



**T.C. İSTANBUL TİCARET
ÜNİVERSİTESİ**

**DIŞ TİCARET ENSTİTÜSÜ
WORKING PAPER SERIES**

Tartışma Metinleri

WPS NO/ 163/ 2018-05

**TOPSİS YÖNTEMİ KULLANILARAK HER SEGMENTTEKİ OTOMOBİLLERİN
SIRALANMASI**

Mertkan DEMİR*

mertkandemir26@gmail.com, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi

Özet

Günümüzde otomobiller insan hayatının önemli bir parçası olmuştur. Öyle ki, kişisel olarak yapılan harcamalarda büyük bir paya sahiptir. Günümüz teknolojisinin de yardımıyla otomobil sektörleri tüketicinin ihtiyaçlarına karşılık birçok marka ve model sunabilmektedir. Her bir marka ve modelin fiziksel özellikleri ile donanımları arasında büyük farklılıklar görülmektedir. Otomobil sahibi olmak isteyen tüketiciler açısından değerlendirme yapıldığında da tercihler çeşitlilik gösterecektir. Her bir tüketicinin bütçesi, beklentisi, markalara olan yaklaşımı gibi daha birçok unsur tercihler arasında büyük farklılıklara neden olmaktadır. Otomobil satın alınırken, araçlara ait teknik özelliklerde büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla çok sayıda alternatife (model) ve kriterin olduğu böylesi bir durumda tüketiciler otomobil satın alırken karar vermekte zorlanmaktadırlar.

Bu çalışmada 2017 model otomobillerin teknik verileri dikkate alınarak araba seçim problemi ele alınmıştır. Araştırmanın amacı; kendi sınıfında yer alan en iyi otomobili seçmektir. Araba seçim problemi için çok kriterli karar verme tekniklerinden TOPSIS yöntemi her sınıf için ayrı ayrı uygulanmış ve sonuçlara ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Otomobil Seçim Problemi, TOPSIS

Abstract

Nowadays automobiles become a very important part of human life. It's so that they have a large share in personal spending. With the help of today's technology, the automobile industry is able to offer many brands and models to meet the needs of the consumer. There are big differences, between every brand and physical models qualifications. When there is evaluation for consumers who want to have a car choices will vary. There are huge differences according to every consumers budget, expectation and approaches. Technical qualifications are so important when a car is bought. In the event that, there are many options and criterias, consumers have difficulty to decide.

In this study, 2017 brand new models cars technical database is taken into consideration to solve the problem of car choosing. This research's aim is to choose the best car in the same class. For car selection problem, from multi-criteria decision making techniques "TOPSIS" management implemented for each class separately and evaluations were made according to the results.

Keywords: Multi Criteria Decision Making, Automobile selection problem, TOPSIS

Giriş

Günümüzde otomobiller insan hayatında oldukça önemli bir yere sahiptir. Bir insanın hayatında yaptığı en büyük harcamalardan birisidir. Bu nedenle otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların daha fazla satış payı elde edebilmeleri ve rekabet ortamında sürekliliklerini sağlayabilmeleri için, otomobillerini müşteri odaklı üretmeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda otomobil sektörleri tüketicilere çok sayıda marka ve model sunmaktadır. Marka ve modeller de gerek fiziksel donanım gerekse şekil yönüyle büyük farklılıklar görülmektedir. Ayrıca tüketicilerin de otomobil alırken tercihleri ve beklentileri çeşitlilik göstermektedir. Çok fazla alternatifin (model) ve tercihleri etkileyen kriterlerin olduğu bir durumda tüketiciler otomobil satın alırken karar vermekte zorlanabilirler.

Otomobil sahibi olmak isteyen tüketiciler açısından değerlendirme yapıldığında da tercihler çeşitlilik gösterecektir. Her bir tüketicinin bütçesi, beklentisi, markalara olan yaklaşımı gibi daha birçok unsur tercihler arasında büyük farklılıklara neden olmaktadır. Otomobil satın alınırken, araçlara ait teknik özelliklerde büyük önem taşımaktadır. Örneğin; aracın yakıt tüketimi, motor hacmi, beygir gücü gibi daha birçok değişken otomobil seçiminde büyük rol oynar. Dolayısıyla çok sayıda alternatifin (model) ve kriterin olduğu böylesi bir durumda tüketiciler otomobil satın alırken karar vermekte zorlanmaktadırlar.

Bu çalışmada TOPSIS yöntemi detaylı biçimde ele alınarak uygulama aşamaları anlatılmış ve bir örnek uygulama yardımıyla metodoloji açıklanmıştır. Uygulama kapsamında, otomobil sınıflarından A, B, C, D ve C-SUV sınıflarında yer alan ve Türkiye’de satışı yapılmakta olan 2017 model araçlar dahil edilerek, her sınıftaki araçlar için teknik verilerden oluşan ayrı bir veri matrisi oluşturulmuştur. 2017 model otomobillerin teknik verilerinden yararlanılarak sıfır otomobil sahibi olmak isteyen tüketicilerin kendileri için en uygun otomobil belirlenmeye çalışılmıştır.

1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ

İnsanların herhangi bir alanda yaptıkları tercih hayatlarını belirlemekte önemli rol oynar. Çünkü yapılan her tercih aynı zamanda vazgeçilen bir alternatife sebep olmaktadır. Doğru yapılan tercihler insanlara fayda sağlarken, yanlış yapılan tercihler ise zarar ya da maliyet olarak geri dönmektedir. Bu çerçevede bakıldığında bireyler seçim yaparken kendilerine en iyi faydayı sağlayacaklarını düşündüğü alternatifleri tercih etmeye çalışırlar. Karar verme analizinin çıkış noktası da bu duruma bağlı olarak yani alternatiflerin değerlendirilmesi ve

optimal (en iyi) tercihin yapılması amacıyla ortaya çıkmıştır. Karar verme; karar vericinin mevcut seçenekler arasından bir seçim, sıralama ya da sınıflandırma yaparak bir sorunu çözmesi olarak tanımlanmaktadır. Karar alıcı mevcut seçenekler arasında karar verirken birden fazla kriteri dikkate alarak hareket etmektedir. Örneğin; otomobil satın almak isteyen bir kişi karar alırken, otomobilin fiyatını, yakıt tüketimini yani maliyet boyutunu göz önünde bulundurarak karar verecektir. Aynı şekilde fayda boyutunu da değerlendirdiğimizde tüketici, otomobilin motor hacmi, bagaj kapasitesi, beygir gücü gibi birden fazla kriteri dikkate alarak kendisi için alternatifler arasından optimal tercihi yapmaya çalışacaktır.

Çok kriterli karar verme yöntemleri birden fazla alternatifin bulunduğu durumlarda kriterlere bağlı olarak, mümkün çözüm setleri içerisinde en iyi (optimal) alternatifin tercih edilmesine imkân sağlayan yöntemler olarak tanımlanabilir. Çok kriterli karar verme yönteminin temel amaçlarından biride karar vericinin bir karar almada kendisini rahat ve güvende hissetmesini sağlayan bilgilerinin düzenlenmesine, yorumlanmasına ve analiz edilebilmesine olanak sağlamaktır. Bu süreçte, bütün kriter ve faktörler dikkate alındığında verilen karar sonrası memnuniyeti sağlamak ve pişmanlığı minimize etmek amaçlanır. (ERTUĞRUL & ÖZÇİL, 2014)

Çok kriterli karar verme yöntemi (ÇKKV) ve teorisi; işletmede, mühendislikte, ekonomide, iş dünyasında, hatta insanoğlunun kendi hayatına ilişkin bir karar almasında ve daha birçok alanda karmaşık problemlerin çözümünde kullanılabilir. Hesaplamalarda nicel ve nitel verilerin kullanımına olanak sağlayan farklı çok kriterli karar verme yöntemleri mevcuttur.

Araştırma kapsamında karar verme yöntemi olarak tercih edilen TOPSIS yönteminin literatürde örnekleri mevcuttur.

Yurdakul ve İç 2003'te Türkiye'de otomotiv sanayiinde faaliyet gösteren ve BIST'da işlem gören beş büyük ölçekli otomotiv firmasının bilançoları kullanarak hesaplanan finansal oranları kullanan, firmaların derecelendirmesine yönelik örnek bir çalışmada TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın ilk kısmında performans ölçümünde kullanılan finansal oranlar açıklanmış ve firmalar için hesaplanmıştır. İkinci kısımda ise hesaplanan oranlar her firma için TOPSIS yöntemi kullanılarak genel firma performansını gösteren tek bir puana çevrilmiştir. (YURDAKUL & İÇ, 2003)

Eleren 2007'de Kuruluş yeri seçiminde bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak Deri Sektörü örneğini ele almıştır. Çalışmada bulanık TOPSIS yönteminin bu tür problemlerde başarısını ve kullanım kolaylığını göstererek yaygınlaşmasını amaçlamıştır. (ELEREN, 2007)

Yükçü ve Atağan 2010'da farklı finansal performans ölçütlerine göre işletme performanslarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada performans ölçütü olarak dört yöntem kullanmışlardır. İşletmenin farklı illerdeki otellerinin performanslarını karşılaştırmak için TOPSIS yöntemi uygulanmış ve performans ölçütlerini tek bir değere indirgemişlerdir. (YÜKÇÜ & ATAĞAN, 2010)

Demireli 2010'da yaptığı çalışmasında finansal hizmet sektöründe Türkiye'de faaliyet gösteren kamu sermayeli bankaların performanslarını TOPSIS yöntemini kullanarak belirlemeye çalışmıştır. Ayrıca araştırma kapsamında 2001-2007 yılları arasındaki 7 yıllık dönemde Türkiye'de faaliyet gösteren Türkiye Cumhuriyeti Halk Bankası, Türkiye Vakıflar Bankası ve Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası analiz kapsamına dahil edilmiştir. (DEMİRELİ, 2010)

Özden (2011) çalışmasında, AB'ye üye ve aday ülkelerin gelişmişlik düzeylerini ekonomik göstergeler kullanarak çok kriterli karar verme tekniklerinden birisi olan TOPSIS yöntemi ile sıralanmasını amaçlamıştır. Çalışmada AB'ye üye ve aday ülkelerin ekonomik gelişmişliklerine (performanslarına) göre sıralanması için Maastricht Kriterleri dikkate alınarak 2009 yılı verileri kullanılmıştır. Çalışmada Maastricht Kriterleri kullanıldığından ekonomik göstergelerin (kriterlerin) ağırlıkları eşit olarak belirlenmiştir. Analizde AB'ye üye ve aday ülkeler ilgili kriterler doğrultusunda sıralanarak Türkiye'nin bu sıralama içerisindeki yeri belirlenmiştir. (ÖZDEN, 2011)

Korkmaz (2012) Türkiye'nin Batı Akdeniz Bölgesinde yer alan ve Isparta ve Antalya Orman Bölge Müdürlüklerine bağlı olarak faaliyet gösteren 18 devlet orman işletmesinin 2006-2010 yıllarını kapsayan beş yıllık dönemdeki iktisadiliğini analiz etmiştir. Çalışmadaki amacı, Türkiye ekonomisinin son 21 yılına ait iktisadi performansının tespiti için TOPSIS yöntemini kullanarak her yıl için tek bir başarı puanına ulaşmak ve bunları yıllar itibarıyla sıralayabilmektir. (KORKMAZ, 2012)

Uygurtürk ve Korkmaz (2012) İMKB'de işlem gören 13 ana metal sanayi işletmesinin 2006-2010 yılına ait mali tabloları kullanarak işletmenin finansal performanslarını TOPSIS yöntemi ile analiz etmişlerdir. Öncelikle işletmelerin finansal güçlülüğünü ortaya koymak için finansal oranlar hesaplanmış sonrasında hesaplanan oranlar TOPSIS yöntemi kullanılarak genel şirket performansını gösteren tek bir puana çevrilmiştir. Hesaplanan performans puanlarını işletmelerin sıralamasında kullanmışlardır. (UYGURTÜRK & KORKMAZ, 2012)

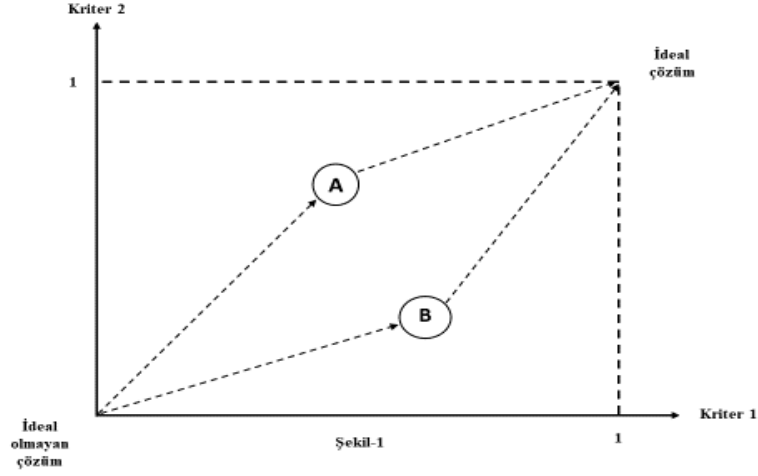
Ömürbek ve Kınay (2013), Borsa İstanbul'da (BIST) hava yolu taşımacılığı şirketi ile Frankfurt Menkul Kıymetler borsasında faaliyet gösteren bir hava yolu taşımacılığı şirketinin finansal performanslarını değerlendirmişlerdir. Bu doğrultuda her iki şirketine 2012 yılına ait finansal durum tablolarından ve performans tablolarından elde edilen finansal verileri kullanmışlardır. Performans göstergeleri ve ağırlıkları TOPSIS yönteminde kullanılarak iki hava yolu şirketinin performanslarını değerlendirmişlerdir. (Vesile & KINAY, 2013)

2. TOPSIS YÖNTEMİ

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS çok sayıda alternatif arasından optimal (en iyi) tercihin yapılmasında karar vericilere kolaylık sağlayan bir yöntemdir. 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen TOPSIS yöntemi çok kriterli karar verme tekniklerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. (YOON & HWANG, 1981) (YILDIRIM & ÖNDER, 2015)

TOPSIS, Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. TOPSIS yöntemi uygulama aşamalarının kolay ve anlaşılır olması, sonuçlarının yorumlanmasının zor olmaması sebebiyle birçok karar alıcı tarafından tercih edilen ÇKKV yöntemidir. Bu yöntemde karar verilirken pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan alternatif tercih edilmektedir. Pozitif ideal çözüme yakınlık, eğer kriter fayda özelliğine sahip ise getirinin maksimizasyonu ve maliyetin (zararın) minimizasyonunu ifade etmektedir. Kısacası alternatifin ideal çözüme yakın, negatif ideal çözümden de uzak olması beklenmektedir. (YOUNG, Ting, & C. L., 1994) (YILDIRIM & ÖNDER, 2015)

TOPSIS yönteminde optimal tercih negatif ideal çözüme uzak ve pozitif ideal çözüme yakın olana göre belirlendiğinden kötümser (riskten kaçınan) karar vericiler açısından çok uygun bir yöntemdir. Bunu bir örnek ile açıklayacak olursak; A ve B gibi iki alternatifin tercih edilmesi söz konusu olsun. Grafikte (Şekil 1) alternatiflerden A'nın pozitif ideal çözüme yakın olduğu ve negatif ideal çözümden B alternatifine göre uzak olduğu görülmektedir. Bu nedenle karar verici A alternatifini B'nin yerine tercih etmelidir. B alternatifinin A'ya göre negatif ideal çözüme yakın ve pozitif ideal çözümden uzak olması sebebiyle karar verici B alternatifini tercih etmemelidir. (ISHIZAKA & NEMERY, 2013) (YILDIRIM & ÖNDER, 2015)



2.1 TOPSIS Yönteminin Uygulama Aşamaları

TOPSIS yönteminde alternatifler belirli kriterler doğrultusunda sıralanmaktadır. Yöntemin ilk adımında karar (veri) matrisi oluşturulur. Karar matrisinden hareketle normalize matris elde edilir. Daha sonrasında normalize edilmiş karar matrisi ağırlıklandırılarak ideal çözüm ve negatif ideal çözüm değerleri belirlenir. İdeal ve negatif ideal uzaklıklar hesaplandıktan sonra alternatifler hesaplanır.

Sonuç tablosunda skor değeri en yüksek olan alternatif optimal tercih olarak belirlenir. Topsis yöntemi için bahsedilen uygulama adımları aşağıdaki gibidir. (YILDIRIM & ÖNDER, 2015)

Adım 1: Karar (veri) matrisinin oluşturulması

Veri matrisi karar verici tarafından oluşturulmaktadır. Satırlar karar noktalarını, sütunlar ise faktörleri göstermek üzere $m \times p$ boyutlu karar matrisi aşağıdaki gibi gösterilir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mp} \end{bmatrix}$$

Adım 2: Normalize matrisinin oluşturulması

Karar matrisinin her bir değerinin $(a_{11}, a_{21}, a_{31}, \dots, a_{m1})$ kareleri alınır. Daha sonra bu değerlerin sütun toplamları hesaplanarak toplamın karekökü alınır. Sonrasında ise her bir a_{ij}

değeri ait olduğu sütun toplamının kareköküne oranlanarak normalizasyon değerleri elde edilir. Bu işleme ait eşitlik aşağıdaki gibidir.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum a_{ij}^2}} \quad (i = 1, \dots, m \text{ ve } j = 1, \dots, p) \quad (1)$$

Normalize matrisi aşağıdaki gibidir.

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \cdots & n_{1p} \\ n_{21} & n_{22} & \cdots & n_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & \cdots & n_{mp} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış normalize matrisin hesaplanması

Normalize edilmiş matris değerleri belirlenen w_i ağırlık değeriyle çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris değeri belirlenir. Burada dikkat edilmesi gereken ağırlık değerleri toplamının 1 olması koşuludur. Normalize matris değerlerinin (n_{ij}) ağırlıklar (w_j) ile çarpılarak elde edilen ağırlıklandırılmış normalize matris (V) aşağıdaki gibidir.

$$V = \begin{bmatrix} w_1 n_{11} & w_2 n_{12} & \cdots & w_n n_{1p} \\ w_1 n_{21} & w_2 n_{22} & \cdots & w_n n_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 n_{m1} & w_2 n_{m2} & \cdots & w_n n_{mp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1p} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \cdots & v_{mp} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Adım 4: İdeal ve negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesi

Ağırlıklandırılmış normalize matris elde edildikten sonra ideal çözüm değerleri belirlenirken problemin amacı doğrultusunda hareket edilir. Eğer amaç maksimizasyon ise sütundaki maksimum değer ideal çözüm değeridir. Aynı sütuna ait minimum değerler ise negatif ideal çözüm değerleridir.

Eğer kriter özelliğine bağlı olarak amaç minimizasyon ise elde edilen değerler tam tersi olacaktır. Yani minimizasyon problemine göre pozitif ideal çözüm değeri her bir sütundaki minimum değerler olacaktır. Negatif ideal çözüm değerleri ise sütundaki maksimum değerlerdir.

İdeal çözüm değerleri;

$$A^* = \{\max_j v_{ij} \mid j = 1, \dots, p; i = 1, \dots, m\}$$

(4)

$\Rightarrow A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$ her bir sütundaki maksimum değerleri göstermektedir.

Negatif ideal çözüm değerleri;

$$A^- = \{\min_i v_{ij} \text{ olmak üzere}\}$$

(5)

$\Rightarrow A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$ her bir sütundaki minimum minimum değerleri göstermektedir.

Adım 5: İdeal ve negatif ideal noktalara olan uzaklık değerlerinin elde edilmesi

İdeal ve ideal olmayan noktalara uzaklık değerleri öklidyen uzaklık ile hesaplanır. Koordinat sisteminde x ve y gibi koordinatları bilinen iki nokta arasındaki uzaklığın ölçülmesinde yani öklidyen uzaklığının hesabında;

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

(6)

eşitliğinden faydalanılır. Formüldeki;

x_{ik} : i . Gözlemin k . değişken değerini

x_{jk} : j . Gözlemin k . değişken değerini

p : Değişken sayısını gösterir.

Öklidyen formülü, ideal ve negatif ideal noktalara olan uzaklığın hesaplanması için düzenlenecek olursa aşağıdaki gibi olacaktır.

İdeal uzaklık:

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

(7)

Negatif ideal uzaklık:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^2)^2} \quad (8)$$

eşitlikleri ile hesaplanmaktadır. Ayrıca burada alternatif sayısı kadar S_i^- ve S_i^* olacaktır.

Adım 6: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

Karar noktalarının ideal çözüme göreli yakınlıkları hesaplanırken ideal ve ideal olmayan noktalara uzaklıklardan faydalanılır. İdeal çözüme yakınlık C_i^* ile gösterilir ve $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığındadır. C_i^* değerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (9)$$

$C_i^* = 1$ olması karar noktasının mutlak ideal çözüm noktasına yakın olduğunu, $C_i^* = 0$ olması ise karar noktasının negatif ideal çözüm noktasına mutlak yakın olduğunu ifade etmektedir.

Sonuç olarak skor değeri (C_i^*) en yüksek olan alternatif optimal tercih olacaktır.

3. Bulgular ve Değerlendirme

Araştırma kapsamında, otomobil sınıflarından A, B, C, D ve C-SUV sınıflarında yer alan ve Türkiye’de satışı yapılmakta olan 2017 model araçlar dahil edilerek, her sınıf için teknik verilerden oluşan ayrı bir veri matrisi oluşturulmuştur. 2017 model otomobillerin teknik verilerinden yararlanılarak sıfır otomobil sahibi olmak isteyen tüketicilerin kendileri için en uygun otomobil belirlenmeye çalışılmıştır. Bu noktada tüketicilerin beklentileri ve öncelikleri farklılık gösterdiğinden ve bu farklılıkta karar vermede önemli olduğundan 10 tüketici ile görüşülerek kriterleri değerlendirmeleri istenmiştir. Bu doğrultuda karar vericilere 9 soruluk bir anket uygulanmış ve 10 tüketici tarafından yapılan değerlendirmenin aritmetik ortalaması alınarak ağırlık değerleri hesaplanmıştır.

Değerlendirme ölçütü olarak kullanılan teknik veriler (kriterler); maksimum hız (km/s), ortalama yakıt tüketimi (lt/100), karbondioksit emisyonu (g/kg), silindir hacmi (cc), fiyat (2017-TL), boş ağırlık (kg), bagaj kapasitesi (lt.), güç (HP), ve hızlanma (0 – 100 km/s) şeklindedir. Otomobillerin mevcut diğer özellikleri sayısal değerlendirmeye uygun olmadığından kriterler kapsamına dahil edilmemiştir. Otomobillere ait teknik veriler her markanın kendi resmi internet sitesinden elde edilmiştir. Ayrıca kriter ağırlıklarının belirlenmesinde tüketicilere sunulan anket formu ve verilen cevaplar ekteki belgede sunulmuştur.

Kriterler

Ortalama yakıt tüketimi: Yakıt tüketimi bir motorlu taşıtın kullanımı sırasında tükettiği yakıt değeridir. Ortalama yakıt tüketimi; şehir içi tüketiminin %37'si ve şehir dışı tüketiminin %63'ü toplanarak elde edilen değerdir.

Karbondioksit Emisyonu: CO₂ emisyonu karbon içerikli yakıtların yanması sonucu karbondioksitin açığa çıkması ve atmosfere karışmasıdır. Hava kalitesini olumsuz etkilemesinin yanı sıra atmosfere yükselerek sera gazı etkisine yol açmaktadır. Bu nedenle çevre açısından önemli olan bir kriterdir.

Silindir Hacmi: Motor hacmi ya da silindir hacmi, pistonların silindir içerisinde alt ölü nokta ile üst ölü nokta arasında süpürdüğü hacimdir. Genellikle kübik santimetre (cc) veya santimetreküp (cm³) birimi ile ölçülür. Bir araçtaki motor hacmi ne kadar büyük olursa gücü ve yakıt tüketimi de o kadar büyük olacaktır.

Boş Ağırlık: Üzerinde insan veya yük bulunmadan yakıt deposu dolu bir aracın taşınması zorunlu alet ve donanım ile birlikte hesaplanan ağırlığıdır.

Bagaj hacmi: Otomobillerin yük konulabildiği ve genellikle arka kısmında bulunan yük taşıma alanıdır. Bagaj genişlikleri litre ölçüsüne göre hesaplanmaktadır.

Güç (Beygir): Beygir gücü otomobillerin güçlerinin belirlenmesi için kullanılan bir terimdir. En temel şekilde beygir gücü 75 kilogram ağırlığındaki bir yükün 1 saniyede 1 metre hareket ettirebilmesi için gerekli olan güç miktarı şeklinde tanımlanabilir. Dilimize “Horse Power” teriminden geçmiştir. Beygir gücünü temsil eden HP harfleri Horse Power kelimelerinin baş harfleridir.

Hızlanma (0 – 100 km/s): Araçların 100 km. hıza kaç saniyede ulaşabildiğini gösteren performans ölçütüdür.

Çalışmada ağırlıklar belirlenirken tüketicilerin subjektif görüşleri dikkate alındığından veriler hem objektif hem de subjektif değerlerden oluşmaktadır.

Analizde kullanılan kriter ağırlıkları 10 tüketici tarafından verilen cevapların aritmetik ortalamasına göre hesaplanmıştır. Buna göre her bir kriter için hesaplanan ağırlık değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Kriterlere ait ağırlık değerleri

Kriterler	Maksimum Hız (km/s)	Ortalama Yakıt Tüketimi (Lt/100km)	CO2 Emisyonu (g/kg)	Silindir Hacmi (cc)	Fiyat-2017 (TL)	Boş Ağırlık (Kg)	Bagaj Kapasitesi (lt.)	Güç (HP)	Hızlanma 0-100 (km/s)
Ağırlıklar	0,12	0,12	0,08	0,11	0,13	0,08	0,09	0,13	0,13

4. Farklı Otomobil Sınıfındaki Araçların Teknik Veriler (Kriter) Doğrultusunda TOPSIS Yöntemi İle Sıralanması

TOPSIS yöntemi her sınıf için ayrı ayrı uygulanmıştır. Analiz kapsamında kullanılan veriler otomobillerin resmi internet sitelerinden elde edilmiş olup, standart paket araçların teknik verileri dikkate alınarak karar matrisi oluşturulmuştur.

Yöntemin açıklama kısmında ki eşitliklerden yararlanılarak sonuç tabloları elde edilmiştir. Ayrıca yöntemin hesaplanmasında Microsoft Office Excel 2016 programından yararlanılmıştır.

Tablo 2: A sınıfında yer alan araçların sıralaması

Alternatifler	(S _i [*])	(S _i ⁻)	C _i [*]
Hyundai İ10	0,023593984	0,029437167	0,555091983
Fiat Panda	0,022029295	0,027404616	0,554368757
KIA Picanto	0,022338611	0,027071773	0,547896427
Citroen C1	0,023896506	0,026816835	0,52879251
Fiat 500	0,025326255	0,018633404	0,423875075
Opel ADAM	0,02861725	0,020731027	0,42009627
Smart Fortwo	0,032829071	0,021409318	0,394726283

İdeal çözüme yakınlık sayıları ve maksimum fayda analizi sonuçlarına göre yapılması gereken tercih sıralaması Hyundai İ-10, Fiat Panda, Kia Picanto, Citroen C1, Fiat 500, Opel Adam ve Smart Fortwo şeklindedir.

Tablo 3: B sınıfında yer alan araçların sıralaması

Alternatifler	(S _i [*])	(S _i [*])	C _i [*]
Accent Blue	0,020629391	0,041814704	0,669634244
Honda Jazz	0,01995651	0,039158313	0,662411073
Nissan Juke	0,022683627	0,040600818	0,641560783
Peugeot 208	0,025343471	0,041775369	0,622408979
Clio Symbol	0,027798774	0,045288342	0,619648778
Hyundai İ20	0,025746638	0,040593897	0,611901862
Fiat Punto	0,028235928	0,04422555	0,610331876
Ford Fiesta	0,026823837	0,040613197	0,602238781
Seat Ibiza	0,029159178	0,041059642	0,584738417
Nissan Micra	0,029000133	0,040289217	0,581463339
Polo	0,029250945	0,039948577	0,577295561
Toyota Yaris	0,033475836	0,043636365	0,565881461
Renault Clio	0,030960525	0,040026549	0,563856864
Opel Corsa	0,03316306	0,040126141	0,547504135
Audi A1	0,0472797	0,029271139	0,382375151

İdeal çözüme yakınlık sayıları ve maksimum fayda analizi sonuçlarına göre yapılması gereken tercih sıralaması B sınıfı araçlar için; Honda Jazz, Nissan Juke, Peugeot 208, Clio Symbol, Hyundai İ-20, Fiat Punto, Ford Fiesta, Seat İbiza, Nissan Micra, Polo, Toyota Yaris, Renault Clio, Opel Corsa ve Audi A1 şeklindedir.

Tablo 4: C sınıfında yer alan araçların sıralaması

Alternatifler	(S _i [*])	(S _i ⁻)	C _i [*]
KIA Ceed	0,014906484	0,037489231	0,716
Seat Leon	0,018012539	0,035650457	0,664
Skoda Octavia	0,017684773	0,034754964	0,663
Ford Focus	0,018772315	0,036366517	0,660
Renault Megane	0,02009765	0,037592422	0,652
Mazda 3	0,01802999	0,033556715	0,650

GIULIETTA	0,019187137	0,033647885	0,637
Fiat Egea Hatchback	0,023057379	0,038277039	0,624
Golf	0,021130677	0,032069858	0,603
Peugeot 308	0,021012714	0,031373909	0,599
Toyota Auris	0,024694468	0,034678419	0,584
Hyundai İ 30	0,023267921	0,032131372	0,580
Opel Astra	0,025058845	0,031552712	0,557
Citroen C4	0,025794018	0,029166323	0,531
A 180	0,031139992	0,024422172	0,440
Audi A3	0,040656842	0,018338635	0,311

Elde edilen sonuç tablosunda en yüksek skora sahip aracın Kia markasına ait olduğu gözlenmiştir. İdeal çözüme yakınlık sayıları ve maksimum fayda analizi sonuçlarına göre yapılması gereken tercih sıralaması Kia Ceed, Seat Leon, Skoda Octavia, Ford Focus, Renault Megane, Mazda 3, Giulietta, Fiat Egea, Golf, Peugeot 308, Auris, Hyundai İ-30, Opel Astra, Citroen C4, Mercedes A 180 ve son olarak Audi A3 şeklindedir.

Tablo 5: D sınıfında yer alan araçların sıralaması

Alternatifler	(S_i^*)	(S_i^-)	C_i^*
VW Passat	0,028411938	0,050021258	0,637756211
Skoda Superb	0,029734576	0,051743437	0,635060126
Toyota Avensis	0,032549025	0,050686867	0,608954453
Opel Insignia	0,030278125	0,044336986	0,594209206
VW Jetta	0,03669191	0,053347758	0,592491721
Peugeot 508	0,030982709	0,041407862	0,572006293
Renault Talisman	0,037204794	0,043917052	0,541371455
Mazda 6	0,036461038	0,03797261	0,510153821
VW Arteon	0,055572867	0,037880951	0,405344068
Audi A4	0,042995034	0,027549428	0,390525737

İdeal çözüme yakınlık sayıları ve maksimum fayda analizi sonuçlarına göre yapılması gereken tercih sıralaması Volkswagen Passat, Skoda Superb, Toyota Avensis, Opel İnsignia, Volkswagen Jetta, Peugeot 508, Renault Talisman, Mazda 6, Volkswagen Arteon ve Audi A4 şeklindedir.

Tablo 6: C-SUV sınıfında yer alan araçların sıralaması

Alternatifler	(S _i [*])	(S _i ⁻)	C _i [*]
Dacia Duster	0,032364815	0,04163847	0,562657046
Toyota RAV4	0,034988478	0,040936407	0,539169828
Renault Kadjar	0,030592958	0,034280197	0,528418837
KIA Sportage	0,031430454	0,033798198	0,518149569
Skoda Yeti	0,038605389	0,039466386	0,505514136
Hyundai Tucson	0,03202951	0,031315297	0,494362495
Peugeot 3008	0,035427539	0,03271131	0,480068428
VW Tiguan	0,03390108	0,03096455	0,477364509
Nissan Qashqai	0,037332366	0,032958829	0,468889869
Seat Ateca	0,033766722	0,029676939	0,467768387
Ford Kuga	0,034422176	0,029569069	0,462079912
Mazda CX-5	0,037660695	0,025579499	0,404481665
Audi Q3	0,047375561	0,020932919	0,306446859

C sınıfı SUV otomobilleri günümüzde insanların beklentileri doğrultusunda hemen hemen her marka tarafından üretilmekte olan ve yoğun talep gören kasa tipidir. Bu doğrultuda çalışmada E sınıfı araçların yerine dahil edilmiştir.

İdeal çözüme yakınlık sayıları ve maksimum fayda analizi sonuçlarına göre yapılması gereken tercih sıralaması, Dacia Duster, Toyota RAV4, Renault Kadjar, KIA Sportage, Skoda Yeti, Hyundai Tucson, Peugeot 3008, VW Tiguan, Nissan Qashqai, Seat Ateca, Ford Kuga, Mazda CX-5 ve Audi Q3 şeklindedir.

Sonuçlar ve Öneriler

Günümüzde otomobiller insan hayatında oldukça önemli bir yere sahiptir. Bir insanın hayatında yaptığı en büyük harcamalardan birisidir. Bu nedenle otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların daha fazla satış payı elde edebilmeleri ve rekabet ortamında sürekliliklerini sağlayabilmeleri için, otomobillerini müşteri odaklı üretmeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda otomobil sektörleri tüketicilere çok sayıda marka ve model sunmaktadır. Marka ve modeller de gerek fiziksel donanım gerekse şekil yönüyle büyük farklılıklar görülmektedir. Ayrıca tüketicilerin de otomobil alırken tercihleri ve beklentileri çeşitlilik göstermektedir. Çok fazla alternatifin (model) ve tercihleri etkileyen kriterlerin olduğu bir durumda tüketiciler otomobil satın alırken karar vermekte zorlanabilirler.

Bu çalışmada A, B, C, D ve C-SUV sınıfında yer alan araçlara ait teknik veriler kullanılarak, TOPSIS yöntemi ile alternatifler arasından en uygun olan modelin seçilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan kriter ağırlıkları belirlenirken 10 farklı tüketici ile görüşülerek önceliklerine ve beklentilerine göre kriterleri değerlendirmeleri istenmiş ve bu doğrultuda otomobillerin tercih sıralamalarının yapılması sağlanmıştır.

Tüketicilerin yaptığı değerlendirme sonucunda belirlenen kriter ağırlıkları dikkate alınarak yapılan TOPSIS yönteminin sonuçlarına göre A sınıfında yer alan alternatifler arasından tercih edilebilecek en uygun araç Hyundai markasına ait İ-10 modelidir. Bu sınıfta Hyundai İ-10 yerine Fiat markası da tercih edilebilir. Çünkü skor olarak değerlendirildiğinde aralarında ki fark çok küçüktür. Skor değerleri birbirine yakın olan üç alternatifin tercih sıralaması Hyundai-10, Fiat Panda ve Kia Picanto şeklinde olacaktır.

B sınıfı otomobiller için değerlendirme yapıldığında ilk sırada Accent Blue aracı yer almaktadır. Accent Blue aracına en yakın bir diğer otomobil Honda Jazz'dır. Üçüncü sırada ki alternatif ise Nissan Juke aracıdır. İlk sırada yer alan Accent Blue 2016 yılında kendi sınıfının en iyi otomobili seçilmiştir.

C sınıfı araçlarında ise en uygun tercih Kia Ceed olarak belirlenmiştir. TOPSIS sonucuna göre skor değeri en yüksek olan araçtır. Tüketicilerin beklentileri doğrultusunda günümüzde de tercih edilen bir otomobil markasıdır. Sıralama da Seat Leon ikinci alternatif, Ford Focus ise üçüncü alternatif olarak tercih edilebilir.

D sınıfını değerlendirdiğimizde, 2017 yılında üretilen ve yılın otomobili ödülünü alan VW Passat aracı sıralama da birinci sıradadır. Onun en yakın takipçisinin ise VW grubuna katılan

Skoda markasına ait Superb olduğu görülmektedir. Skor olarak neredeyse eŖit diyebileceğimiz kadar küçük bir farklılıkla ikinci sırada yer alan Superb, D segmentinde tercih edilebilecek alternatiflerden birisidir. Bu iki marka ve modele en yakın olan bir diğer araç ise Toyota Avensis'dir.

C sınıfı SUV model araçlar insanların beklentileri doğrultusunda üretilen ve günümüzde bir hayli talep gören kasa tipidir. Bu nedenle alıŖmada E sınıfı yerine tercih edilmiŖtir. Bu sınıfta yer alan alternatifler arasından tercih edilebilecek optimal otomobil en yüksek skoru ile Dacia Duster olmuŖtur. İkinci alternatif olarak Toyota RAV4 ve üçüncü alternatif olarak ise Renault Kadjar aracı tercih edilebilir.

AraŖtırmada kullanılan kriterler deđiŖtirildiđinde (arttırılıp/azaltıldığında), sıralama sonuçları ve optimal tercihin deđiŖmesi muhtemeldir. Ayrıca kriterlere ait ağırlık değerleri rastgele seçilen 10 tüketicinin önceliklerine göre belirlenmiŖ olup, önem düzeylerine göre ağırlıklar deđiŖtirilirse yine sıralamanın deđiŖebileceđi unutulmamalıdır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS yerine aynı verilere ve ağırlık değerlerine farklı yöntemlerin uygulanması yine sonuçlarda farklılıklara neden olabilir. Burada unutulmaması gereken en önemli nokta; karar alıcının deđiŖmesi, kriterlerin deđiŖmesi ve kriterleri değerlendirmek için kullanılan ağırlıkların deđiŖmesi durumunda sonuçların deđiŖecek olmasıdır.

Bu alıŖmada otomobillere ait teknik verilerden yararlanılarak TOPSIS yöntemi ile her sınıftaki alternatifler için en iyi otomobil belirlenmeye alıŖılmıŖtır. Ağırlıklar belirlenirken tüketicilerin grŖlerinden yararlanılmıŖtır. Böylelikle değerlendirmeler hem objektif hem de sübjektif verilerden oluŖmaktadır. Fakat kiŖisel yargıların ve beklentilerin daha ön planda olabilmesi adına daha büyük örneklem kitlesine ve bulanık hesaplamalara ihtiyaç vardır. Uygulamadaki aynı veriler kullanılarak farklı çok kriterli karar verme yöntemleri uygulanmalı ve sonuçlar karŖılaŖtırmalı yorumlanarak güvenilirlikleri test edilmelidir. Bunun yanı sıra sadece teknik veriler kullanılarak değil otomobil seçiminde tüketicilerin tercihlerini önemli düzeyde etkileyen daha fazla kriter alıŖmaya dahil edilerek sonuçlar değerlendirilmelidir.

Nitekim bu alıŖmada ki bir diğer amaç TOPSIS yöntemini detaylı olarak açıklamak ve anlaşılır olmasını sağlamaktır. Bu kapsamda hem yöntem açısından hem de elde edilen sonuçların yorumlanması açısından açıklayıcı bir kaynak oluŖturulmaya alıŖılmıŖtır. Bu alıŖma otomobil seçimi konusunda yapılacak sonraki alıŖmalara örnek olacaktır.

Ekler

Ek 1: Karar vericilerin Kriterleri Değerlendirme Sonuçları

Karar Vericiler	Ortalama Yakıt Tüketimi	Maksimum Hız	Karbondioksit Emisyonu	Silindir Hacmi	Fiyat	Boş Ağırlık	Bagaj Kapasitesi	Güç	Hızlanma
KV1	7	8	6	1	3	4	2	8	6
KV2	6	7	4	8	8	6	7	9	8
KV3	5	7	3	8	7	7	4	8	8
KV4	8	7	4	7	8	6	7	8	7
KV5	8	7	6	8	9	8	8	8	8
KV6	9	9	9	9	9	5	7	8	9
KV7	9	7	4	7	9	6	7	7	6
KV8	7	8	3	9	9	1	6	9	9
KV9	8	5	7	7	9	3	7	8	8
KV10	7	9	7	9	9	5	5	9	9

Kaynakça

DEMİRELİ, E. (2010). TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama. Girişimcilik v e Kalkınma Dergisi, 5(1), 101-112.

ELEREN, A. (2007). Kuruluş Yeri Seçiminin Fuzzy TOPSIS Yöntemi İle Belirlenmesi: Deri Sektörü Örneği. Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi, 13, 280-295.

ERTUĞRUL, İ., & ÖZÇİL, A. (2014). Çok Kriterli Karar Vermede TOPSIS ve VIKOR Yöntemleriyle Klima Seçimi. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4(1), 270-271.

ISHIZAKA, A., & NEMERY, P. (2013). Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software. Wiley & Sons Ltd.

KORKMAZ, M. (2012). Orman işletmelerinde iktisadilik düzeyinin TOPSIS yöntemi ile analizi. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 13, 14-20.

ÖZDEN, Ü. H. (2011). TOPSIS Yöntemi İle Avrupa Birliğine Üye Ve Aday Ülkelerin Ekonomik Göstergelere Göre Sıralanması. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13(2), 215-236.

UYGURTÜRK, H., & KORKMAZ, T. (2012, Ekim). inansal Performansın TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Belirlenmesi: Ana Metal Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İibf Dergisi, 7(2), 95-115.

Vesile, Ö., & KINAY, B. (2013). Havayolu Taşımacılığı Sektöründe Topsıs Yöntemiyle Finansal Performans Değerlendirmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(3), 343-363.

YILDIRIM, B. F., & ÖNDER, E. (2015). Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. Dora Yayıncılık.

YOON, K., & HWANG, C.-L. (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Application. NewYork: Springer.

YOUNG, L., Ting, Y., & C. L., H. (1994). TOPSIS for MODM. European Jorunal of Operational Research. 76, 486-500.

YURDAKUL, M., & İÇ, Y. T. (2003). Türk otomotiv firmalarının performans ölçümü ve analizine yönelik topsıs yöntemini kullanan bir örnek çalışma. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 18(1), 1-18.

YÜKÇÜ, S., & ATAĞAN, G. (2010). TOPSIS Yöntemine Göre Performans Değerleme. Muhasebe ve Finans Dergisi, 45, 55-66.

