

## CRITIC-COPRAS Yöntemi ile Elektrikli Motosiklet Seçimi

Turgut Karabulut<sup>1</sup>

### Özet

Elektrikli motosikletler, artan yakıt maliyeti, kolay kullanım, düşük satın alma maliyeti ve çevreye olan olumlu etkilerinden dolayı hem iş hayatında hem de gündelik kullanılan araçlardan birisidir. Türkiye'deki tüketicilerin hangi elektrikli motosikleti tercih edeceği ise problem olarak karşılaşılmaktadır. Bu problemin çözümü için Türkiye'de satışı yapılan elektrikli motosikletlerin sıralamasını belirlemek çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Sıralamayı yapabilmek için şarj mesafesi, şarj süresi, motor gücü, maksimum hız ve fiyat kriterleri ele alınmıştır. Bununla birlikte Türkiye'de satışı sunulan elektrikli motosiklet olan Arora-Herkül, City Coco-V2, Falcon-EnjoyPlus, Kral Motor-KR25 AVA 5000, Kuba-GT5, Mondial-E-Mon Empre, Motolux-ALF Plus Luxi RKS-Neron X, Stmax-Roket 3000, Volta-VS5 Max, YUKİ-Sportman-S marka ve modelleri alternatifler olarak ele alınmıştır. Kriterlerin önem düzeylerinin belirlenmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden CRITIC, alternatiflerin sıralamasında ise çok kriterli karar verme yöntemlerinden COPRAS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre en yüksek önem düzeyinin fiyat kriterine ait olduğu tespit edilmiştir. Diğer kriterlerin önem düzeyi sıralamasının ise şarj süresi, maksimum hız, motor gücü ve şarj mesafesi şeklinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu kriter ve önem düzeylerine göre en iyi motosiklet sıralamasında ilk sırada yer alan marka ve modelinin Volta-VS5 Max olduğu, en son sıradaki motosiklet marka ve modelinin ise City Coco-V2 olduğu belirlenmiştir.

### Giriş

Scooter, motosiklet ve bisiklet gibi iki tekerlekli araçlar, dünyanın farklı yerlerinde ulaşım araçları olarak kullanılmaktadır (Hsu vd., 2003; Haworth, 2012). İki tekerlekli ulaşım araçlarının dezavantajları, olumsuz hava

1 Dr. Öğr. Üyesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, tkarabulut@erzincan.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8434-3614>

koşullarına maruz kalma, makinelerin dengesizliği, sınırlı sayıda yolcu, sınırlı taşıma kapasitesi, sınırlı menzil, hırsızlara karşı güvenlik eksikliği ve kazalar sırasında can ve mal güvenliği yetersizlikleri olarak belirtilebilir (Rose vd., 2012). Bununla birlikte birçok insan için hem daha düşük yakıt tüketimi hem de otomobillere göre daha minimal boyutları sayesinde alternatif bir kişisel kullanım şekli sağlamaktadır. Motosiklet, bir otomobilin ihtiyaç duyduğu alanın hemen hemen %15-20'sini ancak kullanmaktadır. Ayrıca, üretim sürecinde ve kullanımı sırasında daha az enerji tüketmesi sayesinde daha az karbondioksit salınımı yapmaktadır. (Hsu vd., 2003; Rose vd., 2012). Park yeri için daha az yer kaplaması ve yollarda kapladığı alan açısından kentsel yayılmayı da azaltabilir. Ayrıca, scooter, motosiklet ve bisiklet, bir otomobilden yaklaşık 10-15 kat daha ucuzdur (Biswas ve Saha, 2019). Bu nedenlerle, dezavantajlarına rağmen hem çevresel etki anlamında hem de edinim ve kullanım maliyetleri açısından otomobillere göre çok daha çevreci ve ekonomik bir ulaşım aracıdır.

Scooter, motosiklet ve bisiklet gibi araçların elektrikli ve elektrikli olmayan modelleri bulunmaktadır. Elektrikli scooter, elektrikli motosiklet ve elektrikli bisikletler de ehliyet, sigorta gibi çeşitli doküman gerektirmeyen araçlardır. Elektrikli motosikletler çevre ve ses kirliliğini önlemede en uygun araçlardır. Ayrıca elektrikli motosikletler karbondioksit salınımı yapmadığı için tamamen çevrecidir. Elektrikli motosikletler de belirli bir hız limitinin üzerine çıkmadığından güvenli bir sürüşe imkân sağlayabilmektedir. Elektrikli motosikletler, evlerde kullanılan diğer ev aletleri gibi priz ile şarj edilebilmektedir ve çok az yakıt (enerji) harcamaktadırlar. Bu araçlar tam şarj edilmesi ile menzillerinin 40-120 km arasında olduğu bilinmektedir. Bundan dolayı şehirlerarası seyahatlerde kullanım için uygun değildirler. Tüm Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de elektrikli motosikletler iş ve günlük hayatta tercih edilmeye başlanmıştır (Bilgin, 2018).

Literatür incelendiğinde tüketicilerin daha uzun yol kat etmek için şarj mesafesine, daha kısa sürede yol kat etmek için ise motor gücü ve maksimum hıza dikkat ettiği anlaşılmaktadır. Aynı zamanda tüketiciler satın alma güçlerini etkilememesi adına fiyatların uygun olmasına ve bekleme yapılmaması adına şarj süresinin de kısa olmasına dikkat ettikleri anlaşılmaktadır. Bu sebeple şarj mesafesi, motor gücü ve maksimum hız kriterleri maksimum olarak, şarj süresi ve fiyat ise minimum olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılacak kriterlerin önem derecelerini belirlemek için çok kriterli karar verme tekniklerinden olan ve objektif değerlendirme yapan CRITIC (The Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) yöntemi kullanılacaktır. Alternatiflerin sıralamasını oluşturmak için ise yine çok kriterli karar verme

tekniklerinden olan COPRAS (The Complex Proportional Assesment) yöntemleri kullanılacaktır.

Çalışmada literatür taraması yapıldıktan sonra kriterler belirlenerek, Türkiye’de satışı olan elektrikli motosikletlerin farklı marka ve modellerin sıralaması oluşturulacaktır. Çalışma sonunda elektrikli motosiklet kullanmayı düşünen tüketiciler için öneriler sunulacaktır.

### **Literatür Taraması**

Literatür incelendiğinde elektrikli motosiklet tercihi ve sıralamasına ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Ancak benzer çalışmalardan ve benzer yöntem kullanılarak yapılmış çalışmalardan bahsedilecektir.

Ayyıldız (2022), çalışmasında e-scooter şarj istasyonu yerleşim seçimi problemini ele almıştır. İstanbul şehri için beş adet alternatif nokta belirleyen araştırmacı, problemin çözümü için ekonomik, sosyal, çevresel, teknik, dayanıklılık, altyapı, fırsat, yakınlık ve acil durum olmak üzere dokuz adet kriter ve bunların beşer adet alt kriterlerini kullanmıştır. Problemin çözümü için kriter ağırlıklandırmasında Pisagor Bulanık Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizi (PF-SWARA) ve Pisagor Bulanık Birleşik Mesafeye Dayalı Değerlendirme (PF-CODAS) yöntemlerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda kriter ağırlıklarını 0,123 ile ekonomik, 0,120 ile teknik, 0,116 ile çevresel, 0,113 ile altyapı, 0,112 ile dayanıklılık, 0,111 ile acil durum, 0,107 ile sosyal, 0,107 ile yakınlık ve 0,091 ile fırsatlar olduğunu belirtmişlerdir. Alternatif yerleşim noktalarının sıralamasını ise 5, 2, 4, 3, 1 şeklinde tespit etmiştir.

Kubik (2022), çalışmasında e-scooter seçimin problemini ele almıştır. Bunun için dokuz adet alternatif ve araç fiyatı, menzil, akü kapasitesi, şarj süresi, motor gücü, kapasite, sürüş modu sayısı, sürüş yardımcı sistem sayısı, güvenlik sistemi sayısı olmak üzere dokuz adet kriter belirlemiştir. Çalışmada ELECTRE-III yöntemini kullanarak analizlerini yapmıştır. Kriter ağırlıklarını 0,04 ile araç fiyatı, 0,20 ile menzil, 0,10 ile akü kapasitesi, 0,05 ile şarj süresi, 0,18 ile motor gücü, 0,10 ile kapasite, 0,08 ile sürüş modu sayısı, 0,10 ile sürüş yardımcı sistem sayısı ve 0,15 ile güvenlik sistemi sayısı olarak tespit etmiştir. Alternatiflerin sıralamasının ise 9-8-7-4-5-1-2-6-3 şeklinde olduğunu belirtmiştir.

Biswas ve Saha (2019), çalışmalarında iş hayatında çalışan kadınların motosiklet (scooter) seçim problemini ele almışlardır. Bu amaçla yedi adet motosiklet (scooter) alternatifleri için boş ağırlık, kilometre, azami hız, yakıt deposu kapasitesi ve fiyat kriterlerini ele almışlardır. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında Bulanık AHP, alternatiflerin sıralamasını elde etmek için TOPSIS ve MABAC yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda

kriter ağırlıkları 0,316 ile kilometre, 0,278 ile en yüksek hız, 0,201 ile boş ağırlık, 0,186 ile yakıt deposu kapasitesi ve 0,019 ile fiyat olduğunu tespit etmişlerdir. TOPSIS'e göre alternatif sıralaması 3-7-1-5-2-4-6 şeklinde olurken, MABAC'a göre alternatif sıralaması 3-7-1-6-4-2-5 şeklinde gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlardır.

Çoşkun (2022), çalışmasında en uygun elektrikli otomobilin belirlenmesi problemini ele almıştır. Bu amaçla beş adet alternatif elektrikli otomobil ele alınmış ve fiyat, beygir gücü, tork, azami hız, hızlanma, menzil ve şarj süresini kriter olarak belirlemiştir. Kriter ağırlıklarını SD yöntemi ile alternatiflerin sıralamasını ise multimoora yöntemi ile tespit etmiştir. Kriter ağırlıkları 0,146 ile fiyat, 0,140 ile beygir gücü, 0,157 ile tork, 0,127 ile azami hız, 0,143 ile hızlanma, 0,134 ile menzil ve 0,150 ile şarj süresi olduğunu tespit etmiştir. Alternatiflerin sıralamasını ise Hyundai Kona 150 kw, Mini Cooper SE, Hyundai Kona 100 kw, BMW İ3s, Renault ZOE olarak belirlemiştir.

Abdulvahitoğlu vd. (2022) çalışmalarında elektrikli araba seçiminde çok kriterli karar verme tekniklerini kullanmışlardır. Çalışmada on adet alternatif elektrikli otomobil ele alınmış ve fiyat, menzil, batarya kapasitesi, şarj süresi, verim ve güç kriterlerini kullanmışlardır. Çalışma bulgularını standart sapma tabanlı MULTIMOORA tümleşik Borda yöntemi ile elde etmişlerdir. Kriter ağırlıklarını 0,183 ile fiyat, 0,171 ile menzil, 0,191 ile batarya kapasitesi, 0,153 ile şarj süresi, 0,087 ile verim ve 0,215 ile güç olarak tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda en uygun aracın Mercedes EQC 400 4MATIC olduğunu belirtmişlerdir.

Gavcar ve Karar (2020), çalışmalarında Türkiye'de satışı yapılan elektrikli otomobillerin karşılaştırılması ve sıralanmasını tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışmada 11 adet alternatif elektrikli otomobil ele alınmış ve batarya kapasitesi, beygir gücü, aerodinamik katsayısı, menzil ve satış fiyatlarını kriter olarak belirlemişlerdir. Kriterlerin önem düzeylerini Entropi yöntemi ile belirlemiş ve TOPSIS yöntemi ile de otomobillerin karşılaştırmasını yapmışlardır. Çalışma sonucunda, kriter ağırlıklarını 0,4619 ile beygir gücü, 0,4087 ile satış fiyatı, 0,0746 ile batarya, 0,0463 ile menzil ve 0,0085 aerodinamik katsayısı olarak tespit etmişlerdir. Bu ağırlıklara göre Tesla Model X LR ve Tesla Model 3 otomobillerinin en yüksek performans skorunu elde ettiğini belirlemişlerdir.

Literatürde yer alan çalışmalardan bazılarında söz edilmiştir. İnceleme sonucunda elektrikli motosiklet ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu çalışmada daha önce çalışılmamış olan elektrikli motosiklet tercihleri için alternatifler arasında bir sıralama oluşturulacaktır. Bu da çalışmanın özgünlüğünü ortaya koymaktadır.

## METODOLOJİ

### Araştırmanın Amacı

Bu çalışma, Türkiye’de satışı yapılan elektrikli motosiklet modellerinin şarj mesafesi (K1), şarj süresi (K2), motor gücü (K3), maksimum hız (K4) ve fiyat (K5) kriterlerine göre çok kriterli karar vermek teknikleriyle sıralaması yapılarak en uygun marka ve modelin belirlenmesini amaçlamaktadır.

### Araştırmanın Kapsamı ve Yöntemi

Araştırmanın evrenini Türkiye’de satışı yapılan elektrikli motosiklet markaları oluşturmaktadır. Bu markalardan, ele alınan kriterlere ilişkin bilgi paylaşımı yapan 11 markanın benzer özellikleri nedeniyle birbirine alternatif olabilecek 11 model değerlendirmeye alınmıştır. Araştırma kapsamını oluşturan elektrikli motosiklet marka ve model sıralamasını yapmak için kriterler belirlenirken tüketicilerin en çok dikkat ettiği ve literatürde yer alan benzer çalışmalarda kullanılan kriterler dikkate alınmıştır. Söz konusu kriterler *Şarj Mesafesi (K1)*, *Şarj Süresi (K2)*, *Motor Gücü (K3)*, *Maksimum Hız (K4)* ve *Fiyat (K5)* olarak belirlenmiştir. Kriterlere dayalı olarak elektrikli motosiklet marka ve model sıralamasının yapılabilmesi için çok kriterli karar verme tekniklerinden CRITIC ve COPRAS yöntemleri kullanılmıştır.

Ele alınan kriterlerin ağırlıklandırılmasında CRITIC yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin en önemli özelliği kriterler arası korelasyonu ve kriterlerin standart sapmasını esas alarak objektif bir ağırlıklandırma temeline dayanmasıdır (Diakoulaki, vd., 1995). Aynı zamanda kriter arasındaki zıtlıkları da dikkate almaktadır. Tüm bu özellikler açısından, kriterlerin ağırlıklarının hesaplamada CRITIC yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin çözüm adımları;

1. Adım: Problemin tanımlanması ve başlangıç matrisinin oluşturulması,
2. Adım: Normalizasyon matrisinin oluşturulması için denklem (1) ve (2) kullanılır,

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - f_i^{\min}}{f_i^{\max} - f_i^{\min}}, \text{ (fayda kriterleri için)} \quad (1)$$

$$r_{ij} = \frac{f_i^{\max} - x_{ij}}{f_i^{\max} - f_i^{\min}}, \text{ (maliyet kriterleri için)} \quad (2)$$

3. Adım: Kriterler arası korelasyonun hesaplanması,
4. Adım: Bilgi miktarlarının ( $C_j$ ) hesaplanması için denklem (3) kullanılır,

$$C_j = \sigma_j * \sum_{k=1}^n (1 - l_{kj}), \sigma_j: \text{standart sapma, } l_{kj}: \text{korelasyon} \quad (3)$$

5. Adım: Kriter ağırlıkları denklem (4)' deki gibi hesaplanır (Arslan, 2020).

$$W_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^n C_k} \quad (4)$$

Kriterlerin ağırlıklandırılmasından sonra karar alternatiflerinin sıralamasında COPRAS yöntemi kullanılmıştır. COPRAS yönteminin temel avantajı, alternatifler arasında kıyaslama yaparak diğer alternatiflerden ne düzeyde iyi veya kötü olduğu sonucuna yüzdesel olarak ulaşabilmesidir. Bu yöntemde önem ve fayda dereceleri bakımından kriterler sıralanarak alternatifler sıralanmaktadır (Özbek, 2017). Alternatiflerin birbiriyle kıyaslaması yapılarak oransal olarak değerler hesaplanarak sıralaması yapılabilmektedir. Hesaplama yapılırken diğer yöntemlere göre az sayıda işlem gerektirdiğinden uygulama açısından oldukça basittir. Ayrıca maksimize veya minimize edilmesi istenen kriterleri ayrı ayrı ele alarak hesaplama yapılabilmektedir (Mulliner, vd., 2013). Tüm bu sebepler ile alternatiflerin sıralamasını belirlemek amacıyla COPRAS yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntemin çözüm adımları aşağıdaki gibidir;

1. Adım: Karar matrisi denklem (5)' deki gibi oluşturulur.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}, \forall_i = 1, 2, \dots, m, \forall_j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

2. Adım: Karar matrisi denklem (6)' daki gibi normalize edilir.

$$X_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \forall_j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

3. Adım: Normalize matris, verilen ağırlıklarla çarpılarak ağırlıklı normalize karar matrisi denklem (7)'deki gibi oluşturulur.

$$r_{ij} = x_{ij}^* * w_j \quad (7)$$

4. Adım: Faydalı ve faydasız kriter değerlerinin toplamı sırasıyla denklem (8) ve denklem (9)'daki gibi bulunur.

$$S_i^+ = \sum_{j=1}^k r_{ij}, i = 1, 2, \dots, k \quad (8)$$

$$S_i^- = \sum_{j=k+1}^n r_{ij}, i = k + 1, k + 2, \dots, n \quad (9)$$

5. Adım: Alternatiflerin göreceli önem değerleri denklem (10)'daki gibi hesaplanır,

$$Q_i = S_i^+ + \frac{\sum_{i=1}^m S_i^-}{S_i^- + \sum_{i=1}^m S_i^-} \quad (10)$$

6. Adım: En büyük göreceli önem değeri denklem (11)'deki gibi bulunur,

$$Q_{\max} = \{Q_i\}, \forall i=1, 2, \dots, m \quad (11)$$

7. Adım: Her bir alternatifin performans indeksi ( $P_i$ ) denklem (12)'deki gibi oluşturulur ve  $P_i$  indeksi büyükten küçüğe sıralanarak alternatiflerin sıralaması elde edilir.  $P_i$  indeksi 100 olan alternatif en iyi alternatifi temsil etmektedir (Rouyendegh ve Nacar, 2020).

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} * 100 \quad (12)$$

### Araştırmanın Bulguları

Kriterlerin ağırlıkları CRITIC yöntemi ile belirlenmiştir.

Karar problemi için 11 adet alternatif ve bu alternatiflere ait 5 adet kriter ele alınmıştır. Probleme ait veriler tablo1'de verilmiştir. Karar problemine ait kriterler fayda olarak seçilenler için maksimum, faydasız olanlar için minimum olmalıdır.

*Tablo1. Başlangıç Karar Matrisi*

Karar Problemi	Maksimum	Minimum	Maksimum	Maksimum	Minimum
Alternatifler/Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5
Arora-Herkül	70	600	2000	55	27000
City Coco-V2	60	480	1500	40	49500
Falcon-EnjoyPlus	120	360	2000	55	38000
Kral Motor-KR25 AVA 5000	40	480	1500	45	38000
Kuba-GT5	70	480	2000	45	27000
Mondial-E-Mon Empre	50	480	1500	45	20000
Motolux-ALF Plus Lux	60	600	1500	45	20000
RKS-Neron X	100	240	2000	40	32000
Stmax-Roket 3000	60	480	1500	45	29000
Volta-VS5 Max	101	510	3000	70	44500
YUKİ-Sportman-S	55	480	2000	45	41000

1. Adım: Tablo1'de verilen başlangıç karar matrisi normalize edilir.

Tablo 2: Normalizasyon Matrisi

Karar Problemi	Maksimum	Minimum	Maksimum	Maksimum	Minimum
Alternatifler/Kriterler	K1 (+)	K2 (-)	K3 (+)	K4 (+)	K5 (-)
Arora-Herkül	0,375	0,000	0,333	0,500	0,763
City Coco-V2	0,250	0,333	0,000	0,000	0,000
Falcon-EnjoyPlus	1,000	0,667	0,333	0,500	0,390
Kral Motor-KR25 AVA 5000	0,000	0,333	0,000	0,167	0,390
Kuba-GT5	0,375	0,333	0,333	0,167	0,763
Mondial-E-Mon Empre	0,125	0,333	0,000	0,167	1,000
Motolux-ALF Plus Lux	0,250	0,000	0,000	0,167	1,000
RKS-Neron X	0,750	1,000	0,333	0,000	0,593
Stmax-Roket 3000	0,250	0,333	0,000	0,167	0,695
Volta-VS5 Max	0,763	0,250	1,000	1,000	0,169
YUKİ-Sportman-S	0,188	0,333	0,333	0,167	0,288

2. Adım: Bu adımda normalize edilmiş matris kullanılarak kriterler arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanır. Spearman korelasyon katsayıları hesaplanmış ve Tablo3'teki gibi elde edilmiştir.

Tablo 3: Korelasyon Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,000				
K2	0,146	1,000			
K3	0,732	0,038	1,000		
K4	0,403	-0,441	0,523	1,000	
K5	-0,167	-0,263	-0,299	0,020	1,000

3. Adım: Bu adımda her bir kritere ait  $C_j$  değerleri hesaplanır.

Tablo 4: Kriterlere Ait  $C_j$  Değerleri

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	Toplam
$C_j$	1,192	2,251	1,413	1,696	2,278	8,831

4. Adım: Bu adımda kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanır.

Tablo 5: Kriterlere Ait  $w_j$  (Ağırlık) Değerleri

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	Toplam
$w_j$ (Ağırlık)	0,135	0,255	0,160	0,192	0,258	1,000



Tablo10'da görüldüğü üzere en yüksek ağırlık 0,258 ile Fiyat (K5) kriterine ait olup en yüksek önem seviyesine sahiptir. Daha sonra sırasıyla 0,255 ile Şarj Süresi (K2), 0,192 ile Maksimum Hız (K4), 0,160 ile Motor Gücü (K3) ve 0,135 ile Şarj Mesafesi (K1) şeklinde gerçekleşmiştir.

Alternatiflerin sıralaması COPRAS yöntemi ile belirlenmiştir.

COPRAS yöntemine göre elde edilmiş Normalize matris ile CRITIC yöntemine göre elde edilmiş ağırlıklar çarpılarak tablo6 elde edilmiştir.

*Tablo 6: Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi*

Kriter Faydası	Faydalı	Faydasız	Faydalı	Faydalı	Faydasız
Alternatifler/Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5
Arora-Herkül	0,089058	0,115606	0,097560	0,103773	0,073770
City Coco-V2	0,076335	0,092485	0,073170	0,075471	0,135245
Falcon-EnjoyPlus	0,152671	0,069364	0,097560	0,103773	0,103825
Kral Motor-KR25 AVA 5000	0,050890	0,092485	0,073170	0,084905	0,103825
Kuba-GT5	0,089058	0,092485	0,097560	0,084905	0,073770
Mondial-E-Mon Empre	0,063613	0,092485	0,073170	0,084905	0,054644
Motolux-ALF Plus Lux	0,076335	0,115606	0,073170	0,084905	0,054644
RKS-Neron X	0,127226	0,046242	0,097560	0,075471	0,087431
Stmax-Roket 3000	0,076335	0,092485	0,073170	0,084905	0,079234
Volta-VS5 Max	0,128498	0,098265	0,146341	0,132075	0,121584
YUKİ-Sportman-S	0,069974	0,092485	0,097560	0,084905	0,112021

5. Adım: Alternatiflerin görelî önem değerleri hesaplanır.

*Tablo 7: Alternatifler İçin Faydalı Kriterler*

Alternatifler	$S_{i+}$
Arora-Herkül	0,063183
City Coco-V2	0,048222
Falcon-EnjoyPlus	0,071772
Kral Motor-KR25 AVA 5000	0,046599
Kuba-GT5	0,059558
Mondial-E-Mon Empre	0,048317
Motolux-ALF Plus Lux	0,050034
RKS-Neron X	0,062900
Stmax-Roket 3000	0,050034
Volta-VS5 Max	0,089556
YUKİ-Sportman-S	0,056981

Tablo 8: Alternatifler İçin Faydasız Kriterler

Alternatifler	$S_{i-}$
Arora-Herkül	0,048499
City Coco-V2	0,058462
Falcon-EnjoyPlus	0,044463
Kral Motor-KR25 AVA 5000	0,050357
Kuba-GT5	0,042605
Mondial-E-Mon Empre	0,037672
Motolux-ALF Plus Lux	0,043566
RKS-Neron X	0,034340
Stmax-Roket 3000	0,044015
Volta-VS5 Max	0,056412
YUKİ-Sportman-S	0,052472

6. *Adım*: En büyük görelî önem değeri bulunur,

Tablo 9: Alternatiflerin Görelî Önem Değeri

Alternatifler	$Q_i$
Arora-Herkül	0,106940
City Coco-V2	0,084523
Falcon-EnjoyPlus	0,119502
Kral Motor-KR25 AVA 5000	0,088741
Kuba-GT5	0,109369
Mondial-E-Mon Empre	0,104650
Motolux-ALF Plus Lux	0,098746
RKS-Neron X	0,124699
Stmax-Roket 3000	0,098250
Volta-VS5 Max	0,127176
YUKİ-Sportman-S	0,097426

7. *Adım*: Her bir alternatifin performans indeksi ( $P_i$ ) oluşturulur ve  $P_i$  indeksi büyükten küçüğe sıralanarak alternatiflerin sıralaması elde edilir.  $P_i$  indeksi 100 olan alternatif en iyi alternatifini temsil etmektedir

Tablo 10: Performans İndeksi ( $P_i$ ) Değerine Göre Alternatiflerin Tercih Sıralaması

Alternatifler	$P_i$
Volta-VS5 Max	100
RKS-Neron X	98,05212
Falcon-EnjoyPlus	93,96557
Kuba-GT5	85,99811
Arora-Herkül	84,08788
Mondial-E-Mon Empre	82,2875
Motolux-ALF Plus Lux	77,64543
Stmax-Roket 3000	77,25515
YUKİ-Sportman-S	76,60714
Kral Motor-KR25 AVA 5000	69,77819
City Coco-V2	66,46122

Tablo10'da alternatiflerin sıralamasına bakıldığında 5 kritere göre birinci sırada Volta-VS5 Max motosikleti yer almıştır. Diğer motosikletler sırasıyla RKS-Neron X, Falcon-EnjoyPlus, Kuba-GT5, Arora-Herkül, Mondial-E-Mon Empre, Motolux-ALF Plus Lux, Stmax-Roket 3000, YUKİ-Sportman-S, Kral Motor-KR25 AVA 5000 olarak yer almışlardır. City Coco-V2 ise en son sırada yer almıştır.

### Sonuç

Artan enerji fiyatları tüketicileri en düşük maliyetli tüketim yapabilecekleri araçlara doğru yönlendirmektedir. Bu sebeple Dünya'da ve Türkiye'de tüketiciler ulaşım için hem pratik hem de ucuz yakıtlı araçları kullanmaya başlamışlardır. Bu tip araçların başında da elektrikli motosikletler gelmektedir. Çok sayıda elektrikli motosiklet marka ve modelinin bulunması, tüketicilerin tercih yapmasını zorlaştırmaktadır. Çalışmada bu sorunun çözümüne yönelik adımlar atılmıştır. Bu amaçla literatürden elde edilen bilgilere göre en çok kullanılan kriterler kullanılarak en iyi motosiklet markası ve modeli belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmada şarj mesafesi, şarj süresi, motor gücü, maksimum hız ve fiyat kriterleri ele alınmıştır. Bununla birlikte Türkiye'de satışı bulunan elektrikli motosiklet olan Arora-Herkül, City Coco-V2, Falcon-EnjoyPlus, Kral Motor-KR25 AVA 5000, Kuba-GT5, Mondial-E-Mon Empre, Motolux-ALF Plus Luxi RKS-Neron X, Stmax-Roket 3000, Volta-VS5 Max, YUKİ-Sportman-S marka ve modelleri alternatifler olarak belirlenmiştir.

Çalışmada kriter ağırlıkları ve alternatiflerin sıralamasının tespiti çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir. Kriterlerin

ağırlıklandırılmasında objektif değerlendirme yapabilen CRITIC yöntemi kullanılmıştır. Sonrasında elektrikli motosiklet alternatiflerinin en iyiden en kötüye şeklinde sıralamasının yapılması için COPRAS yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın bulgularına göre en yüksek önem düzeyinin fiyat kriterine ait olduğu tespit edilmiştir. Ayyıldız (2022)'de çalışmasında benzer şekilde önem düzeyi en yüksek olan kriteri fiyat olarak belirlemiştir. Diğer kriterlerin önem düzeyleri sırasıyla şarj süresi, maksimum hız, motor gücü ve şarj mesafesi şeklinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Türkiye'de yaşayan insanların gelir düzeylerinin düşük olması performansa yönelik kriterler yerine fiyat kriterinin en önemli kriter olarak ortaya çıkmasını açıklayabilmektedir. Bu kriter ve önem düzeylerine göre en iyi motosiklet sıralamasında ilk sırada yer alan marka ve modelinin Volta-VS5 Max olduğu, en son sıradaki motosiklet marka ve modelinin ise City Coco-V2 olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada kullanılan kriter, yöntem ve bulgular ışığında diğer elektrikli araçlar veya farklı problemlerin çözümü için de kullanılması önerilmektedir. Aynı problem için uzman görüşleri alınarak subjektif değerlendirme yapabilen çok kriterli karar verme yöntemleri de önerilmektedir.

## Kaynakça

- Abdulvahitoğlu, A., Abdulvahitoğlu, A. ve Vural, D. (2022). Elektrikli Otomobil Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme: Borda Tümlüşik MULTIMOORA Yöntemi. *4th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences*, Konya.
- Arslan, R. (2020). Critic yöntemi, (Ed.) Hüdaverdi Bircan, *Çok kriterli karar verme problemlerinde kriter ağırlıklandırma yöntemleri*, 1. Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Ayyıldız, E. (2022). A novel pythagorean fuzzy multi-criteria decision-making methodology for e-scooter charging station location-selection. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 111, 103459.
- Bilgin, H. Y. (2018). Yakıt türüne göre motosiklet seçimi ve yeni bir tasarım (Yüksek Lisans Tezi), Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Biswas, T. ve Saha, P. (2019). Selection of commercially available scooters by new MCDM method. *International Journal of Data and Network Science*, 3(2), 137-144.
- Çoşkun, I. T. (2022). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Elektrikli Otomobil Seçimi: SDMULTIMOORA Yaklaşımı. *Third Sector Social Economic Review*, 57(1), 68-82.
- 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.
- Gavcar, E. ve Kara, N. (2020). Elektrikli Otomobil Seçiminde Entropi ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması. *İş ve İnsan Dergisi*, 7(2), 351-359.
- Haworth, N. (2012). Powered two wheelers in a changing world—Challenges and opportunities. *Accident Analysis & Prevention*, 44(1), 12–18.
- Hsu, T. P., Sadullah, E. A. F. M. ve Dao, I. N. X. (2003). A comparison study on motorcycle traffic development in some Asian countries—case of Taiwan, Malaysia and Vietnam, *The Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS) International Cooperative Research Activity*.
- Kubik, A. (2022). Selection of an Electric Scooter for Shared Mobility Services Using Multicriteria Decision Support Methods. *Energies*, 15(23), 8903.
- Mulliner, E., Smallbone, K., & Maliene, V. (2013). An assessment of sustainable housing affordability using a multiple criteria decision making method. *Omega*, 41(2): 270-279.
- Özbek, A. (2017). İlkokul Öğretmenleri Sağlık ve Sosyal Yardım Sandığı'nın Finansal Performans Analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(1): 1-31.

- Rose, G., Thompson, R. G., Amani, B. ve McClure, R. (2012). Understanding Ownership and Use of Powered Two Wheelers in Melbourne. *In Proc., 35th Australasian Transport Research Forum.*
- Rouyendegh (Erdebilli), B. D., ve Nacar, E. N., (2020), COPRAS Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi, (ed) Mehmet Kabak, Yetkin Çınar, *Çok kriterli karar verme yöntemleri ms excel çözümlü uygulamalar*, Nobel Akademik Yayıncılık.