Enerji Tüketimi (Karma) (K7) (kWh/100km) | Maliyet (M) |
| DC Şarj Süresi (%10-%80) (K8) (dk)       | Maliyet (M) |
| Maksimum Hız (K9) (km/h)                 | Fayda (F)   |
| Boş Ağırlık (K10) (kg)                   | Maliyet (M) |
| Bagaj Hacmi (Ön+Arka) (K11) (lt)         | Fayda (F)   |

Çok kriterli karar verme problemlerinde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biri olarak Entropi yöntemi sırasıyla; karar matrisinin oluşturulması, normalizasyonu, kriterlere ilişkin entropi değerlerinin, farklılaşma derecelerinin bulunması ve entropi kriter ağırlıklarının hesaplanması olmak üzere beş sıralı adımdan oluşmaktadır (Erol ve Ferrell, 2009:1196- 1997; Karami ve Johansson, 2014: 523-524; Ayçin, 2019: 132).

1. adımda alternatiflere (A) yönelik  $x_{ij}$  değerlerinden oluşan ve D ile gösterilen karar matrisi oluşturulur (1).

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. adımda ölçeklerde bulunan farklılıkları ortadan kaldırabilmek için, denklem 2'de yer alan işlem uygulanarak karar matrisinin normalizasyonu ( $p_{ij}$ ) sağlanır.

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

3. adımda kriterlere ilişkin entropi değerleri ( $e_j$ ) denklem 3 yardımıyla bulunur. Denklemde yer alan "k" değeri,  $(\ln(m))^{-1}$  olarak tanımlanan bir katsayıdır.

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m [P_{ij} \ln P_{ij}] \quad (3)$$

4. adımda farklılaşma derecesi olarak  $d_j$  belirsizliği denklem 4 kullanılarak bulunur.

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

Son adımda ise, kriterlere ilişkin ağırlıkların ( $w_j$ ) bulunması denklem 5 ile gerçekleştirilir.

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

Alternatiflerin sıralandırılmasında kullanılan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), günümüzde en sık tercih edilen çok kriterli karar verme tekniklerinden biridir. Karar matrisinin, standart karar matrisinin ve ağırlıklandırılmış standart karar matrisinin oluşturulması, pozitif ideal ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi, pozitif ve negatif ideal noktalara olan uzaklığın ve ideal çözüme göreceli yakınlığın hesaplanması olmak üzere 6 aşamalı bir süreçten oluşmaktadır (Dumanoglu ve Ergül, 2010: 105-107).

1. adım karar matrisinin (A) oluşturulmasıdır. Karar matrisinin satırlarında karar alternatifleri, sütunlarında ise karar kriterleri yer alır. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$A_{ij}$  matrisinde i karar noktası sayısını, j değerlendirme faktörü sayısını verir.

2. adım standart karar matrisinin (R) oluşturulmasıdır. Standart karar matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^i a_{ij}^2}} \quad (7)$$

R matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1j} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{i1} & r_{i2} & \dots & r_{ij} \end{bmatrix} \quad (8)$$

3. adım ağırlıklı standart karar matrisinin (V) oluşturulmasıdır. Öncelikle değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri ( $w_i$ ) belirlenir. Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili  $w_i$  değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur. V matrisi 9 numaralı denklem ile hesaplanabilmektedir.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_i r_{1j} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_i r_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{i1} & w_2 r_{i2} & \dots & w_i r_{ij} \end{bmatrix} \quad (9)$$

4. adım pozitif (A+) ve negatif ideal (A-) çözümlerin oluşturulmasıdır. TOPSIS, her bir değerlendirme faktörünün tekdüze yükselen ya da alçalan bir yönelime sahip

olduğunu varsaymaktadır. İdeal çözüm setinin kurulabilmesi için  $V$  matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme unsurlarının yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. İdeal çözüm seti 10 numaralı denklem ile bulunabilmektedir.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \mid j \in J), (\min_i v_{ij} \mid j \in J') \right\} \quad (10)$$

(10) formülünden hesaplanacak set  $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$  şeklinde gösterilebilir.

Negatif ideal çözüm seti ise,  $V$  matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme unsurlarının yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması ise, 11 numaralı denklem ile mümkündür.

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} \mid j \in J), (\max_i v_{ij} \mid j \in J') \right\} \quad (11)$$

(11) formülünden hesaplanacak set  $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$  şeklinde gösterilebilir.

Her iki formülde de  $J$  fayda,  $J'$  ise maliyet değerini göstermektedir. Gerek pozitif ideal gerekse negatif ideal çözüm seti, değerlendirme faktörü sayısı yani  $m$  elemandan oluşmaktadır.

5. adım ayırım ölçülerinin hesaplanmasıdır. TOPSIS, her bir karar noktasına yönelik değerlendirme faktör değerinin pozitif ve negatif ideal çözüm setinden ayrışmalarının bulunabilmesi için Öklid Uzaklık Yaklaşımı'ndan yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin ayrışma değerleri ise pozitif ( $S_i^*$ ) ve negatif ideal ayırım ( $S_i^-$ ) ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. Pozitif ideal ayırım ( $S_i^*$ ) ölçüsünün hesaplanması (12) numaralı denklemde, negatif ideal ayırım ( $S_i^-$ ) ölçüsünün hesaplanması ise (13) numaralı denklemde gösterilmiştir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (12)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (13)$$

Burada hesaplanacak  $S_i^*$  ve  $S_i^-$  sayısı doğal olarak karar noktası sayısı kadar olacaktır.

6. adım ideal çözüme göreli yakınlığın hesaplanmasıdır. Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının ( $C_i^*$ ) hesaplanmasında pozitif ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme göreli yakınlık değeri 14 numaralı denklem ile hesaplanabilmektedir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (14)$$

Burada  $C_i^*$  değeri  $0 \leq C_i^* \leq 1$  aralığında değer alır ve  $C_i^* = 1$  ilgili karar noktasının pozitif ideal çözüme,  $C_i^* = 0$  ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak

yakınlığını gösterir. Elde edilen değerler, büyüklük sırasına göre dizilerek karar noktalarının önem sıraları belirlenir.

### Bulgular ve Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu bölümünde analize dahil edilen 21 markaya ait 40 elektrikli aracın (Tablo 3) sıralandırılması, belirlenen kriterler (Tablo 4) çerçevesinde Entropi tabanlı TOPSIS ile gerçekleştirilmiştir. Tablo 5’te ilgili markaların internet sitelerinden elde edilen ve analizlerde kullanılacak veriler yer almaktadır.

Tablo 5. Analiz Verileri

|     | K1      | K2   | K3  | K4  | K5   | K6  | K7   | K8   | K9  | K10  | K11 |
|-----|---------|------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|-----|
| A01 | 2206822 | 54   | 156 | 260 | 9    | 404 | 15,3 | 27   | 150 | 1545 | 400 |
| A02 | 1664000 | 60,4 | 204 | 310 | 7    | 427 | 15,9 | 40   | 160 | 1658 | 345 |
| A03 | 2079000 | 60,5 | 204 | 310 | 7,3  | 420 | 16   | 35   | 160 | 1750 | 440 |
| A04 | 2486000 | 87   | 218 | 330 | 9,6  | 500 | 20,5 | 43   | 175 | 2147 | 425 |
| A05 | 2319000 | 61,4 | 218 | 380 | 6,9  | 460 | 15,4 | 26   | 220 | 1970 | 453 |
| A06 | 1405000 | 44   | 113 | 125 | 10,4 | 320 | 17,4 | 26   | 132 | 1491 | 310 |
| A07 | 1558000 | 44   | 113 | 125 | 12,9 | 303 | 18,3 | 26   | 143 | 1504 | 460 |
| A08 | 1974000 | 54   | 156 | 260 | 9,1  | 406 | 15,2 | 30   | 150 | 1646 | 380 |
| A09 | 1999000 | 54   | 156 | 260 | 9,1  | 417 | 14,9 | 30   | 150 | 1652 | 510 |
| A10 | 2186177 | 77   | 204 | 265 | 8,1  | 551 | 16,7 | 28   | 160 | 1891 | 385 |
| A11 | 1919043 | 54   | 156 | 260 | 9    | 406 | 15,2 | 27   | 150 | 1520 | 360 |
| A12 | 1936900 | 43   | 168 | 290 | 8    | 353 | 14,2 | 23,2 | 160 | 1575 | 566 |
| A13 | 2289200 | 52   | 170 | 310 | 8,7  | 373 | 16,5 | 25   | 160 | 1956 | 572 |
| A14 | 2050600 | 52   | 170 | 310 | 8,7  | 356 | 17,3 | 25   | 160 | 1961 | 450 |
| A15 | 1577000 | 49   | 115 | 147 | 10,6 | 360 | 15,1 | 30   | 150 | 1418 | 351 |
| A16 | 1995000 | 48,4 | 156 | 255 | 8,8  | 377 | 14,6 | 41   | 162 | 1615 | 493 |
| A17 | 2269000 | 63   | 170 | 350 | 8,5  | 440 | 15,6 | 18   | 185 | 1955 | 577 |
| A18 | 2185000 | 53   | 151 | 350 | 8,8  | 429 | 13,9 | 18   | 185 | 1850 | 446 |
| A19 | 2098776 | 54   | 156 | 260 | 9    | 400 | 13,5 | 24   | 150 | 1595 | 380 |
| A20 | 2440388 | 73,4 | 207 | 339 | 8,1  | 482 | 18,7 | 37   | 175 | 1915 | 839 |
| A21 | 2020000 | 58,3 | 204 | 283 | 7,5  | 435 | 14,9 | 29   | 170 | 1725 | 485 |
| A22 | 2120000 | 81,4 | 204 | 283 | 7,7  | 604 | 14,9 | 31   | 170 | 1810 | 485 |

|     |         |      |     |     |      |       |      |    |     |      |     |
|-----|---------|------|-----|-----|------|-------|------|----|-----|------|-----|
| A23 | 1990000 | 64   | 320 | 600 | 3,8  | 385   | 18,7 | 26 | 200 | 1803 | 350 |
| A24 | 2488800 | 64,6 | 204 | 250 | 8,6  | 462   | 16,5 | 29 | 170 | 1865 | 460 |
| A25 | 1647000 | 50   | 136 | 260 | 8,2  | 354   | 16,1 | 25 | 150 | 1469 | 267 |
| A26 | 1587000 | 44   | 113 | 125 | 12,1 | 301   | 18,5 | 26 | 140 | 1830 | 460 |
| A27 | 2292000 | 54   | 156 | 270 | 9,2  | 418   | 14,8 | 26 | 170 | 1679 | 352 |
| A28 | 1884500 | 50   | 136 | 260 | 9    | 363   | 15,4 | 25 | 150 | 1455 | 309 |
| A29 | 2297500 | 54   | 156 | 270 | 10,5 | 411,5 | 15,1 | 30 | 170 | 1684 | 361 |
| A30 | 1953500 | 50   | 136 | 260 | 9,9  | 327   | 15,8 | 25 | 150 | 1550 | 434 |
| A31 | 2013500 | 54   | 156 | 260 | 9,1  | 403   | 15,5 | 27 | 150 | 1550 | 434 |
| A32 | 2464500 | 73   | 210 | 343 | 8,7  | 500   | 13,9 | 30 | 170 | 2114 | 520 |
| A33 | 1855000 | 52   | 150 | 245 | 8    | 400   | 13   | 30 | 150 | 1525 | 326 |
| A34 | 2185900 | 63   | 204 | 310 | 8    | 422   | 16,1 | 24 | 160 | 1978 | 470 |
| A35 | 2175000 | 86   | 204 | 320 | 7,9  | 489   | 15,9 | 38 | 150 | 2005 | 467 |
| A36 | 2305500 | 62,5 | 218 | 420 | 7    | 500   | 13,9 | 20 | 217 | 2003 | 822 |
| A37 | 1862000 | 52,4 | 218 | 350 | 7,4  | 314   | 19,5 | 28 | 185 | 1949 | 441 |
| A38 | 2172000 | 88,5 | 218 | 350 | 7,8  | 523   | 19,1 | 28 | 185 | 2098 | 441 |
| A39 | 2271000 | 52   | 170 | 310 | 9    | 354   | 17   | 25 | 160 | 1979 | 545 |
| A40 | 2183875 | 69   | 204 | 343 | 6,5  | 475   | 17   | 27 | 180 | 1850 | 318 |

Çalışmada, TOPSIS'in uygulama sürecinde gerekli olan kriter ağırlıklarını belirlemek için Tablo 5'te yer alan verilere Entropi yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. Kriter Ağırlıkları

| Kriter (Kodu)                | Ağırlığı | Önem Sırası |
|------------------------------|----------|-------------|
| Fiyat (K1)                   | 0,04536  | 8           |
| Batarya Kapasitesi (K2)      | 0,10263  | 4           |
| Maksimum Güç (K3)            | 0,13179  | 3           |
| Maksimum Tork (K4)           | 0,2089   | 1           |
| Hızlanma (0-100 km/h) (K5)   | 0,08294  | 6           |
| Menzil (Karma) (K6)          | 0,06981  | 7           |
| Enerji Tüketimi (Karma) (K7) | 0,0298   | 11          |

|                               |         |    |
|-------------------------------|---------|----|
| DC Şarj Süresi (%10-%80) (K8) | 0,09664 | 5  |
| Maksimum Hız (K9)             | 0,03359 | 10 |
| Boş Ağırlık (K10)             | 0,03605 | 9  |
| Bagaj Hacmi (Ön+Arka) (K11)   | 0,16248 | 2  |

Tablo 6 incelendiğinde, seçilen dönem ve veri seti baz alındığında, alternatiflerin sıralanmasında ağırlığı en yüksek faktörün “Maksimum Tork (%20,89)” olduğu görülmektedir. Ağırlığı en düşük olan faktör ise, “Enerji Tüketimi (%2,98)”’dir. Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra, alternatiflerin sıralanmasında TOPSIS kullanılmıştır. Tablo 7’de sonuçlar yer almaktadır.

Tablo 7. TOPSIS Sonuçları

|     | Ci*     | Sıralama | Marka-Model                 |
|-----|---------|----------|-----------------------------|
| A01 | 0,31375 | 30       | Alfa Romeo Junior Elettrica |
| A02 | 0,81163 | 6        | BYD Dolphin (Comfort)       |
| A03 | 0,44356 | 20       | BYD Atto 3                  |
| A04 | 0,00342 | 39       | BYD Seal U                  |
| A05 | 0,19345 | 36       | BYD Seal                    |
| A06 | 0,99643 | 1        | Citroen E-C3 (Max)          |
| A07 | 0,89253 | 2        | Citroen E-C3 Aircross       |
| A08 | 0,5444  | 13       | Citroen E-C4                |
| A09 | 0,52087 | 16       | Citroen E-C4X               |
| A10 | 0,3352  | 28       | Cupra Born                  |
| A11 | 0,5951  | 10       | Fiat 600e                   |
| A12 | 0,57878 | 11       | Ford Puma Gen-E             |
| A13 | 0,22599 | 32       | Ford Capri                  |
| A14 | 0,47135 | 19       | Ford Explorer               |
| A15 | 0,87842 | 3        | Hyundai Inster              |
| A16 | 0,52465 | 15       | Hyundai Kona                |
| A17 | 0,32088 | 29       | Hyundai Ioniq 5             |
| A18 | 0,3365  | 26       | Hyundai Ioniq 6             |
| A19 | 0,42398 | 21       | Jeep Avenger (Limited)      |
| A20 | 0,05660 | 37       | KG Mobility Torres EVX      |



|     |         |    |                                    |
|-----|---------|----|------------------------------------|
| A21 | 0,50087 | 18 | Kia EV3 Standart Menzil (Elegance) |
| A22 | 0,40277 | 22 | Kia EV3 Uzun Menzil (Elegance)     |
| A23 | 0,52938 | 14 | MG4 (XPower)                       |
| A24 | 0,00076 | 40 | Mini Countryman E (Favoured)       |
| A25 | 0,82496 | 5  | Opel Corsa E                       |
| A26 | 0,87093 | 4  | Opel Frontera E                    |
| A27 | 0,22295 | 33 | Opel Astra E                       |
| A28 | 0,62623 | 9  | Peugeot E-208                      |
| A29 | 0,21697 | 34 | Peugeot E-308                      |
| A30 | 0,56348 | 12 | Peugeot E-208 (100kw)              |
| A31 | 0,50708 | 17 | Peugeot E-208 (115kw)              |
| A32 | 0,02854 | 38 | Peugeot E-3008 (Allure)            |
| A33 | 0,65237 | 7  | Renault R5 E-Tech (EV52)           |
| A34 | 0,33553 | 27 | Skoda Elroq                        |
| A35 | 0,34679 | 24 | Skywell ET5                        |
| A36 | 0,20825 | 35 | Tesla Model Y                      |
| A37 | 0,64621 | 8  | TOGG T10X Standart Menzil (V1)     |
| A38 | 0,34988 | 23 | TOGG T10X Uzun Menzil (V1)         |
| A39 | 0,24566 | 31 | Volkswagen ID.4                    |
| A40 | 0,33762 | 25 | Volvo EX30 (Single)                |

Tablo 7 incelendiğinde, 40 alternatif arasında en ideal seçimin “Citroen E-C3” olduğu görülmektedir. Onu Citroen E-C3 Aircross ve Hyundai Instar izlemektedir. İdeale en uzak seçenekler ise sırasıyla Mini Countryman E, BYD Seal U ve Peugeot E-3008’dir.

Günümüzde tüketicilerin araç seçiminde önemli faktörlerden birisi “segment (büyüklük)”tir. Özellikle aile üye sayısı, kişisel zevkler gibi değişkenler, tüketicilerin belirli segmentlere yönelmesine ve bu segmentte yer alan araçlar içerisinde seçim yapmalarına neden olmaktadır. Bu kapsamda çalışmada alternatifler segmentlere (B, C ve D) göre de ayrıca analiz edilmiştir. İlk olarak veri seti segment kriterine göre 3 ayrı sete dönüştürülmüştür. Ardından Entropi yöntemi ile tüm kriterlerin ağırlıkları segmentlere göre tekrardan belirlenmiştir (Tablo 8, 9, 10). Son olarak TOPSIS ile sıralamalar gerçekleştirilmiştir (Tablo 11, 12, 13). Çok kriterli karar verme yöntemlerinin ortalamalar üzerinden sonuçlara ulaşılıyor olması ve A segmentinde sadece 2 aracın bulunması sağlıklı bir analiz için yeterli değildir. Bu sebeple ilgili segment (A) ayrıca analiz edilmemiştir.

Tablo 8. Kriter Ağırlıkları (Segment B)

| Kriter (Kodu)                 | Ağırlığı | Önem Sırası |
|-------------------------------|----------|-------------|
| Fiyat (K1)                    | 0,05197  | 8           |
| Batarya Kapasitesi (K2)       | 0,12626  | 4           |
| Maksimum Güç (K3)             | 0,13022  | 3           |
| Maksimum Tork (K4)            | 0,18007  | 1           |
| Hızlanma (0-100 km/h) (K5)    | 0,09074  | 7           |
| Menzil (Karma) (K6)           | 0,12259  | 5           |
| Enerji Tüketimi (Karma) (K7)  | 0,01982  | 10          |
| DC Şarj Süresi (%10-%80) (K8) | 0,09993  | 6           |
| Maksimum Hız (K9)             | 0,01822  | 11          |
| Boş Ağırlık (K10)             | 0,02295  | 9           |
| Bagaj Hacmi (Ön+Arka) (K11)   | 0,13723  | 2           |

Tablo 8 incelendiğinde, seçilen dönem ve veri seti baz alındığında, alternatiflerin sıralanmasında ağırlığı en yüksek faktörün “Maksimum Tork (%18,007)” olduğu görülmektedir. En düşük olan faktör ise, “Maksimum Hız (%1,822)”dır.

Tablo 9. Kriter Ağırlıkları (Segment C)

| Kriter (Kodu)                 | Ağırlığı | Önem Sırası |
|-------------------------------|----------|-------------|
| Fiyat (K1)                    | 0,0369   | 8           |
| Batarya Kapasitesi (K2)       | 0,0929   | 4           |
| Maksimum Güç (K3)             | 0,17286  | 2           |
| Maksimum Tork (K4)            | 0,27395  | 1           |
| Hızlanma (0-100 km/h) (K5)    | 0,13669  | 3           |
| Menzil (Karma) (K6)           | 0,06732  | 6           |
| Enerji Tüketimi (Karma) (K7)  | 0,03172  | 9           |
| DC Şarj Süresi (%10-%80) (K8) | 0,06035  | 7           |
| Maksimum Hız (K9)             | 0,02668  | 10          |
| Boş Ağırlık (K10)             | 0,02093  | 11          |
| Bagaj Hacmi (Ön+Arka) (K11)   | 0,07971  | 5           |

Tablo 9 incelendiğinde, seçilen dönem ve veri seti baz alındığında, alternatiflerin sıralanmasında ağırlığı en yüksek faktörün “Maksimum Tork (%27,395)” olduğu görülmektedir. En düşük olan faktör ise, “Boş Ağırlık (%2,093)”tır.

Tablo 10. Kriter Ağırlıkları (Segment D)

| Kriter (Kodu)                 | Ağırlığı | Önem Sırası |
|-------------------------------|----------|-------------|
| Fiyat (K1)                    | 0,0081   | 10          |
| Batarya Kapasitesi (K2)       | 0,10484  | 3           |
| Maksimum Güç (K3)             | 0,04742  | 6           |
| Maksimum Tork (K4)            | 0,02866  | 8           |
| Hızlanma (0-100 km/h) (K5)    | 0,04441  | 7           |
| Menzil (Karma) (K6)           | 0,00915  | 9           |
| Enerji Tüketimi (Karma) (K7)  | 0,06948  | 4           |
| DC Şarj Süresi (%10-%80) (K8) | 0,32418  | 1           |
| Maksimum Hız (K9)             | 0,05591  | 5           |
| Boş Ağırlık (K10)             | 0,00681  | 11          |
| Bagaj Hacmi (Ön+Arka) (K11)   | 0,30103  | 2           |

Tablo 10 incelendiğinde, seçilen dönem ve veri seti baz alındığında, alternatiflerin sıralanmasında ağırlığı en yüksek faktörün “DC Şarj Süresi (%32,418)” olduğu görülmektedir. En düşük olan faktör ise, “Boş Ağırlık (%0,0681)”tır.

Tablo 11. TOPSIS Sonuçları (B Segment)

|     | Ci*     | Sıralama | Marka-Model                        |
|-----|---------|----------|------------------------------------|
| A01 | 0,04848 | 15       | Alfa Romeo Junior Elettrica        |
| A02 | 0,73883 | 4        | BYD Dolphin (Comfort)              |
| A06 | 0,99838 | 1        | Citroen E-C3 (Max)                 |
| A07 | 0,85104 | 2        | Citroen E-C3 Aircross              |
| A10 | 0,07828 | 14       | Cupra Born                         |
| A11 | 0,43859 | 6        | Fiat 600e                          |
| A12 | 0,41596 | 7        | Ford Puma Gen-E                    |
| A16 | 0,34091 | 9        | Hyundai Kona                       |
| A19 | 0,20132 | 12       | Jeep Avenger (Limited)             |
| A21 | 0,2271  | 11       | Kia EV3 Standart Menzil (Elegance) |

|     |         |    |                                |
|-----|---------|----|--------------------------------|
| A22 | 0,00136 | 16 | Kia EV3 Uzun Menzil (Elegance) |
| A25 | 0,75733 | 3  | Opel Corsa E                   |
| A28 | 0,48176 | 5  | Peugeot E-208                  |
| A30 | 0,39475 | 8  | Peugeot E-2008 (100kw)         |
| A31 | 0,31654 | 10 | Peugeot E-2008 (115kw)         |
| A40 | 0,08158 | 13 | Volvo EX30 (Single)            |

Tablo 11 incelendiğinde, B segmentinde yer alan 16 elektrikli araç içerisinde en ideal seçimin “Citroen E-C3” olduğu görülmektedir. Onu Citroen E-C3 Aircross ve Opel Corsa E izlemektedir. İdeale en uzak seçenekler ise sırasıyla Kia EV3 uzun menzil, Alfa Romeo Junior Elettrica ve Cupra Born’dur.

Tablo 12. TOPSIS Sonuçları (C Segment)

|     | Ci*     | Sıralama | Marka-Model                    |
|-----|---------|----------|--------------------------------|
| A03 | 0,50927 | 7        | BYD Atto 3                     |
| A08 | 0,62505 | 3        | Citroen E-C4                   |
| A09 | 0,59803 | 5        | Citroen E-C4X                  |
| A13 | 0,25947 | 12       | Ford Capri                     |
| A14 | 0,54118 | 6        | Ford Explorer                  |
| A17 | 0,28452 | 10       | Hyundai İoniq 5                |
| A23 | 0,60781 | 4        | MG4 (XPower)                   |
| A24 | 0,00087 | 16       | Mini Countryman E (Favoured)   |
| A26 | 0,99519 | 1        | Opel Frontera E                |
| A27 | 0,25598 | 13       | Opel Astra E                   |
| A29 | 0,24911 | 14       | Peugeot E-308                  |
| A32 | 0,03278 | 15       | Peugeot E-3008 (Allure)        |
| A34 | 0,38524 | 9        | Skoda Elroq                    |
| A37 | 0,74194 | 2        | TOGG T10X Standart Menzil (V1) |
| A38 | 0,40172 | 8        | TOGG T10X Uzun Menzil (V1)     |
| A39 | 0,28205 | 11       | Volkswagen ID.4                |

Tablo 12 incelendiğinde, C segmentinde yer alan 16 elektrikli araç içerisinde en ideal seçimin “Opel Frontera E” olduğu görülmektedir. Onu TOGG T10X standart menzil paket ve Citroen E-C4 izlemektedir. İdeale en uzak seçenekler ise sırasıyla Mini Countryman E, Peugeot E-3008 ve Peugeot E-308’dir.

Tablo 13. TOPSIS Sonuçları (D Segment)

|     | Ci*     | Sıralama | Marka-Model            |
|-----|---------|----------|------------------------|
| A04 | 0,14656 | 5        | BYD Seal U             |
| A05 | 0,47019 | 4        | BYD Seal               |
| A18 | 0,93359 | 2        | Hyundai İoniq 6        |
| A20 | 0,05727 | 6        | KG Mobility Torres EVX |
| A35 | 0,94654 | 1        | Skywell ET5            |
| A36 | 0,52413 | 3        | Tesla Model Y          |

Tablo 13 incelendiğinde, D segmentinde yer alan 6 elektrikli araç içerisinde en ideal seçimin “Skywell ET5” olduğu görülmektedir. İdeale en uzak seçenek ise, KG Mobility Torres EVX’tir.

### Sonuç ve Öneriler

Fosil temelli yakıtların çevreye verdiği tahribata bağlı olarak toplumda artan çevre bilinci, başta büyük şehirler olmak üzere artan trafik yoğunluğunun yükselttiği ulaşım maliyetleri ve teknolojik yenilikler, her geçen gün elektrikli araçlara olan talebin artmasının temel sebepleri arasında gösterilebilir. Talepte meydana gelen bu artış, otomobil markalarının günden güne farklı özelliklere sahip yeni elektrikli araçları piyasaya sürmesine zemin oluşturmaktadır.

Günümüzde elektrikli araç alma kararı veren tüketicilerin birçoğu, bu alternatifler arasından en ideal olanı seçmek konusunda ciddi zorluklar yaşamaktadır. Bunun temel sebebi, başta fiyat olmak üzere menzil, pil kapasitesi, bagaj hacmi vb. kriterler açısından alternatiflerin farklılaşmasıdır. Çalışmanın amacı, tüketicilerin elektrikli araç seçiminde dikkate aldıkları kriterlerin önceliklendirilmesi ve bu önceliklendirme çerçevesinde piyasada mevcut alternatiflerin ideal düzlemde sıralandırılmasıdır. Eylül 2025 itibarıyla Türkiye’de satışta bulunan ve %25 ÖTV diliminde yer alan 21 markaya ait toplamda 40 araç (2 adet A segment, 16 adet B segment, 16 adet C segment ve 6 adet D segment) 11 kriter çerçevesinde analize tabi tutulmuştur. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi yöntemi, alternatiflerin sıralandırılmasında ise TOPSIS kullanılmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre, elektrikli araç sektörü bütünsel olarak ele alındığında en önemli iki seçim kriteri Maksimum Tork ve bagaj hacmidir. Araçlar karşılaştırıldığında ise, en ideal seçim Citroen E-C3 (Max) modeli olurken onu Citroen E-C3 Aircross ve Hyundai Instar izlemektedir.

Bu alandaki benzer çalışmaların özellikle araba segmentlerindeki farklılaşmayı dikkate almadıkları gözlemlenmiştir. Fakat tüketicilerin karar sürecinde araç segmentlerinin önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda Pradhan vd. (2002) çalışmalarında araç türü ve boyutunu bir kriter olarak dikkate alsa da segment seçiminin bir kriterden öte aynı segmentteki araçların kendine özgü bir grup olarak değerlendirilmesinin tüketici açısından daha doğru sonuçlar vereceği beklenmektedir. Bu doğrultuda tüm analizler segment bazında tekrar gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak; B segmentinde “Citroen E-C3 (Max)”, C segmentinde “Opel Frontera E” ve D segmentinde “Skywell ET5” en ideal araç olarak belirlenmiştir.

Segment bazlı kriter önem derecelerinde de farklılaşmaların olduğu tespit edilmiştir. B ve C segmentinde Maksimum Tork ağırlığı en yüksek kriterler olurken, D segmentinde Maksimum Tork yerini DC Şarj Süresine bırakmıştır. Bu değişimin temel nedenlerinin markaların birbirlerinden ayırmak için ürün farklılaştırmaları, maliyet azaltıcı tercihleri ve Türkiye pazarına farklı segmentlerde araç girişi sağlamaları ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Bu doğrultuda gelecekteki çalışmalarda daha kapsamlı sonuçlar elde edebilmek için halihazırda sayısallaştırılamamış marka değeri ve konfor olgusunun kriter havuzuna dahil edilmesi önerilmektedir. Ayrıca tüketicilerin araç seçiminde bir diğer önemli kriter olan güvenlik çalışmalara dahil edilebilir. Her ne kadar Euro NCAP araçların güvenliğini 4 kategoride eşit değerlendirme ölçütlerinde puanlasa da elektrikli araç piyasasındaki birçok yeni model henüz değerlendirilmeye tabi tutulamamıştır. Elektrikli araçların enerji tüketimini etkilen önemli bir diğer değişken olarak rüzgâr sürtünme katsayısı (drag coefficient), güvenlik ile benzer şekilde yeni piyasaya sürülen birçok marka ve model için henüz belirli değildir. Cd değeri olarak hesaplanan bu ölçüt kriter havuzuna dahil edilebilir. Tüm bu faktörler ile gerçekleştirilecek analizlerin hem tüketiciler için daha doğru tercihlerin yapılabilmesinde hem de üreticiler açısından stratejilerin belirlenmesinde önemli rol oynayacağı düşünülmektedir.

### Makalenin Araştırma ve Etik Beyanı Bilgileri

**Yazarın Çıkar Çatışması Beyanı** Araştırmaya konu olan durum, olgu veya kurum ile yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**Yazarlar Katkı Oranı Beyanı** Çalışmanın tamamlanmasında birinci yazarın katkı oranı %70, ikinci yazarın katkı oranı %30’dur.

**Etik Kurul Onay Belgesi** Araştırma/inceleme sırasında etik kurul onay belgesi gerektiren herhangi bir bilimsel yöntem kullanılmamıştır.

## Kaynakça

- Adams, W. M. (2003). The Future of Sustainability: Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century, [https://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn\\_future\\_of\\_sustainability.pdf](https://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_future_of_sustainability.pdf).
- Atmaca, M. (2012), İMKB’de İşlem Gören Spor Şirketlerinin TOPSIS Yöntemi İle Finansal Performans Değerlendirmesi, *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, 27(320), 91-108.
- Anderson, R. (2004), Climbing Mount Sustainability, *Quality Progress*, 37(2), 32-37.
- Ayçin, E. (2019). Çok kriterli karar verme: Bilgisayar uygulamalı çözümler. Ankara; Nobel Yayıncılık.
- Aydın, Ü., Ural, M., & Demireli, E. (2024). Comparative Performance Measurement in the Full Electric Vehicle Market. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty*, 11(2), 612-632.
- Biswas, T. K., & Das, M. C. (2019). Selection of commercially available electric vehicle using fuzzy AHP-MABAC. *Journal of The Institution of Engineers (India), Series C*, 100, 531-537.
- Bošković, S., Švadlenka, L., Jovčić, S., Dobrodolac, M., Simić, V., & Bacanin, N. (2023). An alternative ranking order method accounting for two-step normalization (AROMAN)—A case study of the electric vehicle selection problem. *IEEE Access*, 11, 39496-39507.
- Çoşkun, İ. T. (2022). Çok kriterli karar verme teknikleri ile elektrikli otomobil seçimi: SDMULTIMOORA yaklaşımı. *Third Sector Social Economic Review*, 57(1), 68-82.
- Çoşkun, İ. T. (2022b). Subjektif ve objektif karar verme teknikleri ile elektrikli araç seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(2), 173-190.
- Das, M. C., Pandey, A., Mahato, A. K., & Singh, R. K. (2019). Comparative performance of electric vehicles using evaluation of mixed data. *Opsearch*, 56, 1067-1090.
- Dumanoğlu, S. ve Ergül, N. (2010). İMKB’de işlem gören teknoloji şirketlerinin mali performans ölçümü. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (48), 101-111.
- Ecer, F. (2021). A consolidated MCDM framework for performance assessment of battery electric vehicles based on ranking strategies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110916.
- Erol, İ. ve Ferrell, W. (2009). Integrated Approach for Reorganizing Purchasing: Theory and A Case Analysis on A Turkish Company. *Computers & Industrial Engineering*, 56, 1192-1204.
- Gavcar, E., & Kara, N. (2020). Elektrikli otomobil seçiminde ENTROPI ve TOPSIS yöntemlerinin uygulanması. *İş ve İnsan Dergisi*, 7(2), 351-359.
- Golui, S., Mahapatra, B. S., & Mahapatra, G. S. (2024). A new correlation-based measure on Fermatean fuzzy applied on multi-criteria decision making for electric vehicle selection. *Expert Systems with Applications*, 237, 121605.

- Güler, A. (2024). Türkiye’de Satışa Sunulan Elektrikli Araçların BMW ve LOPCOW Yöntemleriyle Ağırlıklandırılması ve Kriterlerin Sıralanması. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 14(1), 106-120.
- 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(3), 686-705.
- Hoel, M., & Kverndokk, S. (1996). Depletion of fossil fuels and the impacts of global warming. *Resource and Energy Economics*, 18(2), 115-136.
- Hosseini, S. E. (2022). Fossil fuel crisis and global warming. In *Fundamentals of Low Emission Flameless Combustion and Its Applications* (pp. 1-11). *Academic Press*.
- Hoque, M. M., Hannan, M. A., Mohamed, A., & Ayob, A. (2017). Battery charge equalization controller in electric vehicle applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1363-1385.
- Hwang, C.L. and Yoon, K. (1981) Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Springer-Verlag, New York.
- Kane, G. (2010) Three Secrets of Green Business: Unlocking Competitive Advantage in A Low Carbon Economy, London: Routledge.
- Karami, A. ve Johansson, R. (2014). Utilization of Multi Attribute Decision Making Techniques to Integrate Automatic and Manuel Ranking of Options. *Journal of Information Science and Engineering*, 30, 519-534.
- Kizilkaya, Y. M. (2024). ENTROPI Destekli COPRAS Yönteminin Elektrikli Otomobil Seçiminde Uygulanması. *Third Sector Social Economic Review*, 59(3), 1939-1951.
- Knez, M., Zevnik, G. K., & Obrecht, M. (2019). A review of available chargers for electric vehicles: United States of America, European Union, and Asia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 109, 284-293.
- Ozaki, R., & Sevastyanova, K. (2011). Going hybrid: An analysis of consumer purchase motivations. *Energy Policy*, 39(5), 2217-2227.
- Oztaysi, B., Kahraman, C., & Onar, S. C. (2022, July). Electric vehicle selection by using fuzzy SMART. In *International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems* (pp. 200-207). Cham: Springer International Publishing.
- Özdağoğlu, A., Yakut, E. & Bahar, S. (2017). Machine Selection in a Dairy Product Company with Entropy and SAW Methods Integration. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(1), 341-359.
- Pane Haden, S., Oyler J. D. & Humphreys, J. H. (2009), “Historical, Practical, and Theoretical Perspectives on Green Management: An Exploratory Analysis”, *Management Decision*, 47(7), 1041-1055.
- Phyper, J. D. ve MacLean, P. (2009), “Good to Green: Managing Business Risks and Opportunities in The Age of Environmental Awareness”. Ontario: John Wiley & Sons,
- Pradhan, P., Shabbiruddin, & Pradhan, S. (2022). Selection of electric vehicle using integrated Fuzzy-MCDM approach with analysis on challenges faced in hilly terrain. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 44(2), 2651-2673.



- Puška, A., Božanić, D., Mastilo, Z., & Pamučar, D. (2023). Extension of MEREC-CRADIS methods with double normalization-case study selection of electric cars. *Soft Computing*, 27(11), 7097-7113.
- Puška, A., Stojanović, I., & Štilić, A. (2023). The influence of objective weight determination methods on electric vehicle selection in urban logistics. *Journal of Intelligent Management Decision*, 2(3), 117-129.
- Ruiz, V., Pfrang, A., Kriston, A., Omar, N., Van den Bossche, P., & Boon-Brett, L. (2018). A review of international abuse testing standards and regulations for lithium ion batteries in electric and hybrid electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1427-1452.
- Sonar, H. C., & Kulkarni, S. D. (2021). An integrated AHP-MABAC approach for electric vehicle selection. *Research in Transportation Business & Management*, 41, 100665.
- Štilić, A., Puška, A., Đurić, A., & Božanić, D. (2022). Electric vehicles selection based on Brčko District Taxi service demands, a multi-criteria approach. *Urban Science*, 6(4), 73.
- Tepe, S. (2021). The interval-valued spherical fuzzy based methodology and its application to electric car selection. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(5), 1970-1983.
- Tian, Z. P., Liang, H. M., Nie, R. X., Wang, X. K., & Wang, J. Q. (2023). Data-driven multi-criteria decision support method for electric vehicle selection. *Computers & Industrial Engineering*, 177, 109061.
- Tran, D. D., Vafaeipour, M., El Baghdadi, M., Barrero, R., Van Mierlo, J., & Hegazy, O. (2020). Thorough state-of-the-art analysis of electric and hybrid vehicle powertrains: Topologies and integrated energy management strategies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119, 109596.
- Wątróbski, J., Małecki, K., Kijewska, K., Iwan, S., Karczmarczyk, A., & Thompson, R. G. (2017). Multi-criteria analysis of electric vans for city logistics. *Sustainability*, 9(8), 1453.
- Więckowski J, Kizielewicz B, Shekhovtsov A, Sałabun W (2023) RANCOM: a novel approach to identifying criteria relevance based on inaccuracy expert judgments. *Eng Appl Artif Intell* 122: 106114.
- Więckowski, J., Wątróbski, J., Shkurina, A., & Sałabun, W. (2024). Adaptive multi-criteria decision making for electric vehicles: A hybrid approach based on RANCOM and ESP-SPOTIS. *Artificial Intelligence Review*, 57(10), 270.
- World Commission on Environment and Development (WCED), (1997) Our Common Future, <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987ourcommonfuture.pdf>.
- Zhang, H., Gu, C., Gu, L. & Zhang, Y. (2011). The Evaluation of Tourism Destination Competitiveness by TOPSIS & Information Entropy – A Case in the Yangtze River Delta of China. *Tourism Management*, 32, 443-451.
- Ziemba, P. (2020). Multi-criteria stochastic selection of electric vehicles for the sustainable development of local government and state administration units in Poland. *Energies*, 13(23), 6299.

Zou, Z., Yun, Y. & Sun, J. (2006). Entropy Method for Determination of Weight of Evaluating Indicators in Fuzzy Synthetic Evaluation for Water Quality Assessment. *Journal of Environmental Sciences*, 18(5), 1020-1023.  
<https://www.statista.com/outlook/mmo/electric-vehicles/worldwide>

# **Determining the Most Ideal Alternative in the Turkish Electric Vehicles Market Through Entropy Based TOPSIS**

## **Extended Summary**

### **Purpose and Significance**

The aim of this study is to prioritize the criteria taken into account by consumers in purchasing electric vehicles in the 25% SCT bracket in Türkiye and to rank the alternatives available in the market based on this prioritization. The linear economy approach caused by industrial revolutions endangers a sustainable future in terms of economy as well as social and environmental aspects (WCED, 1987; Anderson, 2004; Adams, 2006; Phyper and MacLean, 2009; Kane, 2010). Replacing traditional internal combustion engines, (which run on fossil fuels, are thus one of the most important factors causing global warming) with more efficient and environmentally friendly alternatives will be an important step towards sustainability (Ruiz, et al., 2018; Hosseini, 2022). A prime alternative in this regard is electric vehicles. Nevertheless, such drawbacks of electric vehicles as short driving range, long charging times, and the lack of incentives for the relevant sector to name a few, have so far slowed down this transformation (Hidrue et al., 2011; Hoque, et al., 2017). However, both the increase in incentives and developments in electric vehicle technology have helped the sector gain impetus in recent years, leading to highly optimistic estimates that 30% of vehicles will be electric by 2030 (Biswas and Das, 2019; Ecer, 2021). While this situation paves the way for many different brands to invest in the sector and develop many different models, the wide range of products and different technical specifications make it difficult for consumers to make the most optimal choice in purchasing an electric vehicle. Against this background, this study aims to determine the most effective criteria and the most optimal vehicle by classifying 40 different electric vehicles into B, C and D segments. We hope our findings will guide consumers in buying the most optimal electric vehicle and inform marketing strategies for automotive brands.

### **Method**

Parallel to the increase in the characteristics and variety of electrical vehicles, the number of studies in the relevant literature is constantly expanding electric vehicles being ranked by a wide range of criteria. 22 studies we have investigated (All can be cited) seem to use 32 different criteria. In this study, 11 of the 13 criteria that are

evaluated by at least 25% of these 22 studies are addressed. The first criterion excluded from the analysis, 100% battery charging time is not preferred because many electric vehicle manufacturers state that charging the battery to 100% shortens the battery life. The allowed weight is also excluded from the analysis because it is deemed to be more suitable for caravan models. For the purpose of the research, a total of 40 vehicles by 21 brands that produce electric vehicles (EVs) in Turkey, that are on sale as of September 2025, and that are in the 25% Special Consumption Tax (SCT) bracket are included in the study. These vehicles are classified in 4 segments as A, B, C and D by the brands. In order to rank more accessible alternatives for consumers, we focus our attention on the SCT section.

The Entropy method is used to determine the weights of the criteria to be considered, and TOPSIS is used to rank the vehicles from the data set of these processes. In the analyses, evaluations are made in 6 benefit aspects (battery capacity, maximum power, maximum torque, mixed range, maximum speed and front-rear total luggage volume) and 5 cost aspects (price, acceleration, mixed energy consumption, DC charging time and empty weight).

### Findings

In the ranking of alternatives, the factor with the highest weight is found to be maximum torque, followed by trunk volume, maximum power and battery capacity. The factor with the lowest weight is energy consumption. The most ideal choice among 40 alternatives involved in this study is concluded to be Citroen E-C3 (Max). It is followed by Citroen E-C3 Aircross and Hyundai Inster. Our study ranks Mini Countryman E, BYD Seal U and Peugeot E-3008 as the least ideal, respectively.

In the ranking of B segment electric vehicle alternatives, the factor with the highest weight is seen as maximum torque, which is followed by trunk volume, maximum power and battery capacity. The factor with the lowest weight is maximum speed. Accordingly, the most ideal choice among 16 electric vehicles in B segment is found to be Citroen E-C3 (Max). It is followed by Citroen E-C3 Aircross and Opel Corsa E. The options that are farthest from ideal are Kia EV 3 Long Range Elegance Package, Alfa Romeo Junior Elettrica and Cupra Born, respectively.

In the ranking of C segment electric vehicle alternatives, the factor with the highest weight is seen as maximum torque, which is followed by maximum power, acceleration and battery capacity. The factor with the lowest weight is empty weight. Among the 16 electric vehicles in the C segment, the most ideal choice is seen as Opel Frontera E. It is followed by TOGG T10X Standard range (V1) package and Citroen E-C4. The options that are farthest from ideal are Mini Countryman E, Peugeot E-3008 and Peugeot E-308, respectively.

As for the ranking of D segment electric vehicle alternatives, the factor with the highest weight is found to be DC charging time, followed by trunk volume, battery capacity and energy consumption. The factor with the least weight is empty weight.

Among the 6 electric vehicles in the D segment, the most ideal choice is determined to be the Skywell ET5, with the KG Mobility Torres EVX appearing to be the least ideal.

### **Discussion and Conclusions**

It is observed that similar studies in the literature perform their analysis with no reference to vehicle segments, which we take to have a significant role in the decision-making processes of consumers regarding their vehicle purchasing preferences. It is therefore expected that evaluating electric vehicles in the same segment as a unique group (as we have adopted in this study) will yield more accurate results for the consumer.

Differences were also detected in the importance levels of segment-based criteria. It is thought that the reasons for this difference are related to the attempts of brands to distinguish themselves from competitors, their cost-cutting preferences, and the fact that different vehicles are introduced into the Turkish market in different segments.

We note that, in order to arrive at more comprehensive outcomes in future studies, the criteria of brand value and comfort (which have excluded from the study) need to be included in the criteria pool. In addition, safety, another important criterion for consumers in vehicle selection, can be included in the studies. Although Euro NCAP scores the safety of vehicles in 4 categories with equal assessment criteria, many new models in the electric vehicle market have not yet been assessed. One further important variable influencing the energy consumption of electric vehicles is the drag coefficient, which is not yet clear for many newly launched brands and models. This criterion, calculated as the Cd value, will also need to be included in the criteria pool. Future analyzes involving all these factors will potentially play an important role in assisting consumers to the mostly informed choice as well as guiding manufacturers in setting their strategies.