



Bingöl Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi  
Bingol University  
Journal of Economics and Administrative Sciences

Cilt/Volume: 6, Sayı/Issue: 2  
Yıl/Year: 2022, s. 127-146  
DOI: 10.33399/biibfad.1084710  
ISSN: 2651-3234/E-ISSN: 2651-3307

Bingöl/Türkiye

**Makale Bilgisi /Article Info**

Geliş/Received: 09.03.2022 Kabul/ Accepted: 20.07.2022



## TOPLU TAŞIMADA KULLANILABİLEN ÖZEL HALK OTOBÜSÜ SEÇİMİ: ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ UYGULAMASI

*Vehicle Preference of Private-Public Bus Operators in the  
Public Transport Industry: Application with the Analytical  
Hierarchy Process of Multi-Criteria Decision-Making Methods*

**Adem BABACAN\***

Öz

Günümüzde hizmet sektörünün bir kolu olan toplu taşıma türleri içinde birçok alternatif mevcuttur. Bu alternatiflerden biri ve en yaygın olanı ise özel halk otobüsleridir. Bu yönüyle hizmet verecek otobüslerin, halkın taleplerine cevap vermesi yanında özel halk otobüsü işletmecilerin satın almada tercih etmeleri için bir takım özelliklere sahip olması gerekliliği açıktır. Özel halk otobüsü işletmecileri, otobüs satın alırken birden fazla alternatif arasından belirli kriterler altında seçim yaparlar. Bu kriterler seçicilere göre farklı ağırlıklarda ve boyutlarda değer kazanır. Seçimi etkileyen kriterlerin ağırlıkların bilinmesi otobüs üreticileri için önemlidir. Karar verici için en uygun alternatifi seçmenin bir yolu ise Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleridir. En yaygın kullanılan ÇKKV tekniklerinden birisi ise Analitik Hiyerarşi Proses (AHP)'dir. Bu çalışmada Sivas ilinde özel halk otobüsü işletmecilerinin otobüs satın alırken göz önünde bulundurdıkları kriterler uzman görüşü alınarak belirlendikten sonra yine uzman görüşleri sonucunda kriterlerin öncelik değerlendirilmesi Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi ile yapıldı. Problem Excel programı kullanılarak çözüldü. Seçimi etkileyen en önemli özelliklerin, yürütür aksam

\* Doç. Dr, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, adem.babacan@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7349-7033>

kriterinin alt kriterleri olan fren ve ön süspansiyon (0,25 ve 0,10) olduğu görülmüştür. Sonraki işlemde fiyat/performans değerlendirilmesi ile otobüs işletmecilerinin tercih sıralaması belirlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Çok kriterli karar verme, analitik hiyerarşi süreci, toplu taşıma.

**JEL Codes:** C02; C44; C61.

## Abstract

Today, there are many alternatives for public transportation, which is a branch of the service sector. One of these alternatives and the most common is private-public buses. The buses that will serve in this respect must meet the public's demands and have some features for private-public bus operators to prefer them purchasing. Private public bus operators choose from multiple alternatives under specific criteria when purchasing buses. These criteria gain value in different weights and sizes according to the selectors. Knowing the weights of the criteria affecting the selection is essential for bus manufacturers. One way of choosing the most suitable alternative for the decision maker is Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. One of the most widely used MCDM techniques is the Analytical Hierarchy Process (AHP). In this study, after the criteria that private public bus operators consider when purchasing buses in Sivas province were determined by taking expert opinion, the priority evaluation of the criteria was made with the Analytical Hierarchy Process method, again as a result of expert opinions. The solution to the problem was done using Microsoft Excel. It has been observed that the most important features affecting the selection are the brake and front suspension (0.25 and 0.10), which are the sub-criteria of the driveline criterion. In the following process, the preference order of the bus operators was determined by evaluating the price-performance ratio.

**Keywords:** Multi-criteria decision making, analytical hierarchy process, public transport.

JEL Codes: C02; C44; C61.

## 1. Giriş

Toplu taşıma, hizmet sektörünün önemli bir parçası olup gerek belediyeler tarafından gerekse özel işletmeler tarafından hükümetin denetimi altında yapılır. 5393 sayılı Belediye Kanunu'na göre belediyelerin yetkileri "Toplu taşıma yapmak; bu amaçla otobüs, deniz ve su ulaşım araçları, tünel, raylı sistem dahil her türlü toplu taşıma

sistemlerini kurmak, kurdurmak, işletmek ve işlettirmek” olarak düzenlenmiştir (Belediye Kanunu, 2022). Bu kanun çerçevesinde belediyelerin diğer konularda olduğu gibi toplumun isteklerine cevap vermesi gerekmektedir. Özellikle trafiğin yoğun olduğu illerde vatandaşların toplu taşıma kullanması yönünde uyarılar yapılmaktadır. Büyükşehir olmayan az nüfuslu illerde toplu taşımanın büyük bir kısmı ise otobüsler tarafından yerine getirilmektedir. Bu bakımdan toplu taşıma otobüslerinin genişlik, uzunluk ve benzeri özellikleri önemli hale gelmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte otobüslerde de büyük bir değişim yaşanmakta olup her geçen yıl yenilenen ve gelişen değişik tür ve marka halk otobüsleri karşımıza çıkmaktadır. Otobüsler tür olarak avantajlarına göre çeşitli belediyeler tarafından kullanılmaktadır. Bu türler körüklü otobüs, elektrikli otobüs, trolleybüs, dizel otobüs, yarım otobüs olmak üzere çeşitlenmektedir. Toplu taşıma, sürekli değişen şartları, nüfus sayısı, konfor isteği, taşıt teknolojisi ve taleplerdeki değişimlerle oldukça dinamik bir yapıdadır. Gelişen otomotiv teknolojisi ile ortaya çıkan alternatif araçlar bir şekilde kullanıcıları tarafından seçilmektedir. Bazı markalar seçilmeyerek yok olurken bazı markalar piyasada varlığını devam ettirmektedir. Tercih edilen marka ve teknolojilerinin değerlendirilmesi önemli çok kriterli karar verme problemlerinden birisidir. Otobüs sistemi, sabit depo, güzergâh, yolcu grubu, çalışma süresi ve sıklık gibi özelliklere sahip olduğundan, toplu taşıma çok kriterli karar verme yöntemleri araştırmaları için ilgi görmektedir. Bu nedenle, bu araştırmanın amacı otobüs kullanıcıları ve sahipleri için kentsel alana uygun alternatif otobüsleri değerlendirmek ve gelecekteki potansiyel gelişme yönünü keşfetmektir. Bu konuda, toplu taşıma için alternatif yakıtlı otobüslerin çok kriterli analizi (Tzeng vd., 2005), çok kriterli sezgisel bulanık ortam altında sürdürülebilir kentsel ulaşım için alternatif yakıt seçimi (Mukherjee, 2017), çok kriterli bir yaklaşım kullanılarak İran’da hafif ticari araçlar için alternatif yakıtların değerlendirilmesi yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji hakkında (Sehatpour vd., 2017), farklı şarj yöntemlerine sahip elektrikli otobüslerin kullanım ömrü maliyetleri ve şarj gereksinimleri (Lajunen, 2018), İstanbul için toplu taşımada müşteri memnuniyeti (Çelik ve Bilişik, 2013) konularında çalışmalar yapmışlardır. Türkiye’de toplu taşıma türünün seçiminde (Hamurcu

ve Eren, 2017), ulaşım projelerinin seçiminde (Hamurcu vd., 2016a), teknoloji seçimi (Hamurcu ve Eren, 2016b) üzerinde çalışmalar bulunmaktadır.

Alternatif yakıtlı otobüsler hakkında dünya çapındaki en son teknolojik gelişmeler üzerine yapılan çalışmalar Literatürde önemli yer tutmaktadır. Bu teknolojik gelişmelerin muhtemelen içten yanmalı motorlu araçlar, hibrit elektrikli araçlar, elektrikli araçlar ve yakıt hücreli araçlar, metanol, doğal gazlı araçlar üzerine olacağı genel kabul görmüştür (Tzeng vd, 2005:1373). Ancak üretilmiş olan ve hali hazırda kullanımda bulunan toplu taşıma araçlarının özelliklerini kullanarak bir seçim probleminin incelenmesi hakkında literatürde boşluk bulunmaktadır. Bu çalışmada Sivas ilinde toplu taşımada kullanılan özel halk otobüsleri üzerine bir araştırma yapılmıştır. Sivas'ta toplu taşımanın tamamında özel halk otobüsleri kullanılmaktadır. Şehirde benzer standartlarda olan üç farklı firmaya ait özel halk otobüsleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Sivas'ta toplu taşımada kullanılan otobüslerin sahip olduğu teknik özellikler problemin kriterleri olarak alındı. Bu kriterleri ikili karşılaştırma yaparak birbirine göre karşılaştırılması yapıldı. Bu karşılaştırmalarda Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanıldı. Elde edilen sonuçlara göre maliyet analizi yapılarak otobüs sahiplerinin/kullanıcılarının maliyet ile kriterler arasında tercihleri belirlenmeye çalışılmıştır.

## **2. Otobüs Üretim Sektörünün Dünya, AB Ülkeleri ve Türkiye'deki Durumu**

Otomotiv sektörü, dünyanın en büyük yatırımlarının gerçekleştiği sektörlerden biri olarak dikkat çekmektedir. Sektör üretimi genel olarak otomobil ve ticari araç olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Otomobil ve kamyonetlerden oluşan hafif araçlar sınıfı üretim, tüm sektördeki üretimin çoğunluğunu oluşturmaktadır. Minibüs, midibüs, otobüs, kamyon, çekici vb. araçlardaki üretim adet olarak önceki sınıfa göre daha azdır ancak fiyat ve satış sonrası verilen hizmet/yedek parça kullanımında önemli yere sahiptir. Türkiye 2019 yılı itibari ile motorlu araç üretiminde dünya sıralamasında 1461244 adet ile 14. sırada yer almaktadır. Çalışmada Türkiye'de üretim yapan önemli toplu taşıma üreticilerinden üç markanın ürünü ele alınmıştır.

Toplu Taşımada Kullanılabilen Özel Halk Otobüsü Seçimi: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması

**Tablo 1:** 2015–2019 Dönemi Ülkelere Göre Motorlu Araç Üretim Rakamları

		2015		2016		2017		2018		2019
1	Çin	24503 326	Çin	28118 794	Çin	29015 434	Çin	27809 196	Çin	25720 665
2	ABD	12100 095	ABD	11189 985	ABD	11189 985	ABD	11314 705	ABD	10880 019
3	Japonya	92782 38	Japonya	92045 90	Japonya	96937 46	Japonya	97285 28	Japonya	96842 98
4	Almanya	60331 64	Almanya	60625 62	Almanya	56455 81	Hindistan	51746 45	Almanya	46613 28
5	G.Kore	45559 57	Hindistan	44889 65	Hindistan	47828 96	Almanya	51204 09	Hindistan	45160 17
6	Hindistan	41257 44	G.Kore	42285 09	G.Kore	41149 13	Meksika	41005 25	Meksika	39867 94
7	Meksika	35654 69	Meksika	35974 62	Meksika	40684 15	G.Kore	40288 34	G.Kore	39506 17
8	İspanya	27332 01	İspanya	28859 22	İspanya	28483 35	Brezilya	28798 09	Brezilya	29449 88
9	Brezilya	24294 63	Kanada	23702 71	Brezilya	26996 72	İspanya	28195 65	İspanya	28223 55
10	Kanada	22834 74	Brezilya	21563 56	Fransa	22270 00	Fransa	22700 00	Fransa	22024 60
11	Fransa	19700 00	Fransa	20820 00	Kanada	21997 89	Tayland	21676 94	Tayland	20137 10
12	Tayland	19154 20	Tayland	19444 17	Tayland	19888 23	Kanada	20208 40	Kanada	19165 85
13	İngiltere	16821 56	İngiltere	18166 22	İngiltere	17493 85	Rusya	17676 74	Rusya	17197 84
14	Rusya	13843 99	Türkiye	14859 27	Türkiye	16957 31	İngiltere	16043 28	Türkiye	14612 44
15	Türkiye	13587 96	Çek C.	13498 96	Rusya	15512 93	Türkiye	15501 50	Çek C.	14339 63
16	Çek C.	13036 03	Rusya	13039 89	İran	15153 96	Çek C.	13450 41	İngiltere	13814 05
17	Endonezya	10987 80	Endonezya	11773 89	Çek C.	14199 93	Endonezya	13437 14	Endonezya	12868 48
18	İtalya	10142 23	İran	11647 10	Endonezya	12166 15	İran	10955 26	Slovakya	11000 00

**Kaynak:** Otomotiv Sektör Raporu (2020:7)

Otomotiv yan sanayi firmalarının, bazı mamuller dışındaki tüm parçaları içeren ürün gamı, ülkemizde imal edilen taşıt araçlarının yüzde 85-90 oranında yerli imal edilmesine imkân verecek çeşitliliktedir (Otomotiv Sektör Raporu, 2020:9). CIS (Rusya, Belarus, Kazakistan, Ukrayna).

**Tablo 2:** 2015–2020 Dönemi Ülkelere Göre Otobüs Üretim Rakamları

BİRİMLER	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EU (Türkiye dahil)	41.321	40.090	35.160	42.126	43.950	39.916
EU (27 countries)	15.295	14.642	8.285	14.540	15.510	12.777
EU (15 countries)	5.727	5.020	2.975	3.745	2.931	1.670
Türkiye	15.920	11.413	11.898	11.857	11.725	9.939
CIS	10.106	14.035	14.977	15.729	16.715	17.200
America	21.504	18.705	20.643	28.536	27.671	21.513
Asia-Oceania	256.886	278.326	239.127	208.547	198.587	157.093
Africa	1.226	1.276	1.131	1.178	996	745
Toplam	320.937	338.397	296.061	280.387	271.204	219.267

**Kaynak:** <https://www.oica.net/category/production-statistics/2021-statistics/>

Günümüzün zorlayıcı koşullarına rağmen, Türkiye otomotiv sanayisinin 2020 yılını Dünya geneli ve AB'ye göre daha iyi sonuçlarla kapattığını söylememiz mümkündür. Küresel otomotiv üretimi 2020 yılında yüzde 16 daralma gösterirken, ülkemiz otomotiv sanayi üretimi yüzde 11 seviyesinde daralma göstermiştir. Toplam otomotiv ihracatımız adet bazında yüzde 27 azalırken, değer bazından yüzde 17 seviyesinde azalarak yaklaşık 26 milyar dolar seviyesinde gerçekleştirmiştir. Türkiye İhracatçılar Meclisi (TİM) verilerine göre, otomotiv sanayi toplam ihracatın yüzde 15'ini gerçekleştirmiştir ve 15 yıldır üst üste ihracat şampiyonluğunu sürdürmüştür (Otomotiv Sektör Raporu, 2020:36). Bu yönüyle otobüs üretim sektörü de toplam otomotiv üretim sektörü içinde önemli hale gelmiştir. Çalışma bu yönüyle otobüs üretiminde seçicilerin önem verdiği otobüs özelliklerinin belirlenmesinin önemini göstermektedir. Aynı zamanda belirlenen otobüs özelliklerinin seçiciler nazarında ağırlıklarının belirlenmesi otobüs üreticilerine yol gösterici olacaktır. Çalışmanın devamında, ağırlıkları belirlenmiş otobüs özelliklerinin belirleyeceği fayda fonksiyonu ve fiyat arasında bir oranlama yapılarak fiyat-performans arasında ilişki kurulacaktır. Bu tür seçimlerde en çok kullanılan ÇKKV yöntemi olarak AHP tercih edilmektedir. AHP, çok sayıda problemin çözümünde kullanılmaktadır (Keçek ve Yıldırım, 2010: 196). Analitik Hiyerarşi Prosesi, bir problem çözümünde karar vericilere yardımda bulunmak için problemin amacı, ana kriterleri ve alt kriterlerinden oluşan bir hiyerarşik yapı kurma fırsatı verir (Günden ve Bülent, 2008: 68). Analitik Hiyerarşi Prosesini diğer ÇKKV yöntemlerden ayıran özellik, karar vericinin amaca ulaşmak için seçim

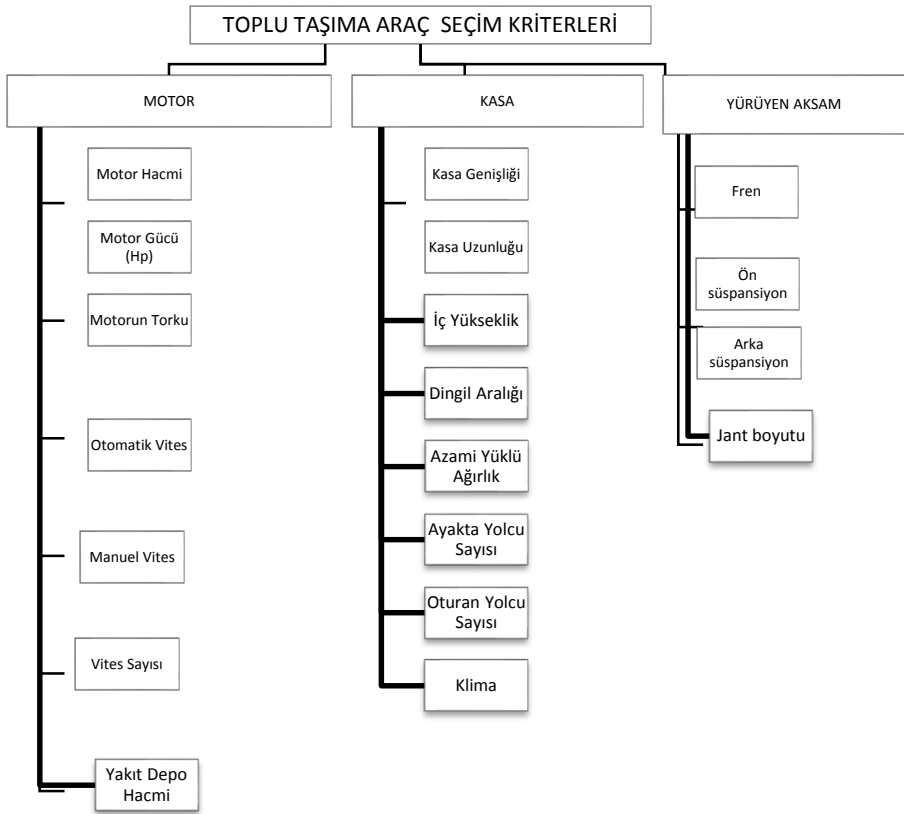
sürecine öznel etkenleri eklemesine imkan sağlamasıdır (Sarıççek vd., 2001: 34).

### 3. Yöntem ve Uygulama

Analitik Hiyerarşi Proses (AHP), ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış ve 1977’de ise Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir. AHP yöntemi yapısal olarak, basit matematiksel işlemlerin uygulaması ve analitik yöntem olmasıyla karar süreçlerinde karar vericiler için kolaylık sağlamaktadır. Bundan dolayı sıklıkla kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi, ikili karşılaştırma esasına dayanan karar verme sürecidir. AHP, karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen faktörler açısından karar noktalarının yüzde dağılımlarını veren bir karar verme ve tahminleme yöntemidir. AHP bir karar hiyerarşisi üzerinde, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanılarak gerek kararı etkileyen kriterler ve gerekse bu kriterler açısından karar noktalarının önem değerleri açısından, kriterlerin ikili karşılaştırmalarına dayanmaktadır. AHP, kriterler ve alternatiflerin birbirinden bağımsız olduğu varsayımına dayanmaktadır. Yöntem nitel ve nicel araştırmalarda uygulanabilir. AHP, bir problemde üç seviyeli bir hiyerarşik yapı kurmaya izin verir. İlk seviye analizin, ikinci seviye kullanılan problemle ilgili faktörlere göre belirlenirken üçüncü seviye mümkün olan alternatifleri içerir (Bertolini, 2006: 841). AHP öncelikler üreterek karar problemini çözer. Saaty 3.1’de verilen adımları izleyerek problemlerin çözümlerini gerçekleştirmiştir (Saaty, 2008: 85). Sonuçta önem farklılıkları, karar noktaları üzerinde yüzde dağılıma dönüşmektedir. Çalışmada Sivas il merkezinde toplu taşımada kullanılan üç marka otobüs kullanılmıştır. Şekil 1’de alternatif toplu taşıma markaları ve özellikleri gösterilmiştir. Toplamda otuz yedi otobüs şoförüne ulaşılmış ve görüşlerine başvurulmuştur. Alınan görüşlerin geometrik ortalaması alınarak karar matrisi oluşturuldu. Bu işlemler doğrultusunda seçim problemi sonuçları AHP yöntemi ile değerlendirilmiş ve seçim sıralaması yapılmıştır. Bu çalışmada AHP ile Sivas ilinde toplu taşımada kullanılan araçlardan üç markanın satın alma seçim problemi incelenmiştir. Seçme işleminde ilk hiyerarşide motor, kasa ve yürüten

aksam olmak üzere üç kriter belirlenmiştir. Sonraki adımda alt hiyerarşi her bir kriter için ayrı ayrı belirlenmiştir. Motor kriterinin alt hiyerarşisinde, motor hacmi, motor gücü (Hp), motorun torku, otomatik vites, manuel vites, vites sayısı, yakıt depo hacmi olmak üzere yedi kriterler belirlenmiştir. Kasa kriterinin alt hiyerarşisinde, kasa genişliği, kasa uzunluğu, iç yükseklik, dingil aralığı, azami yüklü ağırlık, ayakta yolcu sayısı, oturan yolcu sayısı ve klima olmak üzere sekiz alt kriterler belirlendi. Yürüyen aksam kriterinin alt hiyerarşisinde, fren, ön süspansiyon, arka süspansiyon ve jant boyutu olmak üzere dört alt kriterler belirlendi. Şekil 1’de problem için oluşturulan hiyerarşi görülmektedir.

Şekil 1: Seçim Probleminde Uygulanan Hiyerarşi Modeli





### 3.1. Analitik Hiyerarşi Proses Adımları

Hiyerarşiler ve kriterler belirlendikten her hiyerarşi için ayrı ayrı karar matrisleri kurulur. Alınan uzman görüşleri hiyerarşilerin karar matrislerini oluşturmak için kullanılmıştır. Aşağıda ilk hiyerarşinin ilk kriteri olan motor kriterinin alt hiyerarşisinde bulunan 7 kriter için AHP yöntemi örneklenmiştir. Bu adımda Sivas ilinde toplu taşıma araç sahibi 37 kişinin görüşü alınarak karar matrisi oluşturulmuştur. İkili karşılaştırma matrisi seti oluşturulduktan sonra üst hiyerarşiden başlamak kaydıyla her bir öge kendisiyle ve diğer öğelerle karşılaştırılır. Faktörlerin birebir karşılıklı karşılaştırılmasında aşağıdaki önem skalası kullanılır (Saaty ve Vargas, 2012: 9).

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler

$a_{ij}$  iki kriter arasındaki karşılaştırma değeri faktör i den faktör j ye doğru aşağıdaki gibi sıralanır

(Faktör i) 9-8-7-6-5-4-3-2-1-2-3-4-5-6-7-8-9 (Faktör j)

Karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegen elemanlarının üstünde kalan eleman değerleri için yapılır. Köşegenin altında kalan değerler için ise aşağıdaki formül kullanılır.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (1)$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} & a_{1n} \\ a_{21} & \dots & \cdot & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

**Tablo 3:** Motor Özellikleri Genel Özellikler Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1	1	0,3367	0,2917	0,9832	0,9310	0,8729	1,8364
K2	2,9699	1	1,0451	2,4185	1,8699	2,0552	3,0404
K3	3,4277	0,9568	1	1,9854	1,6449	1,5026	2,6470
K4	1,0170	0,4134	0,5036	1	0,5889	0,4368	1,6658
K5	1,0740	1,1455	0,6079	1,6980	1	0,7821	3,2026
K6	1,1455	0,5445	0,6654	2,2893	1,2785	1	2,2410
K7	0,5445	0,3288	0,6002	0,6002	0,3122	0,4462	1

Karar matrisi oluşturulduktan sonra ikili karşılaştırmaları mümkün kılmak için kriterlerin birimsizleştirme işlemi yapılır. Birimsizleştirme için normalizasyon işlemi yapıldığında ve  $A_{norm}$  normalize matris elde edilir (Babacan, 2021: 95).

$$A_{norm} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & \dots & \dots & b_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$A_{norm}$  matrisinin elemanları olan  $b_{ij}$ 'ler aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (4)$$

**Tablo 4:** Normalize Matris

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1	0,0894	0,0712	0,0618	0,0895	0,1220	0,1230	0,1174
K2	0,2656	0,2115	0,2216	0,2203	0,2452	0,2896	0,1944
K3	0,3066	0,2024	0,2121	0,1809	0,2157	0,2117	0,1693
K4	0,0909	0,0874	0,1068	0,0911	0,0772	0,0615	0,1065
K5	0,096	0,2423	0,1289	0,1547	0,1311	0,1102	0,2048
K6	0,1024	0,1152	0,1411	0,2085	0,1676	0,1409	0,1433
K7	0,0487	0,0695	0,1273	0,0546	0,0409	0,0628	0,0639

Öncelikler vektörünü hesaplamak için normalize matrisin satır elemanlarının ortalaması kullanılır (Babacan, 2021: 96).

$$W_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n} \quad (5)$$

Genel Özellikler Matrisi Öncelik Vektörü ( $W_{genel}$ )

$$W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ W_4 \\ W_5 \\ W_6 \\ W_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,09 \\ 0,24 \\ 0,21 \\ 0,09 \\ 0,15 \\ 0,15 \\ 0,07 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Hesaplanan  $w_i$  normalize edilmiş matrisin ( $A_{norm}$ ) satır toplamının ortalamasıdır. Bu normalize sebebiyle öncelik vektörünün tüm elemanları toplamı 1'dir.

$$\sum w_i = 1 \quad (7)$$

Öncelik vektörü karşılaştırılan faktörler arasındaki ağırlıklandırmayı gösterir.  $w_1$  faktör 1'in ağırlığı iken  $w_n$  faktör n'in ağırlığıdır.

Saaty ve Vargas'a göre sonsuz yolla bir matristen öncelikler vektörü elde edilir. Ancak tutarlılık hesabı için kullanılması gereken özdeğer formülü  $Aw = \lambda w'$  dir.  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  olmak üzere matris aşağıdaki gibidir (Saaty, 1982: 8).

$$A * w = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & \dots & \frac{w_3}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \lambda * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (8)$$

$\lambda_{maks} \geq n$  'dir.  $\lambda_{maks}$ , matris boyutuna ne kadar yakınsa yüksek tutarlılık vardır denir. Çoğu kez karşılaştırmalarda az miktarda da olsa tutarsızlık söz konusu olacaktır. Elde edilecek sonuç;

$\lambda_{maks} \geq n$  şeklinde gerçekleşecektir. Literatürde hesaplanan tutarlılık oranı CR'nin kabul edilebilir en büyük oranı 0,10'dur (Babacan,2021:96).

$CR = \frac{CI}{RI}$  ve  $CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{(n-1)}$  ile hesaplanır. RI ise Random İndenkstir.

Çözüm içerisinde CR = 0,052 ile 0,1'den küçük olduğu için model tutarlı olarak kabul edilir (Saaty, 2012:9). Çalışmadaki tüm hiyerarşilerin tutarlılık analizi yapılmış ve Tablo 5'te gösterildiği gibi tümü 0,1'in altında çıkmıştır. Tutarlı bulunan uzman görüşleri sonrasında ağırlıklandırma işlemi yapılır. Bir alt hiyerarşide bulunan kriterin ağırlığı

$$W'_{ik} = W_i * W_k \quad (9)$$

şeklinde hesaplanır. Burada  $W_i$  ana hiyerarşideki kriter ağırlığını gösterirken  $W_k$  alt hiyerarşi içinde hesaplanan kriter ağırlığıdır. Motor ana hiyerarşisinin alt hiyerarşisinde bulunan motor hacmi alt kriterinin  $W'_{11}$  kriter ağırlığı (K1 kriteri)

$$W'_{11} = 0,37 * 0,1 = 0,037$$

olarak hesaplanır (hesaplamalar virgöl sonrası iki basamak olarak yuvarlatılmıştır). Diğer hiyerarşilerde aynı yol ile hesaplanır. Sonuçlar Tablo 6'da hiyerarşi içerisinde gösterilmiştir.

**Tablo 5:** Seçim Probleminde Bulunan Tüm Kriterlerin Tutarlılık Düzeyi ve Ağırlıkları

İlk Hiyerarşi	Tutarlılık Düzeyi	$W_i$ : Kriter Ağırlığı	Alt Hiyerarşi	KOD	Tutarlılık Düzeyi	$W_k$ : Alt Hiyerarşi Kriter Ağırlığı	$W'_{ik}$ : Kriter Ağırlığı
MOTOR ÖZELLİKLERİ	0,37		Motor Hacmi	K1	0,052	0,0964	0,03567
			Motor Gücü	K2		0,2355	0,087144
			Motorun Torku	K3		0,2141	0,079228
			Otomatik Vites	K4		0,0888	0,032865
			Manuel Vites	K5		0,1526	0,05647
			Vites Sayısı	K6		0,1456	0,053883
			Yakıt Depo Hacmi	K7		0,0669	0,024744
KASA ÖZELLİKLERİ	0,044	0,16	Kasa Genişliği	K8	0,032	0,0390	0,006244
			Kasa Uzunluğu	K9		0,1228	0,019655
			İç Yükseklik	K10		0,0594	0,009508
			Dingil Aralığı	K11		0,0899	0,014378
			Azami Yüklü Ağırlık	K12		0,2109	0,033748
			Ayakta Yolcu Sayısı	K13		0,1698	0,027172
			Oturan Yolcu Sayısı	K14		0,1270	0,020325
Klima	K15	0,1811	0,028971				
YÜRÜYEN AKSAM ÖZELLİKLERİ	0,47		Fren Ön	K16	0,029	0,5427	0,255062
			Süspansiyon	K17		0,2310	0,108592
			Arka Süspansiyon	K18		0,1429	0,067145
			Jant Boyutu	K19		0,0834	0,0392

Sonraki aşamada herbir karar verme birimi/seçeneğin fayda fonksiyonu aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$F(w'_{ik}) = \sum_{i=1}^n X_{ik} * w'_{ik} \quad (10)$$

Burada  $F(w'_{ik})$ =Kriter ağırlıklarına bağlı olarak hesaplanan karar verme birimi/seçeneğin fayda fonksiyon değeridir. Fayda fonksiyonu, seçim yapılacak alternatifler için kriterler göz önünde bulundurularak

karar vericilerin oluşturduğu bir kriter ağırlıklarına bağlı fonksiyondur.

$X_{ik}$ =Bir karar verme birimi/seçeneğin sahip olduğu kiritere ait fiziksel değerdir.

$w'_{ik}$  = i inci ana hiyerarşi k inci alt hiyerarşi kriterinin kriter ağırlığıdır.

$$F_{S1}(w'_{11}) = X_{11} * W'_{11} = 4500 * 0,3567 = 160,5$$

$$F_{S1} = X_{11} * W'_{11} + X_{12} * W'_{12} + \dots + X_{21} * W'_{21} + X_{22} * W'_{22} + \dots + X_{31} * W'_{31} + \dots = 881,59$$

Fayda fonksiyonu değerleri Tablo 7'de görülmektedir.

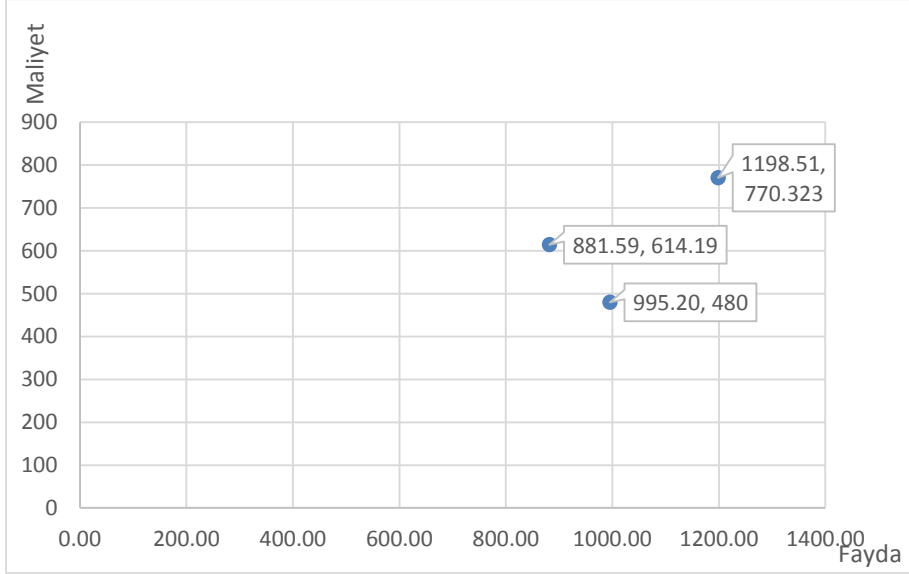
**Tablo 6:** Seçim Probleminde Bulunan Tüm Kriterlerin Tutarlılık Düzeyi ve Ağırlıkları

KRİTERLER	ÖNEM SİRALAMASI	KRİTER AĞIRLIKLARI	SEÇENEKLER		
			O1 ( $X_{ik} * w'_{ik}$ )	O2 ( $X_{ik} * w'_{ik}$ )	O3 ( $X_{ik} * w'_{ik}$ )
K1	9	0,0356	160,5	160,5	160,5
K2	3	0,0871	15,947	49,46	43,101
K3	4	0,0792	53,875	182,01	145,61
K4	11	0,0328	0	0,0194	0
K5	6	0,0564	0,0232	0	0,0232
K6	7	0,0538	0,3772	0,2694	0,3772
K7	14	0,0247	3,2167	5,1963	3,4642
K8	17	0,0062	35,16	35,377	35,175
K9	16	0,0196	157,43	167,07	160,26
K10	19	0,0095	23,533	22,725	27,612
K11	18	0,0143	61,238	65,206	65,853
K12	10	0,0337	362,96	502,84	345,91
K13	13	0,0271	0,951	1,2771	0,8423
K14	15	0,0203	0,4675	0,4675	0,4471
K15	12	0,0289	0,029	0,029	0,029
K16	1	0,2550	5,1012	5,1012	5,1012
K17	2	0,1085	0,076	0,1617	0,1617
K18	5	0,0671	0,0201	0,0429	0,0429
K19	8	0,0392	0,686	0,7644	0,686
FAYDA			881,59	1198,5	995,2

Son adımda fayda ve fiyat arasında ilişki kurulur. Karar vericiler algıladıkları fayda fonksiyon değerine göre alternatifler arasında fiyatları göz önünde bulundurarak bir seçim yaparlar(Teknomo,

2006:17). Karar verici bu konuda tamamen özgürdür. Ancak optimum karar için fiyat-performans (Fayda değeri) oranının dikkate alınması beklenir.

Şekil 2: Fayda-Maliyet Analizi Grafiği



Tablo 7: Otobüslerin Toplam Fayda- Maliyet Göstergesi

	Toplam Fayda	Fiyat	Fayda/Fiyat	Kullanımdaki Sayı
O1	881,59	614,19	1,436	86
O2	1198,51	770,323	1,557	6
O3	995,20	480	2,073	157

Fayda maliyet göstergesinde en yüksek oran olan O3 seçeneği 2,073 oranı ve 157 en çok kullanım sayısı ile en düşük maliyete karşı orta seviyede bir fayda ile ilk sırada sırasında bulunmaktadır. Toplam fayda fonksiyon değeriyle en çok puan alan O2 marka seçenek ise çok yüksek fiyatıyla en az tercih edilen marka olmuştur. Toplam fayda fonksiyon değeriyle en az puan alan O1 marka seçenek ise orta değer fiyatıyla ikinci sırada tercih edilen marka olmuştur.

#### 4. Sonuç

Araştırma bölgesi olan Sivas ilinde, rassal olarak seçilen ve geriye dönüş yapan 37 otobüs sahibinin uzman görüşüne başvurularak yapılmıştır. Yüz yüze görüşmelerde otobüs tanıtım kataloglarında belirtilen özelliklerden faydalanılarak çalışmada kullanılan kriterler belirlenmiştir. Uzman görüşleri sonrasında hiyerarşiler oluşturulmuştur. Sonuçlar Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Otobüslerin özellikleri ilk olarak üç ana kriter altında toplamıştır. Motorla ilgili kriterler “motor özellikleri”, otobüsün büyüklüğü ile ilgili kriterler “kasa özellikleri” ve diğer kriterler “yürür aksam özellikleri” başlığı altında toplanmıştır. Oluşturulan ilk hiyerarşideki bu üç başlık kendi aralarında değerlendirilmiştir. Sonrasında aynı işlemler alt hiyerarşi için uygulanmıştır. Elde edilen toplu sonuçlar Tablo 7’de gösterilmiştir. Sonrasında Fayda-Maliyet analizi yapılarak araştırma sonuçları değerlendirilmiştir. Fayda maliyet analiz sonuçları Tablo 8’de gösterilmiştir.

İlk hiyerarşiye ait ikili karşılaştırma matrisi hesaplamaları sonrasında motor, kasa ve yürüyen aksam ağırlıkları sırasıyla yüzde olarak 37, 16, 47 olarak hesaplanmıştır. Tutarlılık analizi sonucu ise 0,044 olarak bulunmuştur. Bu oran 0,10’dan küçük olduğu için İkili Karşılaştırma Matrisi tutarlıdır. Alt hiyerarşiler için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak aynı işlemler uygulanmıştır. Tablo 6’da görüldüğü gibi alt hiyerarşilerden hesaplanan tutarlılık oranı 0,10’dan küçüktür. Tüm hiyerarşiler göz önünde bulundurulduğunda modeldeki en önemli özelliklerin, yürür aksam kriterinin alt kriterleri olan fren ve ön süspansiyon (0,25 ve 0,10) alt kriterleri olduğu görülmüştür. Fren özelliğini kriteri, üç otobüs markası içinde eşit değerde elde edilmiştir. Ancak ön süspansiyon özelliği fayda fonksiyonu sıralamasına uygun elde edilmiştir. Üçüncü sırada motor özelliği olan motor gücü ağırlığı %8,7 iken dördüncü sırada motor torku özelliğinin ağırlığı %7,9 olarak hesaplanmıştır. Diğer özellikler için de benzer sonuçlar Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 9’da fayda fonksiyonuna göre otobüs sahiplerinin tercih sıralaması sırasıyla O2, O3, O1 olarak ortaya çıkmıştır. Her ne kadar



tercihte/beğenide fayda fonksiyonu dikkat çekse de faydanın da bir değeri olduğu açıktır. Satın alma sayısına bakıldığında bu durum açıkça görülmektedir. Yapılan hesaplamalarda en yüksek faydanın bulunduğu O2 markasının yüksek fiyata sahip olması nedeniyle diğer otobüs markalarına göre daha az tercih edildiği görülmüştür. Bu tespit otobüs üreticileri tarafından dikkate alınmalıdır. Potansiyel satın alıcıların beğenileri kadar üretilen malın fiyatının da önemli olduğu dikkate alınmalıdır. Üretici için en doğru fiyat performans oranı tespit edilmelidir.

---

**Etik Beyanı:** Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde BİİBFAD Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına aittir.

**Yazar Katkıları:** Yazarın katkı oranı %100'dür.

**Çıkar Beyanı:** Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

**Teşekkür:** Gösterdikleri yoğun ilgi ve emeklerinde dolayı BİİBFAD Dergisi Editör Kurulu'na ve sağladıkları katkılarında dolayı hakemlere teşekkür ederiz.

---

## Kaynakça

Babacan, A. (2021). Türkiye'de öğrencilerinin üniversite seçimini etkileyen faktörlerin değerlendirmesi: bir ahp uygulaması. *Oğuzhan Sosyal Bilimler Dergisi*, 3 (2), 91-98.

Belediye kanunu.  
<https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5393-20150404.pdf>. Erişim Tarihi 25/02/2022

Çelik, E., Bilişik, O. N., Erdogan, M., Gümüş, A. T., & Baraclı, H. (2013). An integrated novel interval type-2 fuzzy MCDM method to improve customer satisfaction in public transportation for Istanbul. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 58, 28-51

Günden, C. & Bülent, M. (2008). Çiftçilerin temel işletmecilik kararlarının öncelik ve destek alma açısından analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2), 67-80.

- Hamurcu, M. & Eren, T., (2016b). Çok ölçütlü karar verme yöntemleri kullanılarak monoray teknolojisi seçimi. *Transist 9. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı*, s. 287-296.
- Hamurcu, M., Alağaç, H.M., Eren, T., (2016a). Raylı sistem projelerinin seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanımı. *Transist 9. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı*, s. 297-306.
- Hamurcu, M. & Eren, T., (2017). Toplu taşıma türünün seçiminde çok kriterli karar verme uygulaması. *International Conference on Advanced Engineering Technologies (ICADET 2017)*  
[http://www.thecourse.us/5/library/AHP/AHP\\_Tutorial.pdf](http://www.thecourse.us/5/library/AHP/AHP_Tutorial.pdf) (19.02.2016)
- Keçek, G. & Yıldırım, E. (2010). Kurumsal kaynak planlama (Erp) sisteminin analitik hiyerarşi süreci (Ahp) ile seçimi: otomotiv sektöründe bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15, 1, 193-211. 196
- Lajunen, A. (2018). Lifecycle costs and charging requirements of electric buses with different charging methods. *Journal of Cleaner Production*, 172, 56-67.
- Mukherjee S. (2017). Selection of alternative fuels for sustainable urban transportation under multi-criteria intuitionistic fuzzy environment. *Fuzzy Information and Engineering*, 9(1), 117-135.
- Otomotiv Sektör Raporu (2020).  
<https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/OtomotivSektorRaporu2020.pdf>. Erişim tarihi 20/02/2022
- Saaty, T. L. & Vargas, L. G. (2012). *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*. Second Edition. Springer Science+Business Media New York
- Saaty, L. T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, Mcgraw-Hill Comp. U.S.A.
- Saaty, L. T. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*. 1(1), 85.

- Sarıççek, İ., Dağdeviren, M., & Yüzügüllü, N. (2001). Bir işletmede tedarikçi seçimine yönelik bir model ve uygulaması. *Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1-18, 2001
- Sehatpour, M.H., Kazemi, A., & Sehatpour, H. (2017). Evaluation of alternative fuels for light-duty vehicles in Iran using a multi-criteria approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 295-310
- Teknomo K. (2006). Analytic Hierarchy Process (AHP) Tutorial. *Revoledu.com*, 6(4), 1-20.
- Tzeng, G.H., Lin, C.W., & Opricovicb, S. (2005). Multi-criteria analysis of alternative-fuel buses for public transportation. *Energy Policy*, 33, 1373-1383

---

**Vehicle Preference of Private-Public Bus Operators in The Public Transport Industry: Application With The Analytical Hierarchy Process of Multi-Criteria Decision-Making Methods**

---

***Extended Abstract***

---

**Aim:** The automotive sector draws attention as one of the sectors in which the world's most significant investments are made. Today, there are many alternatives in public transportation, which is a branch of the service sector. One of these alternatives and the most common is private-public buses. When Turkey's bus production amounts are compared with world production, it is seen as an important sector. It is clear that the buses that will serve in this respect must meet the demands of the public, as well as have some features in order for private public bus operators to prefer them in purchasing. Private-public bus operators choose from multiple alternatives under certain criteria when purchasing buses. These criteria gain value in different weights and sizes according to the selectors. Knowing the weights of the criteria affecting the selection is important for bus manufacturers.

**Method(s):** One way of choosing the most suitable alternative for the decision maker is Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. One of the most widely used MCDM techniques is the Analytical Hierarchy Process (AHP). The Analytical Hierarchy Process (AHP) was first introduced by the Myers and Alpert duo in 1968 and

developed as a model by Saaty in 1977, making it usable in solving decision making problems. The AHP method structurally provides convenience for decision makers in decision processes with the application of simple mathematical operations and being an analytical method. Therefore, the AHP method, one of the most frequently used multi-criteria decision-making methods, is a decision-making process based on the pairwise comparison. It was done with the Hierarchy Process method. Then solution to the problem was done using MS Excel. In the following process, the preference order of the bus operators was determined by evaluating the price-performance.

**Findings:** After the pairwise comparison matrix calculations of the first hierarchy, engine, chassis and chassis weights were calculated as 37, 16 and 47 percent, respectively. The result of the consistency analysis was calculated as 0.044. Since this ratio is less than 0.10, the binary Comparison Matrix is consistent. Influencing the buyers' decision, the vehicle's running gear with a weight of 0.47 and the engine characteristics with a weight of 0.37 came to the fore. The same operations are applied by creating pairwise comparison matrices for sub-hierarchies. The consistency ratio value calculated from the sub-hierarchies is less than 0.10. Considering all the hierarchies, the most important feature in the model emerged as the brake and front suspension (0.25 and 0.10), which are the sub-criteria of the running part features. In the third place, the weight of the engine power was 8.7%, while the weight of the engine torque feature was 7.9% in the fourth place. Making use of the features calculated above, utility function was obtained and private-public buses preference order was made according to this utility function.

**Conclusion and Discussion:** According to the utility function, the preference order of the bus owners was O2, O3 and O1, respectively. Although the utility function draws attention in preference, it is clear that utility also has a value. This is clearly seen when looking at the number of purchases. The O2 brand, which has the highest benefit, has been the least preferred due to its high price. This determination should be considered by the bus manufacturers. Furthermore, it should be taken into account that the product price is as important as the tastes of potential buyers. The most accurate price-performance ratio should be determined for the manufacturer.

---