
TİCARİ TAKSİ ARAÇ YENİLEMELERİNDE AHS VE MOORA YÖNTEMLERİNE DAYALI KARAR DESTEK MOBİL UYGULAMASI

Erokan CANBAZOĞLU¹ Uğur ERCAN² Emre İPEKÇİ ÇETİN³

Öz

Maliye Bakanlığı Gelir İdaresi Başkanlığı'nın "Özel Tüketim Vergisi (ÖTV)" uygulamasında yapmış olduğu "Ticari Taşıtların Yenilenmesinde Geçici Madde Uygulaması" kapsamında şehir içi taksi taşımacılığı faaliyeti gösteren ticari taşıtların yenileme işlemlerinin 30/06/2019 tarihine kadar yapılması halinde ÖTV muaf tutulmuştur. Binek ticari taksi olarak araç almak isteyenler net fiyat, anahtar teslim fiyat, vergi indirim kazancı, yakıt türü, şehir içi yakıt tüketimi, şehir dışı yakıt tüketimi, şanzıman tipi, motor hacmi, motor gücü, maksimum hız, hava yastık sayısı, hızlanma, CO2 emisyonu, bagaj hacmi ve koltuk sayısı gibi kriterlere önem vermektedir. Gereksinimleri karşılayacak aracın seçilmesi önemli ve karmaşık bir süreç haline gelmektedir. Taksicilerle yapılan görüşmelerde genellikle tecrübe ve tavsiyelerin göz önünde bulundurulduğu, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV) vb. bilimsel yaklaşımların dikkate alınmadığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada kullanıcının seçmiş olduğu kriterlerin karar verme sürecinde kullanıldığı, 667 adet ticari taksi alternatifinin kullanıcı kriter ağırlıklarına uygun sıralama yapabilecek, android ve IOS işletim sistemine sahip cep telefonu ve tabletlerden kolaylıkla ulaşılabilen karar destek sistemine sahip mobil uygulama tasarlanmıştır. Mobil uygulama kriter ağırlıklandırma için AHS, ticari araçları sıralamak için MOORA tekniğini kullanmaktadır. Hazırlanan mobil uygulama hızlı ve kolay bir şekilde uygulama marketlerinden indirilebilmektedir. Uygulamanın sade ve kullanıcı dostu arayüzü her yaş ve kesimden kullanıcıya hitap etmektedir. Mobil uygulama sadece gerekli olan özellikleri ve araç bilgilerini içerdiğinden kullanıcılar kolaylıkla ticari araç seçimi yapabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Ticari otomobil seçimi, AHS, MOORA, ticari taksi seçme uygulaması*
JEL Sınıflandırması: *C44, C81*

TAXI RENEWALS BASED ON AHP AND MOORA METHODS DECISION SUPPORT MOBILE APPLICATION

Abstract

As part of Ministry of Finance Revenue Administration's decision of "Application of Provisional Clause in Renewal of Commercial Vehicles" in "Private Consuming Tax (PCT)", renewal operations of commercial vehicles to be used as local taxi cabs are held exempted from PCT on condition that they are completed until 30/06/2019. Those who want to buy vehicles to be used as commercial vehicles put some criteria into consideration such as production price, rate of PCT discount, fuel type, inner city and upstate fuel consumption, transmission structure, cylinder volume, engine power, maximum speed, number of airbags, acceleration, rear deck capacity, and number of seats. Selection of the vehicle to meet the requirements becomes a complicated process. In interviews with the taxi drivers it has been observed that, mostly the experiences and recommendations are taken into consideration while Multi Criteria Decision Making Methods (MCDM) etc. are not. In this study, designing a mobile app that is easily accessible from smart phones with android and IOS operation systems, and that has decision support system that sorts 667 taxi cab alternatives suitable for user criteria is designed. The mobile application uses the AHP technique for criteria weighting and MOORA technique for vehicle ranking. The mobile application can be downloaded quickly and easily from application markets. The simple and user-friendly interface of the application appeals to users of all ages and sights. Since the mobile application contains only the necessary features and vehicle information, users can easily choose commercial vehicles.

Keywords: *Selection of commercial vehicles, AHP, MOORA, application to select taxi cabs*
JEL Classification: *C44, C81*

¹ Öğr. Gör., Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, erokan@akdeniz.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6852-0940

² Öğr. Gör. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Enformatik Bölüm Başkanlığı, ugurercan@akdeniz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9977-2718

³ Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, ecetin@akdeniz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8108-1919

1. Giriş

Günlük yaşantıda çok önemli bir yer tutan karar verme işlemi bireyler ve işletmeler için büyük önem arz etmektedir. Birey veya işletmenin hedef ve amaçları, kriterleri, ihtiyaçları ve karar alternatifleri düşünüldüğünde doğru karar verebilme işlemi başarı için çok kritik bir adımdır. Piyasa rekabetinin artması, alternatiflerin çeşitlenmesi, kriterlerin çoğalması, karar vericinin tecrübe ve bilgi birikimi, karar vericilerin beklentileri gibi faktörler karar verme sürecini daha da zorlaştırmaktadır. Karar verme sürecinde belirtilen zorlukların üstesinden gelebilmek için ÇKKV yöntemleri geliştirilmiştir. ÇKKV yöntemlerinin gelişmesi karmaşık gerçek dünya problemlerinin çözülmesinde basit tek boyutlu yaklaşımların kullanılamıyor olması ile ortaya çıkmıştır. ÇKKV'in temel amacı; karar verme sürecindeki kompleks çok sayıda bilginin organize edilmesi ve alınan karardan pişman olma potansiyelini minimize edecek şekilde tüm kriterleri ve faktörleri dikkate alabilme hususunda karar alıcıya yardımcı olmaktır (Gürsakar, 2015:244). ÇKKV, çok sayıda alternatif arasından birbiri ile çelişen kriterler altında seçim yapma süreci olarak tanımlanabilir. ÇKKV yöntemleri kullanılan veri türüne göre, deterministik, stokastik ve bulanık olarak sınıflandırılır. Bu çalışmanın konusu olan ticari otomobil yenileme problemi için tüm veriler deterministik olup stokastik veya bulanık bir veri içermemektedir. Çalışmada alternatif araç sayısı belli olduğu için Çok nitelikli karar verme (ÇNKV) problemi olarak tanımlanabilir. ÇNKV önceden belirlenen niteliklere göre oluşturulan alternatifler arasında seçim yapma sürecidir. ÇNKV problemlerinin çözümünde seçim problemi söz konusu olduğunda klasik matematiksel optimizasyon teknikleri kullanılması gerekmemektedir (Gürsakar, 2015:247). Literatürde ÇNKV yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions (TOPSIS), Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE) ve ELimination Et Choix Traduisant la REalité. (ELECTRE) vb. yöntemler sıklıkla tercih edilmektedir. Bu çalışmada ele alınan ticari taksi yenilemeleri uygulamasında kriter ağırlıklandırılmaları için AHS, alternatiflerin sıralaması için Multi-Objective Optimization on basis of Ratio Analysis (MOORA) yöntemi tercih edilmiştir.

4760 sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanununa göre, ÖTV 1 Ağustos 2002 tarihinde yürürlüğe girmiştir. ÖTV Kanununa göre araç satın alma işlemlerinde kayıt ve tescile tabi olanlar bir defaya mahsus olmak üzere ÖTV'ye tabidir. Maliye Bakanlığı Gelir İdaresi Başkanlığı'nın "Özel Tüketim Vergisi" uygulamasında yapmış olduğu "Ticari Taşıtların Yenilenmesinde Geçici 7. Madde Uygulaması" kapsamında şehir içi taksi taşımacılığı faaliyeti gösteren ticari taşıtların yenileme işlemlerinin 30/6/2019 tarihine kadar yapılması halinde ÖTV muaf tutulmuştur (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2017). Trafikte yer alan toplam araç sayısının büyük oranını yaşı ilerlemiş ve yıpranmış araçlar oluşturmaktadır. Yeni düzenleme ile şehir içinde hizmet veren ticari taksiler ve birçok sınıfta yer alan ticari araçların model yıllarının yükseltilmesi hedeflenmektedir. Yasal düzenleme ile araç satışlarındaki hareketlilikten dolayı ekonomide canlanma sağlanmasının yanı sıra, Türkiye'de ticari taksi kalitesi ve imajını arttırarak, müşterilere sunulan taşımacılık hizmetinin daha iyi standartlara taşınması hedeflenmektedir. Taksi müşterilerinin ÖTV indirimi kapsamında ticari araç yenilemelerine çok olumlu baktığı, çok sayıda kentin lüks ve konforlu taksiler ile tanışmasından tüm kesimlerin hoşnut olduğu yapılan müşteri ve sürücü görüşmeleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Taksi sürücüleri ile yapılan görüşmeler sonucunda ticari taksi yenileme işlemlerinde geçmişe ait tecrübeleri, diğer taksici arkadaşların tavsiyeleri, otomobil firmalarının yapmış olduğu tanıtım ziyaretleri ve maddi imkanları ölçüsünde kriterlerini en iyi karşılayan alternatif otomobiller arasından seçim yaptıkları görülmektedir. Bu çalışmada ÖTV indirimi kapsamında aracın 1600 motor ve altı olması, yolcu hava yastığı bulunma şartı vb. şartlar bulunduğundan ticari araç yenilemesi yapmak isteyenlerin ihtiyaçlarını gidermek amacı ile IOS ve Android işletim sistemine sahip mobil cihazlarda çalışmak üzere mobil uygulama geliştirilmiştir. Literatür taramasında, yapılan çalışmaların genellikle az sayıda alternatif arasından seçim yapma problemiyle ilgilendikleri görülmüştür. Bu çalışmada 21 marka ve 667 araçlık alternatifler kümesi kullanılarak AHS ve MOORA yöntemlerinden oluşan karar desteği mobil uygulamaya entegre edilmiş ve kullanıcıya seçim yapma konusunda kolaylık sağlanmıştır.

2. Literatür Özeti

Yapılan literatür taraması sonucunda araba seçimi alanındaki çözümlerde değişik çok kriterli karar verme yöntemlerinin sıklıkla kullanıldığı görülmüştür. Araba seçiminin kullanıldığı çalışmalara genel olarak bakılacak olursa, (Güngör ve İşler, 2005), otomobil seçimi sorununa Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı (AHY) ile bir çözüm önerisi sunmuştur. Önerilen yöntemde objektif kriterlerin yanı sıra tüketiciye ilişkin bulanık sübjektif değerler de dikkate alınmıştır. Ayrıca, otomobil satın almak isteyen bir tüketici için uygulama yapılmıştır. Uygulama sonuçlarından tüketicinin çok memnun kaldığı gözlenmiştir. (Terzi vd., 2006), çalışmalarında daha sağlıklı karar alınabilmesi amacıyla AHS ve hedef programlama yöntemlerinden yararlanan örnek bir karar destek modeli önermiştir. Yöntem, Türkiye pazarında önemli paya sahip bir otomobil markasının modelleri arasında seçim yapmak amacıyla uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. (Bozdemir ve Yılmaz, 2009), tüketicilerin araç alırken karşılaştığı problemlere sistematik bir çözüm yaklaşımı sunmayı hedeflemiştir. Bu amaçla, sistematik bir araç seçim modeli geliştirilmiştir. Araç seçim modelinin üç temel aşaması bulunmaktadır. Bu aşamalar sırasıyla; problemi tanımlama, optimum araç seçimi ve sonuç raporu hazırlama olarak özetlenebilir. (Keçek ve Yıldırım, 2010)'ın çalışmasında farklı illerde olmak üzere, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren iki işletmenin karar almada yetkili çalışanları ile görüşülmüştür. İşletme dışından, alanlarında uzman kurumsal kaynak planlaması danışmanları da çalışmaya dahil edilmiştir. İki ayrı işletme için AHS tekniği ile yapılan değerlendirmeler sonucunda en etkin kurumsal kaynak planlama yazılımları belirlenmeye çalışılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. (Şengül vd., 2012), belediyelerin toplu taşıma araç seçim problemini ele alarak ikili karşılaştırma yargılarındaki sözel belirsizliği daha iyi ifade etmek amacıyla Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi tekniklerinden biri olan Chang'ın Merit Analiz Yöntemini kullanmıştır. Bulanık sayıları sıralamak için ise Kareli Ortalama ve Kwong-Bai yöntemi kullanılarak alternatifler arasında sıralama yapılmıştır. (Uyar, 2012), bir firmanın araç filosuna katmayı düşündüğü yeni yük aracı alım sürecinin değerlendirilmesi için gereken seçim kriterlerinin belirlenmesi ve bu kriterlerin önem ağırlıkları doğrultusunda en iyi aracın seçilmesi modellemiştir. Bu kapsamda, 8 alternatif araç belirlenen 20 kritere göre farklı çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Değerlendirmede kullanılacak olan seçim kriterlerinin önem ağırlıkları AHS ile belirlenmiştir. Araçların seçimi için AHS ile oldukça etkin bir sıralama yöntemi olan PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır. (Soba, 2012), çalışmasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan PROMETHEE yöntemini kullanarak, aynı sınıftan altı farklı panelvan otomobil seçimi için fiyat, yakıt, maksimum hız, güvenlik, beygir gücü ve performans kriterlerini ele almıştır. Elde edilen sonuçların tutarlı ve uygun olduğu görülmüştür. (Şişman ve Eleren, 2013), çalışmalarında model yılı, bugüne kadar kat edilen mesafe, fiyat, yakıt tüketimi, bagaj büyüklüğü, performans ve motor gücü gibi nicel özellikler ve yakıt sistemi, şanzıman tipi, renk gibi nitel özelliklere sahip kriterler ile farklı marka otomobiller arasından en uygun olanının seçilmesi problemini ele almışlardır. Çalışmada otomobil satın alma kararı için ELECTRE ve Gri İlişkisel Analiz çok kriterli karar yöntemleri kullanılmıştır. (Kabak ve Uyar, 2013), bir firmanın araç filosuna katmayı düşündüğü yeni yük aracı alım sürecinin değerlendirilebilmesi için gereken seçim ölçütlerinin belirlenmesi ve bu ölçütlerin önem ağırlıkları doğrultusunda en iyi aracın seçilmesini modellemiştir. Ağır ticari araç seçimi için önerilen 20 ölçütün ağırlıkları analitik ağ süreci (AAS) ile belirlenmiş ve araçların sıralaması PROMETHEE yöntemi ile yapılmıştır. (Yavaş vd., 2014)'nin çalışmalarında müşterilerin otomobil seçim yaklaşımları incelenmiş, satın almada dikkat edilen kriterler tespit edilmiş, AHS ve AAS yöntemleri ile kriterler önceliklendirilmiştir. AAS ve AHS yöntemlerinin farklılıkları ifade edilmiş, uygulamadaki sonuçları karşılaştırılmıştır. (Ömürbek vd., 2014), çalışmalarında beyaz eşya servisleri için uygun hafif ticari araç seçimini ele almışlardır. Hafif ticari araç seçiminde dokuz farklı hafif ticari araç türü; fiyat, yakıt, maksimum hız, beygir gücü, performans, yük hacmi, dayanıklılık, marka, servis yaygınlığı ve ikinci el fiyatı kriterleri açısından PROMETHEE yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Sürece etki eden kriterler ve kriterler arasındaki etkileşimler yapılan anket çalışması sonucunda belirlenmiştir. AHS yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları ve kriter değerleri PROMETHEE yönteminde kullanılarak en iyi hafif ticari aracın belirlenmesi sağlanmıştır.

3. Veri Seti

Ticari taksi yenilemesi yapmak isteyen bir kişi piyasada rekabet halinde olan, geniş yelpaze ve çeşitli özellikleri ile ön plana çıkan otomobil markaları arasından seçim yapmak durumundadır. Markalara ait farklı model ve sınıflarda çok sayıda otomobil çeşidi bulunmaktadır. Seçenekler arasında uygun fiyatlı, yakıt tasarrufu yüksek, bagaj hacmi geniş, beygir gücü yüksek vb. özellikler ile ön plana çıkan çok sayıda araç bulunmaktadır. Ticari taksi yenileme çalışması için literatür taraması, pazar araştırması ve yüz yüze görüşmeler sonucunda çok sayıda kriter ve araç alternatifi ile karşılaşılmaktadır. Bu bölümde çalışmanın veri setinde yer alan kriter ve alternatiflerin tespit edilmesi, hazırlanması ve son halinin verilmesi aşamaları anlatılacaktır.

3.1. Veri Seti Hazırlık Aşamaları

Çalışmada kullanılacak kriterlerin belirlenmesi için Antalya ilinde taksicilik faaliyeti gerçekleştiren sürücü ve ticari araç sahipleri, otomotiv firmalarının satış danışmanları, Antalya Şoförler ve Otomobilciler Odası yetkilileri ile görüşülmüştür. Kullanıcı görüşmelerinin geri bildirimleri ve elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda kullanılacak kriterler ve alternatifler belirlenmiştir.

3.2. Veri Seti Son Hali

Çalışmada faydalanılmak üzere araç özelliklerini içeren popüler web siteleri (arabalar.com, sahibinden.com, arabam.com, auto-data.net) incelenmiştir. Şekil 1'deki arayüze sahip veri toplama aracı ile web sitelerinden 28736 adet araç bilgisi temin edilmiştir. Ticari araç yenileme mevzuatında belirtilen şartlar gereği yeni alınacak aracın 1600 ve altında motor hacmine sahip olması, yolcu hava yastığı bulunması şartları aranmaktadır. Ayrıca toplanan veri setinin içerisinde üretimden kalkmış araç modellerinin de bulunduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden veri seti içerisinde yer alan araç bilgilerinin büyük çoğunluğu çalışmanın kapsamı dışında kalmış olup sadece 148 adet uygun araç verisi kalmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda bu veri setinin yetersiz olduğu belirtilmiş ve veri seti araç yenilemesinde en çok tercih edilen marka ve modelleri içermediğinden dolayı tüm uygun araç markalarının (Mercedes, Volkswagen, BMW, Hyundai, Nissan, Subaru, Opel, Audi, Dacia, Suzuki, Mazda, Peugeot, Volvo, Toyota, Seat, Mitsubishi, Alfa, Romeo, Renault, Citroen, Skoda, Mini, Honda, Kia, Fiat) web siteleri ziyaret edilerek mevzuata uygun araç verileri toplanmıştır. Veri setinin son hali 21 adet marka ve 667 adet araç bilgisi içermektedir.

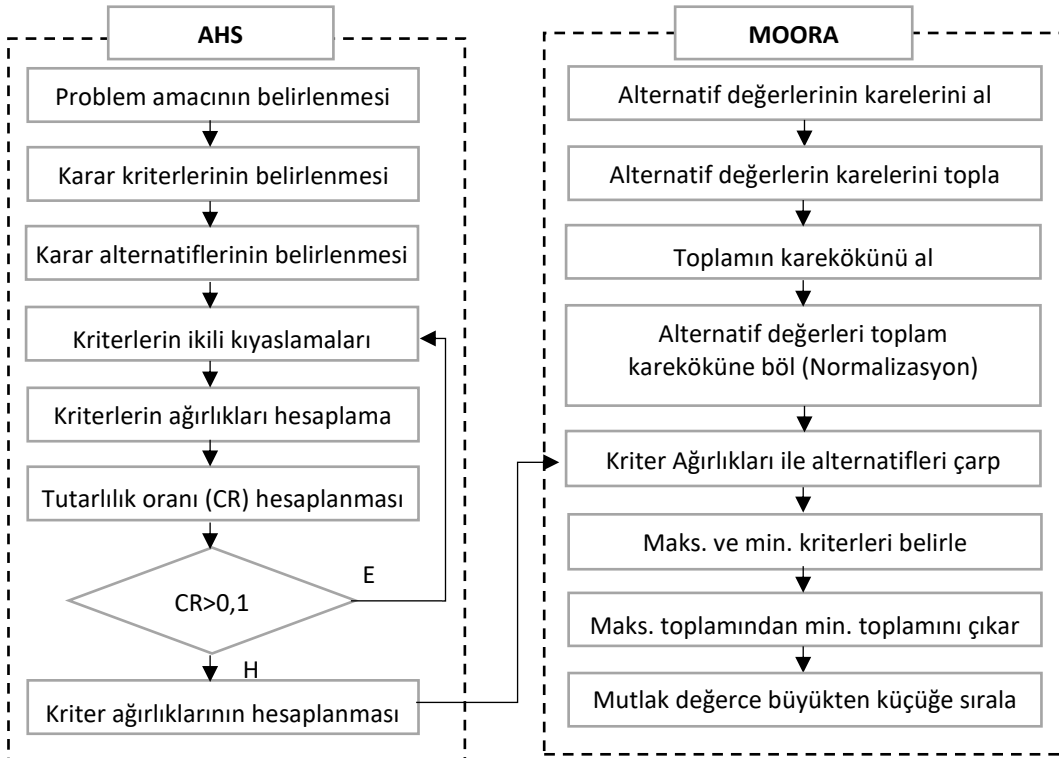
Şekil 1: Veri Toplama Yazılımı Arayüzü

Alan	Başlangıç	Bitiş	Temizle	Marka	Model	Nesil	Motor	Kapasite	Güç	Surat	Hızlanma	Yakıt	Deposu	Uretim Yılı	Son Uretim	Kasa Tipi	Koltuk
Mitsubishi	ASX	ASX (facelift 2011 1.8 Di-D (114 Hp))		Mitsubishi	ASX	ASX (facelift 2011 1.8 Di-D (114 Hp))		5 114 bg /3500 dev-185 km/saat	10,2 saniye	63 Lt	2012 yıl					SUV	
Mitsubishi	ASX	ASX (facelift 2011 1.8 Di-D (114 Hp))		Mitsubishi	ASX	ASX (facelift 2011 1.8 Di-D (114 Hp))		5 114 bg /3500 dev-185 km/saat	10,6 saniye	63 Lt	2012 yıl					SUV	
BMV	Ser	Ser Touring (F11 530d (258 Hp) x		BMV	Ser	Ser Touring (F11 530d (258 Hp) x		5 258 bg /4000 dev-248 km/saat	5,9 saniye	70 Lt	2013 yıl	2017 yıl			Kombi		
BMV	Ser	Ser Touring (F11 530d (258 Hp) x		BMV	Ser	Ser Touring (F11 530d (258 Hp) x		5 313 bg /4400 dev-250 km/saat	5,3 saniye	70 Lt	2013 yıl	2017 yıl			Kombi		
BMV	Ser	Ser Touring (F11 530d (258 Hp) x		BMV	Ser	Ser Touring (F11 530d (258 Hp) x		5 381 bg /4000 dev-250 km/saat	4,9 saniye	70 Lt	2013 yıl	2017 yıl			Kombi		
BMV	M4	M4 Convertible i 3.0 (431 Hp)		BMV	M4	M4 Convertible i 3.0 (431 Hp)		2 431 bg /5500 dev-250 km/saat	4,6 saniye	60 Lt	2014 yıl				Cabriolet		
BMV	Ser	Ser Gran Turismo 535i (306 Hp) xL		BMV	Ser	Ser Gran Turismo 535i (306 Hp) xL		5 306 bg /5800 dev-250 km/saat	6,1 saniye	70 Lt	2013 yıl				Hatchback		
BMV	Ser	Ser Gran Turismo 550i (450 Hp) xL		BMV	Ser	Ser Gran Turismo 550i (450 Hp) xL		5 450 bg /5500 dev-250 km/saat	4,8 saniye	70 Lt	2013 yıl				Hatchback		
BMV	Ser	Ser Gran Turismo 530d (258 Hp) x		BMV	Ser	Ser Gran Turismo 530d (258 Hp) x		5 258 bg /4000 dev-243 km/saat	6,2 saniye	70 Lt	2013 yıl				Hatchback		
Mitsubishi	i-MEV	i-MEV 16 kWh (66 Hp)		Mitsubishi	i-MEV	i-MEV 16 kWh (66 Hp)		5 66 bg /8000 dev-130 km/saat			2009 yıl				Hatchback		
Mitsubishi	Space Star	Space Star (facelift 1.2 MIVEC (71 Hp))		Mitsubishi	Space Star	Space Star (facelift 1.2 MIVEC (71 Hp))		5 71 bg /6000 dev-172 km/saat	13,6 saniye	35 Lt	2015 yıl				Hatchback		
BMV	Ser	Ser Gran Turismo 535d (313 Hp) x		BMV	Ser	Ser Gran Turismo 535d (313 Hp) x		5 313 bg /4400 dev-250 km/saat	5,6 saniye	70 Lt	2013 yıl				Hatchback		
Mitsubishi	ASX	ASX (facelift 2011 2.2 Di-D (147 Hp))		Mitsubishi	ASX	ASX (facelift 2011 2.2 Di-D (147 Hp))		5 147 bg /3500 dev-190 km/saat	10,8 saniye	63 Lt	2012 yıl				SUV		
BMV	M4	M4 Convertible i 3.0 (431 Hp) DC		BMV	M4	M4 Convertible i 3.0 (431 Hp) DC		2 431 bg /5500 dev-250 km/saat	4,4 saniye	60 Lt	2014 yıl				Cabriolet		
Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		2 197 bg /3800 dev-180 km/saat	9,7 saniye	69 Lt	2012 yıl				SUV		
Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		4 197 bg /3800 dev-180 km/saat	10,5 saniye	88 Lt	2012 yıl				SUV		
Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		2 197 bg /3800 dev-180 km/saat	9,7 saniye	69 Lt	2012 yıl				SUV		
Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		2 197 bg /3800 dev-180 km/saat	10,5 saniye	88 Lt	2012 yıl				SUV		
Mitsubishi	Space Star	Space Star (facelift 1.2 MIVEC (80 Hp))		Mitsubishi	Space Star	Space Star (facelift 1.2 MIVEC (80 Hp))		5 80 bg /6000 dev-180 km/saat	11,7 saniye	35 Lt	2015 yıl				Hatchback		
Mitsubishi	Space Star	Space Star (facelift 1.2 MIVEC (80 Hp))		Mitsubishi	Space Star	Space Star (facelift 1.2 MIVEC (80 Hp))		5 80 bg /6000 dev-173 km/saat	12,8 saniye	35 Lt	2015 yıl				Hatchback		
Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		2 197 bg /3800 dev-180 km/saat	10,4 saniye	69 Lt	2012 yıl				SUV		
Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		4 197 bg /3800 dev-180 km/saat	11,1 saniye	88 Lt	2012 yıl				SUV		
Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		2 197 bg /3800 dev-180 km/saat	10,5 saniye	69 Lt	2012 yıl				SUV		
Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		Mitsubishi	Pajero	Pajero IV (facelift 3.2 Di-DC (197 Hp))		2 197 bg /3800 dev-180 km/saat	11,1 saniye	88 Lt	2012 yıl				SUV		
Volvo	S80	S80 II (facelift 2.1 1.6 T4 (180 Hp))		Volvo	S80	S80 II (facelift 2.1 1.6 T4 (180 Hp))		4 180 bg /5700 dev-220 km/saat	8,5 saniye	70 Lt	2014 yıl				Sedan		
Volvo	S80	S80 II (facelift 2.1 1.6 T4 (180 Hp))		Volvo	S80	S80 II (facelift 2.1 1.6 T4 (180 Hp))		4 115 bg /3600 dev-190 km/saat	11,5 saniye	70 Lt	2014 yıl				Sedan		
Volvo	S80	S80 II (facelift 2.0 D3 (136 Hp))		Volvo	S80	S80 II (facelift 2.0 D3 (136 Hp))		4 136 bg /3500 dev-205 km/saat	10,4 saniye	70 Lt	2014 yıl				Sedan		
Volvo	S80	S80 II (facelift 2.0 D4 (163 Hp))		Volvo	S80	S80 II (facelift 2.0 D4 (163 Hp))		4 163 bg /3500 dev-215 km/saat	9,7 saniye	70 Lt	2014 yıl				Sedan		
Volvo	S80	S80 II (facelift 2.0 D4 (163 Hp))		Volvo	S80	S80 II (facelift 2.0 D4 (163 Hp))		4 181 bg /4250 dev-225 km/saat	8,4 saniye	70 Lt	2014 yıl				Sedan		

4. Yöntem

Mevcut alternatifler arasından en iyi alternatifi seçmek oldukça zorlu bir süreçtir. Her alternatifin farklı kriterlere göre üstün ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Bazı kriterlerin en küçüklenmesi istenirken bazı kriterin de en büyüklenmesi istenebilir. Bir kriterin diğer kriterlere göre daha önemli ve önemsiz olduğu durumlar olabilir. Alternatifler arasında istenilen amaca en uygun seçeneğe karar vermek veya alternatifler arasında sıralama yapmak istenebilir. Bu tür problemler için ÇKKV teknikleri kullanılmaktadır. Literatür taraması sonucu yapılan çalışmalarda genellikle kriter ağırlıklandırma işlemi için AHS ve ANP yöntemleri tercih edilirken, sıralama ve seçim işlemleri için TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE gibi yöntemler tercih edilmiştir. Bu çalışmada kriter ağırlıklandırma işlemleri AHS, araç alternatiflerinin sıralama işlemleri için MOORA-Oran yöntemi tercih edilmiş ve Şekil 2'deki işlem basamakları takip edilmiştir. AHS yönteminin işlem basamakları olan; problem amacının belirlenmesi, karar kriterlerinin belirlenmesi, karar alternatiflerinin belirlenmesi, kriterlerin ikili kıyaslamaları, kriterlerin önem derecelerinin (ağırlıklarının) belirlenmesi ve tutarlılık oranı hesaplamaları teorik olarak açıklandıktan sonra tasarlanan mobil uygulama arayüz tasarımları ile uygulamanın kullanımı anlatılacaktır. AHS yönteminden elde edilen kriter ağırlıklarının hesaba dahil edildiği ve alternatiflerin sıralaması için kullanılan MOORA yönteminin matematiksel modeli mobil uygulamanın görselleri ile birlikte anlatılacaktır.

Şekil 2: Ticari Araç Seçimine İlişkin Akış Şeması



4.1. Analitik Hiyerarşi Süreci

Karar verme sürecini kolaylaştırmak için Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen AHS, çok kriterli karmaşık problemlerin çözümü için kullanılan bir tekniktir. AHS, problemleri hiyerarşik bir yapıda ele alan, birbirlerine göreceli önemlerini ikili karşılaştırma ile elde eden bir tekniktir (Özdemir ve Gasimov, 2004:400). AHS, kararların analizi ve hesaplanması için oluşturulan sezgisel bir modeldir. Kriterlerin birbirlerine göre önceliklerini hesaplayarak önem sıralarını belirleyen, üretici ve tüketici

için en iyi arabayı seçme problemi için uygun bir karar verme tekniğidir (Byun, 2001:290). AHS, problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi göstererek hiyerarşik bir yapıda modellemesine olanak verir. AHS'nin en önemli özelliklerinden biri karar vericinin objektif ve sübjektif düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesidir. Bir diğer ifade ile AHS, bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsözlerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yöntemdir (Kuruüzüm, 2001:84). AHS'nin çözüm aşamaları; karar verme probleminin tanımlanması ve amacın belirlenmesi, karar kriterlerinin listelenmesi, karar alternatiflerinin belirlenmesi, hiyerarşik yapının oluşturulması, kriterlerin ikili karşılaştırılması, uyum oranının hesaplanması, alternatifleri sıralanması ve duyarlılık analizi şeklinde sıralanabilir (Önder ve Önder, 2014: 23-24). Sonraki alt bölümde AHS çözüm aşamaları çalışma konusuna ait problem üzerinde adım adım açıklanacaktır.

4.1.1. Karar Verme Probleminin Tanımlanması ve Amacın Belirlenmesi

Bu çalışmanın amacı kısıtlı bütçeye sahip ticari taksi sahiplerinin ÖTV indirimi kapsamında eskimiş ve yıpranmış araçlarını yenileme süreçlerinde yardımcı olmaktır. Taksi yenilemelerini sürücülerin tecrübe ve duyularına ek olarak bilimsel bir bakış açısı ele alan ve kriterlere uygun alternatif araçlar içerisinden araç sahiplerinin amaçlarını en iyi gerçekleştirmelerine imkan veren karar destek mobil uygulamasının tasarlanmasıdır. Tasarlanan mobil uygulama, mobil cihazın işletim sistemine bağlı olarak uygulama marketinden (Apple AppStore/Google Play Store) indirilerek çalıştırdıktan sonra Şekil 3'de gösterilen arayüz ile kullanıcılar uygulamanın amacı ve nasıl kullanılacağı konusunda bilgilendirilmektedir.

Şekil 3: Uygulama Amacını Gösteren Mobil Arayüz



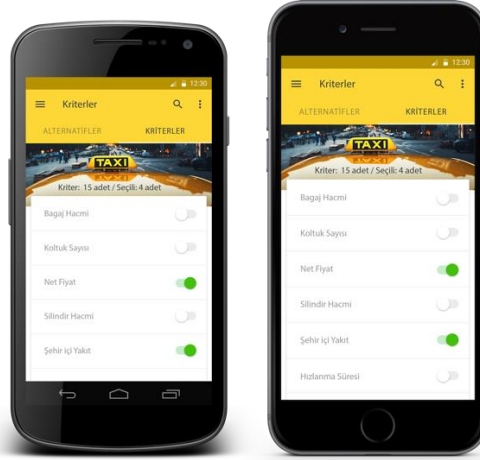
4.1.2. Karar Kriterlerinin Belirlenmesi

Ticari taksi yenileme aşamasında uygun görülen kriter ve açıklamaları Tablo1'de verilmiştir. Kullanıcıları araç yenileme işlemlerinde istediği kriterleri Şekil 4'teki arayüz ile seçebilirler.

Tablo 1: Ticari Taksi Yenilemesinde Kullanılan Kriterler

Kriter	Kriter Adı	Kriter Açıklaması
K1	Net Fiyat	Aracın vergisiz TL birim fiyatı. (x1000TL)
K2	Anahtar Teslim Fiyat	Aracın tüm vergilerinin dahil edildiği fiyat. (x1000TL)
K3	ÖTV Kazancı	Anahtar teslim fiyat ile KDV eklenmiş net fiyatın farkı. (x1000TL)
K4	Yakıt türü	Dizel, benzin, hibrit vb seçenekleri içerir.
K5	Şehir içi Yakıt Tüketimi	Şehir içi Ortalama 100 km başına litre (l/100 km) değeridir.
K6	Şehir dışı Yakıt Tüketimi	Şehir dışı Ortalama 100 km başına litre (l/100 km) değeridir.
K7	Şanzıman Tipi	Düz vites, yarı otomatik ve otomatik vites seçeneklerini içerir.
K8	Motor hacmi	Aracın motor hacmini cm ³ cinsinden belirtir.
K9	Motor gücü	Aracın beygir gücü (HP) değeridir.
K10	Maksimum hız	Aracın km/s olarak ulaştığı en büyük değerdir.
K11	Hava Yastık Sayısı	Araçta kaç adet hava yastık sayısı olduğunu gösterir.
K12	Hızlanma	Aracın 100 km/s hıza ulaşma süresidir.
K13	CO2 Emisyonu	CO2 emisyonu 1 km başına gram (g/km) değerini gösterir.
K14	Bagaj Hacmi	Aracın bagaj büyüklüğünün litre cinsinden değeridir.
K15	Koltuk sayısı	Sürücü dahil araçtaki koltuk sayısını gösterir.

Şekil 4: Kriter Belirleme Ekranı



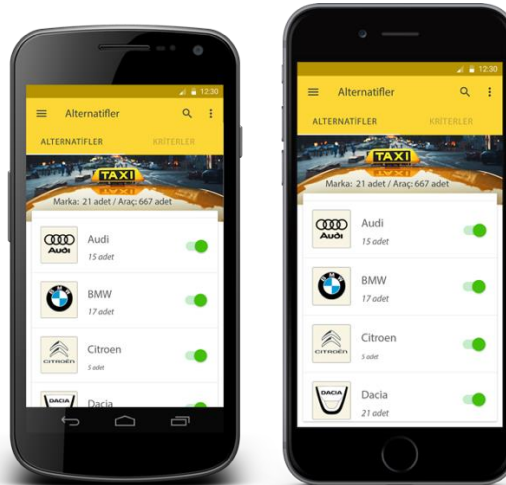
4.1.3. Karar Alternatiflerinin Belirlenmesi

Literatürde araç seçimi üzerine yapılmış çalışmalar incelendiği zaman çok az sayıda marka ve alternatif araç içerdiği görülmüştür. Çalışmada Tablo 2’de belirli bir kısmı örnek olarak gösterilen veri setinden 21 marka ve 667 adet gibi yüksek sayıda alternatif araç bulunmakta olup, uygulama kullanıcısı tercih etmediği markaları Şekil 5’teki uygulama ekranından aktif/pasif hale getirebilmektedir.

Tablo 2: Otomobil Alternatifleri ve Kriterler (Alfabetik Sıra ile)

Alt.No	Marka	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
A1	Audi	87,8	166,9	79,0	1	4,4	3,6	1	1598	81	203	4	10,7	103	425	5
A2	Audi	85,3	162,2	76,8	1	4,5	3,7	1	1598	81	200	6	10,7	104	380	5
A3	Audi	67,9	121,3	53,3	1	4,6	3,6	1	1598	85	200	4	9,5	106	270	5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A665	Volvo	82,4	156,6	74,2	2	7,3	4,1	1	1498	152	210	7	8,3	129	324	5
A666	Volvo	90,9	172,8	81,8	2	7,3	4,1	1	1498	152	205	6	8,7	138	430	5
A667	Volvo	96,6	183,5	86,8	2	7,1	4,1	1	1498	152	205	6	8,7	138	430	5

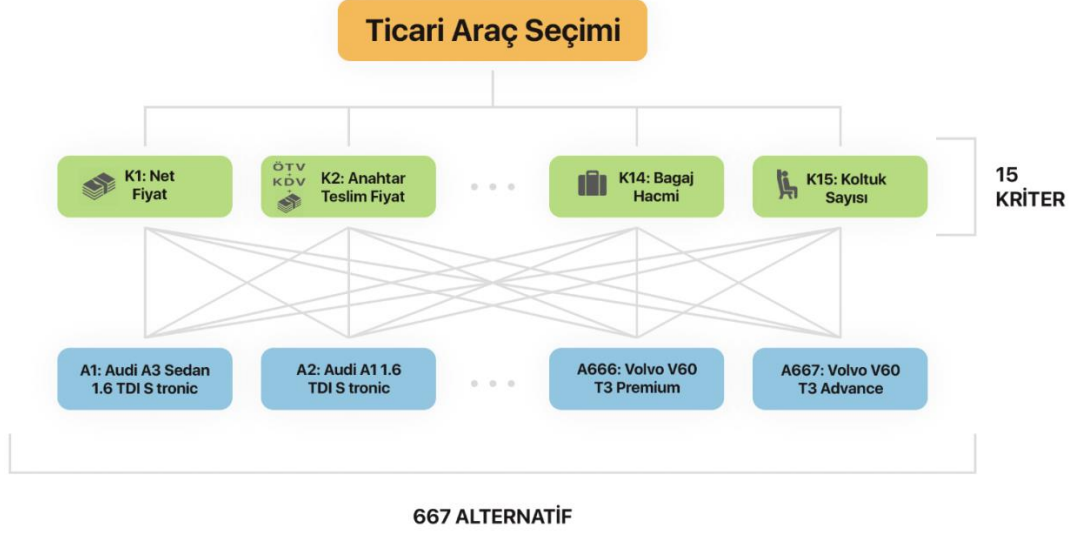
Şekil 5: Alternatif Marka Belirleme Ekranı



4.1.4. Karar Probleminin Hiyerarşik Yapısının Oluşturulması

Karar verme problemi tanımlanıp çalışmanın amacı belirlendikten sonra, kriterler ve alternatifler belirlenmiştir. Bundan sonraki aşama problemin amacını, kriterlerini ve karar alternatiflerini gösteren hiyerarşik yapının oluşturulmasıdır (Şekil 6).

Şekil 6: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması



4.1.5. Kriterlerin İkili Karşılaştırılması Önem Derecelerinin Belirlenmesi

Kriterlerin ikili karşılaştırılmasındaki esas amaç kriterlerin önceliklerinin yani ağırlıklarının (w) hesaplanmasıdır. Kriterler a_1, a_2, \dots, a_n ve ağırlıklar w_1, w_2, \dots, w_n olacak şekilde n adet kriterin göreceli önem ağırlıklarına göre ikili karşılaştırılması istenirse ikili karşılaştırma matrisinin genel yapısı formül (1)'deki olur. Herhangi iki kriterin veya karar seçeneklerinin karşılaştırılmasında, karşılaştırma değeri x ise bunun tersi karşılaştırma değeri $1/x$ 'dir. Örneğin $a_{12} = 5$ ise $a_{21} = 1/5$ 'dir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Karar kriterlerinin, ikili karşılaştırma matrisinden formül (2) kullanılarak b_{ij} değerleri elde edilir. b_{ij} değerleri ile formül (3) ile ifade edilen B matrisi elde edilir.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

$$B = |b_{ij}|_{n \times n} \quad (3)$$

B matrisinden formül (4) kullanılarak karar kriterlerinin ağırlık puanları vektörü elde edilir ve bu elde edilen değerler formül (5) ile ifade edilebilir.

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

$$W = |W_i|_{n \times 1} \quad (5)$$

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde (Saaty, 1996) tarafından geliştirilen 1-9 ölçekli (eşit derece önemliden mutlak derece önemiye doğru) önem skalası ile ikili karşılaştırma matrislerinden yararlanılmıştır. İkili karşılaştırmalar Şekil 7'de belirtilen arayüz ile yapılmakta olup, "Ara Değerleri Göster" butonu kullanılarak çift sayıyı içeren ara değerler gösterilebilir.

Şekil 7: Kriterleri İkili Kıyaslama ile Ağırlıklandırma



4.1.6. Tutarlılık (Uyum) Oranının Hesaplanması

Karar vericiler tarafından gerçekleştirilen ikili karşılaştırmaların tutarlılığı AHS'nin en önemli unsurları arasındadır. AHS yönteminde ikili karşılaştırmalar yapılırken öznel düşünceler ön plana çıktığı için tutarsızlık ve yanılmalar ortaya çıkabilmektedir. Bu durumu değerlendirmek için tutarlılık oranı hesaplanmalıdır. Tutarlılık oranını aşağıda adımlar ile hesaplanabilir (Timor, 2011:44).

i- Karşılaştırma matrisinin her bir satırı için, sütunlarda yer alan elemanların ağırlıkları toplamı hesaplanır.

ii- Karşılaştırma matrisinin her bir sütunundaki eleman, elde edilen toplam sütun ağırlığına bölünerek normalize edilmiş matris hesaplanır (formül 2 ve 3).

iii- Normalize edilmiş matrisin her bir satırının ortalaması alınarak "Öncelikler Vektörü" hesaplanır (formül 4 ve 5).

iv- Öncelikler vektörü hesaplandıktan sonra, formül (6)'da gösterildiği gibi elde edilen vektör başlangıçta verilen karşılaştırma matrisi ile çarpılarak, karşılaştırma matrisini dikkate alan "Tüm Öncelikler Matrisi" oluşturulur.

$$\lambda = AW \quad (6)$$

v- Tutarlılık indeksi (CI) formül (7) ile hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

vi- Tutarlılık oranı (CR) hesaplanması için formül (8) kullanılır. Tutarlılık indeksi (CI), RI (Tablo 3' de belirtilen rastgele değer indeksi) değerine bölünür.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (8)$$

RI, rassal tutarlılık indeks (Random Consistency Index) değeridir (Saaty ve Vargas, 2000:9). Tutarlılık oranının düşük olması, karar vericinin ikili karşılaştırmalardaki kararlarının tutarlı olduğunu, yüksek olması tutarsız olduğunu göster. Tutarlılık oranının (%10) 0,1'den küçük olması iyi olarak adlandırılır. Tutarlılık oranı %10'dan büyük ise karar verici ikili karşılaştırmalardaki kararlarını yeniden gözden geçirmelidir. (Timor, 2011:40).

Tablo 3: Rassallık Göstergeleri

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rassallık Göstergesi	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Kaynak: Saaty, 2008: 257.

Kriter ağırlıklandırma işlemine ait sonuçlar Şekil 8’de belirtilen ekran ile kullanıcıya sunulmakta olup kriterlere ait ağırlıklar ek olarak grafikler ile görselleştirilmektedir. “Araçları Sırala” butonu ile MOORA yöntemi kullanılarak araçlar sıralanabilir.

Şekil 8: Kriter Ağırlıklandırma Sonucu ve Tutarlılık Oranı



4.1.7. Alternatiflerin Sıralanması

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinden sonra alternatiflerin sıralanması işlemi TOPSIS, VIKOR, ELECTRE, PROMETHEE vb. çok kriterli karar verme teknikleri ile yapılabilir. MOORA yöntemi diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine göre yeni bir teknik olup oransal analize dayalı çok amaçlı optimizasyon tekniğidir (Vatansever ve Uluköy, 2013:282). Sıralama işlemleri ile ilgili detaylı bilgi sonraki bölüm olan Moora Yöntemi bölümü altında verilmiştir.

4.2. MOORA Yöntemi

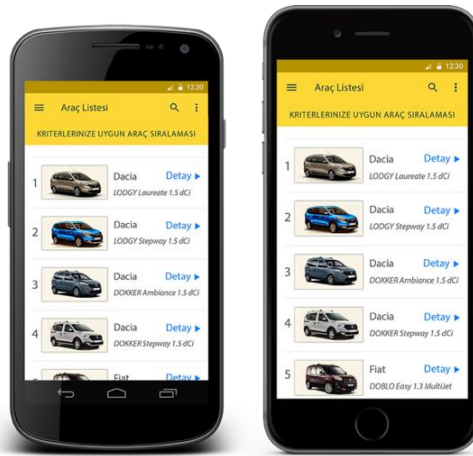
Multi-Objective Optimization on basis of Ratio Analysis (MOORA) yöntemi Willem Karel M. Brauers ve Edmundas Kazimieras Zavadskas tarafından 2006 yılında hazırlanan makale çalışmasında tanıtılmıştır (Brauers ve Zavadskas, 2006). MOORA yöntemi matematiksel işlemlerin sadeliği, hesaplama zamanının kısalığı ve güvenilirliğinin iyi olmasında dolayı çok kriterli karar verme problemlerinde rahatlıkla kullanılabilir (Brauers ve Zavadskas, 2012:5). Moora yönteminin ağırlık belirlemede herhangi bir fonksiyonu olmayıp, karar vericinin ağırlıklara uygun bir şekilde dağıttığını kabul eder. Kriterlere verilen ağırlıklar 0 ile 1 arasında değişen pozitif sayıdır. Kriter ağırlıkları alternatiflerin değerlerinden bağımsızdır. MOORA yöntemindeki kriter ağırlıkları Bölüm 4.1.5’te belirtildiği gibi en sık tercih edilen metodlardan AHS ile ağırlıklandırılmıştır. Literatür incelemelerin MULTI-MOORA, MOORA-Tam Çarpım Formu, MOORA-Önem Katsayısı, MOORA-Oran metodu ve MOORA-Referans nokta yaklaşımı çeşitlerinin olduğu görülmektedir (Ersöz ve Atav, 2011:79). Moora yönteminin çoğunlukla oran metodu ve referans nokta yaklaşımı olmak üzere iki bölümde uygulandığı, yapılan analizlerin genelinde sadece bir yöntem ile sıralama yapıldığı, bazı çalışmalarda ise iki yöntemin de kullanıldığı görülmektedir (Önay, 2014:246). Bu çalışma kapsamında MOORA-Oran Metodu kullanılmıştır. $i = 1, 2, \dots, m$ alternatiflerin sayısı, $j = 1, 2, \dots, n$ kriter sayısı olmak üzere, her bir alternatifin karelerinin toplamının karekökü ile kriterler bölünerek normalizasyon işlemi formül (9) ile gerçekleştirilir. X_{ij}^* ; i. Alternatifin, j. Kriter için olan değerinin normalleştirilmiş değeridir. $X_{ij}^* \in [0,1]$ dir. Bazı durumlarda $X_{ij}^* \in [-1,1]$ olabilmektedir (Önay ve Çetin, 2012:94).

$$X_{ij}^* = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m X_{ij}^2}} \quad (9)$$

AHS yöntemi ile önceki aşamada elde edilen karar kriterlerinin ağırlık puanı vektörü ile karar seçeneklerinin ağırlık puanları matrisinin çarpımıyla karar seçeneklerinin toplam puanları (öncelik değerleri) elde edilir. Çalışmanın kriter ağırlıkları AHS yöntemi ile belirlendiği için alternatiflerin normalize edilmiş değeri kriterin önem katsayısıyla (ağırlığıyla) çarpılır (Görener vd., 2013:47). Kriterlerin maksimum ve minimum olma durumları belirlenir. MOORA Oran sistemi yaklaşımında formül (10) ile her bir alternatif için maksimum kriterlerinin kümülatif toplamından, minimum kriterlerinin kümülatif toplamı çıkarılarak y_j^* değeri hesaplanır.

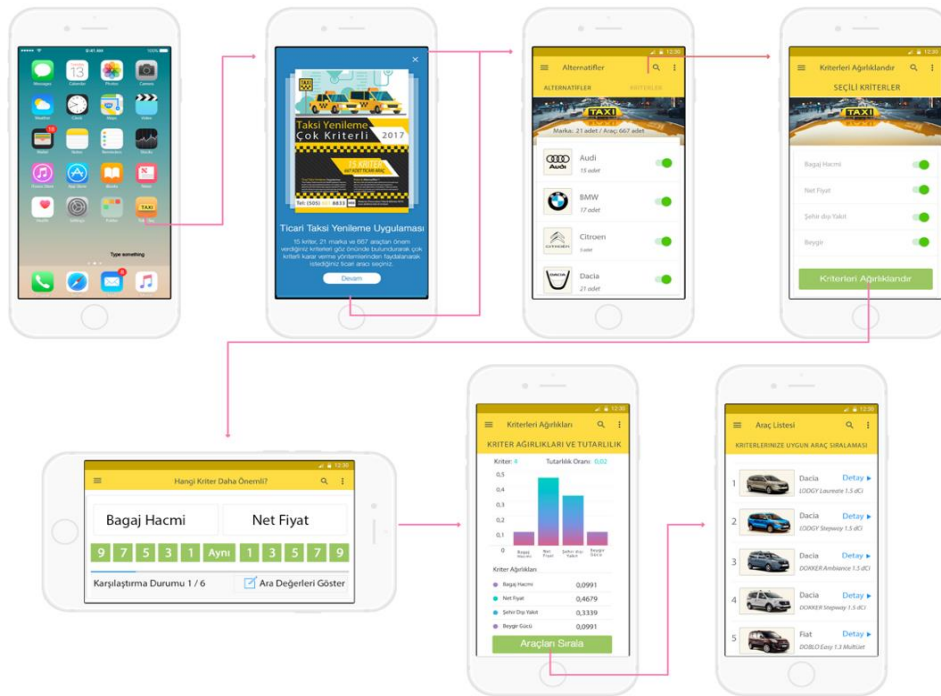
$$y_j^* = \sum_{i=1}^{i=g} S_i X_{ij}^* - \sum_{i=g+1}^{i=n} S_i X_{ij}^* \quad (10)$$

Şekil 9: Alternatifleri Sıralama Ekranı



Elde edilen puanların büyükten küçüğe sıralaması karar seçenekleri yani alternatif ticari araçların sıralamasını göstermektedir (Şekil 9).

Şekil 10: Uygulama Arayüzlerine Ait Akış Çizelgesi



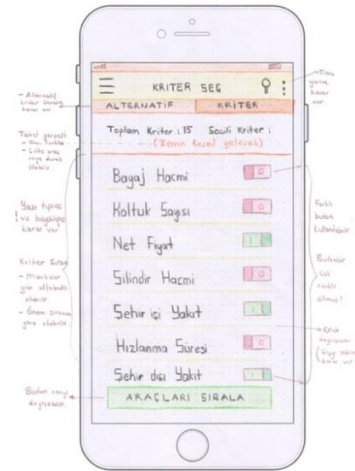
5. Mobil Uygulamanın Hazırlanması

Başarılı bir uygulama geliştirmek için kodlamaya geçmeden önce yapılması gereken önemli arayüz hazırlama aşamaları bulunmaktadır. Uygulama kullanıcılarının yazılan kodları değerlendirmeleri mümkün olmadığından, uygulamanın değerlendirmesini arayüze göre yapmaktadırlar (Barry, 2013:17). Bu yüzden aşağıda yer alan arayüz tasarım süreci çok önem arz etmektedir.

5.1. Kara Kalem (Sketching) ile Arayüz Hazırlanması

Çalışma kapsamında yapılan uzman ve kullanıcı görüşmeleri sonucunda elde edilen muhtemel kullanıcı özelliklerine uygun, hazırlanması kolay, maliyetsiz çok sayıda fikir üretmeyi sağlayan, kullanıcıların isteklerini yansıtan tasarımın kâğıt üzerine çizildiği aşamadır (Moule, 2012: XVII). Eskiz aşaması fikirlerin çok hızlı ve maliyetsiz ortaya çıkarılmasını ve tasarım fikir ve alternatiflerinin üretilmesini sağladığı için çok kıymetli bir aşamadır (Bernard ve Summers, 2010:2). Kağıt ve kalem kullanılarak yapılan eskiz çalışmaları tasarım fikirlerini yaratma ve bu fikirleri düzenleme işlemi herhangi bir dijital araca nispeten çok daha hızlı olmaktadır. Eskiz çizimleri tasarım fikirlerimizi detaylara boğulmadan özgürce ifade etmemizi sağlayan eğlenceli bir tekniktir (Bowles ve Box, 2010:43). Prototiplemenin üretken yapısından dolayı, mümkün olan en kısa sürede en fazla tasarım konseptini belirleyebilmek için her bir arayüz eskizi için on dakika ile yarım saat arasında süre sınırlaması uygulanmıştır. Kısa sürede eskiz çalışması yapılması ile detaylara takılıp kalmadan daha üretken fikirlerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Warfel, 2011:31-32).

Şekil 11: Eskiz (Sketching) Aşaması

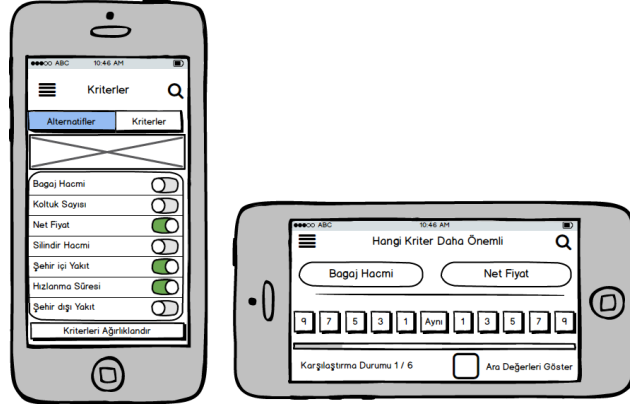


5.2. Uygulama iskeletinin (Wireframe) Hazırlanması

Wireframe çalışması mobil uygulama ve arayüz geliştirme sürecinin çok önemli bir aşamasıdır. Eskiz aşamasında hızlı bir şekilde kağıt ve kalem ile üretilen fikirlerin bilgisayar programları sayesinde digital ortama aktarılması aşamasıdır. Wireframe projenin başlangıç aşamasında yapılacak uygulama iskeletini oluşturur, uygulama arayüzü hakkında fikir verir ve yüksek olmayan kalitede bir görsele sahiptir. Tasarım öğelerinin son halini içermeyip, genellikle gri kutular ve yer tutucular ile arayüz elemanlarının (içerik, fotoğraf, metin kutuları, formlar, navigasyon vb.) yerleri hakkında öngörü sağlar. Eskiz ve wireframe aşamalarını uygulamayıp doğrudan tasarıma başlama cazip görünmesine rağmen, uygulama arayüzü ve içeriğinin planlanması bakımından bir uygulamanın wireframe çalışmasını oluşturmak büyük önem taşır. Uygulama geliştirmenin ilerleyen safhalarında öngörülemeyen ve hesaplanamayan olası hataları engeller. Arayüz tasarımının son halini verme aşamasında zaman kayıplarının ve ortaya çıkabilecek sorunlarının önüne geçerek projenin belirlenen süre ve maliyetle tamamlanmasını sağlar. Balsamiq Mockups programı öğrenmesi kolay ve eğlenceli bir yazılım olup arayüzün son görünümünde oluşturma

zorunluluğu olmadan sadece gerekli tasarım öğelerini rahatlıkla çizmemize imkan verdiği için taslak çizimlerde tercih edilmiştir (Faranello, 2012:109). Balsamiq programı arayüz elemanlarına çeşitli efektler uygulayarak ile el çizilmiş hissi verir ve içerik yerleştirmesi, tasarım ve geçişler için harika bir araçtır (Lowdermilk, 2013:110).

Şekil 12: Balsamiq ile Wireframe Aşaması



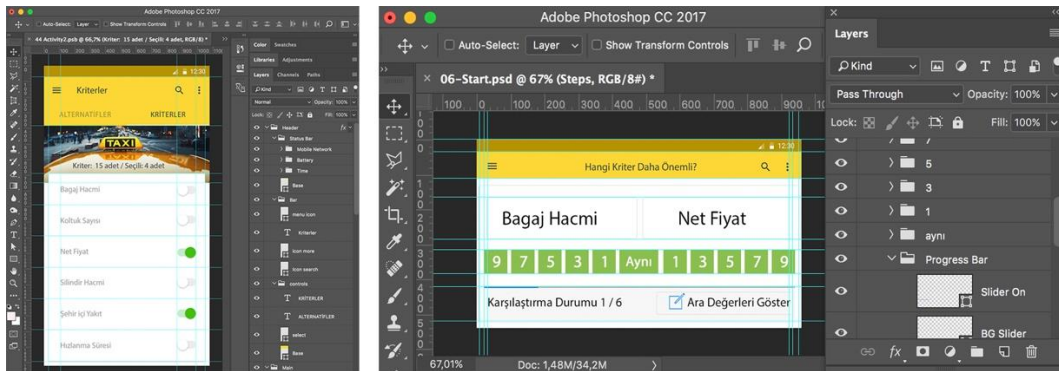
5.3. Arayüz Sunumu ve Değerlendirmesi

Arayüz sunum ve değerlendirme aşaması mobil uygulamanın her bir ekran tasarımından sonra yapılmış olup tasarım sürecinin en önemli aşamasıdır. Sunum ve değerlendirme aşamasının amacı en iyi fikir ve tasarımları tespit etmektir. Ticari taksi yenileme mobil uygulamasının arayüz tasarımları beş dakikadan daha az zaman diliminde yapılmış olup, değerlendirme notları eskiz çalışmalarının üzerine direkt yazılmıştır. Sunum aşamasında yapılan değerlendirmeler tasarımda anlaşılmayan yerlerin belirlenmesi ve tasarımın geliştirilmesi anlamında çok faydalı olmaktadır (Warfel, 2011:39-40).

5.4. Arayüzün Son Halinin (Mockup) Hazırlanması

Mockup ürünün, uygulamanın veya dijital varlığın kullanıcı tarafından görüntülenecek son hali ile arayüz tasarımının hazırlanmasıdır. Bu safhada arayüz; görseller, tasarım öğelerinin yerleşimi, tipografi ve tasarım son kullanıcının göreceği ve tasarımda estetik kaygısı göz önünde bulundurularak tasarlanır. Mockup'a incelendiğinde işlevsellik tam olarak bir fonksiyonu bulunmasa bile uygulamanın yüksek çözünürlük ve kalitede hazırlanmış ve uygulama hakkında net bir fikir edinmeyi sağlar. Son zamanlarda mockup hazırlamak için Sketch vb. programlar popüler olmasına rağmen tasarımcıların tercih ettiği programların başında Adobe Photoshop gelmektedir.

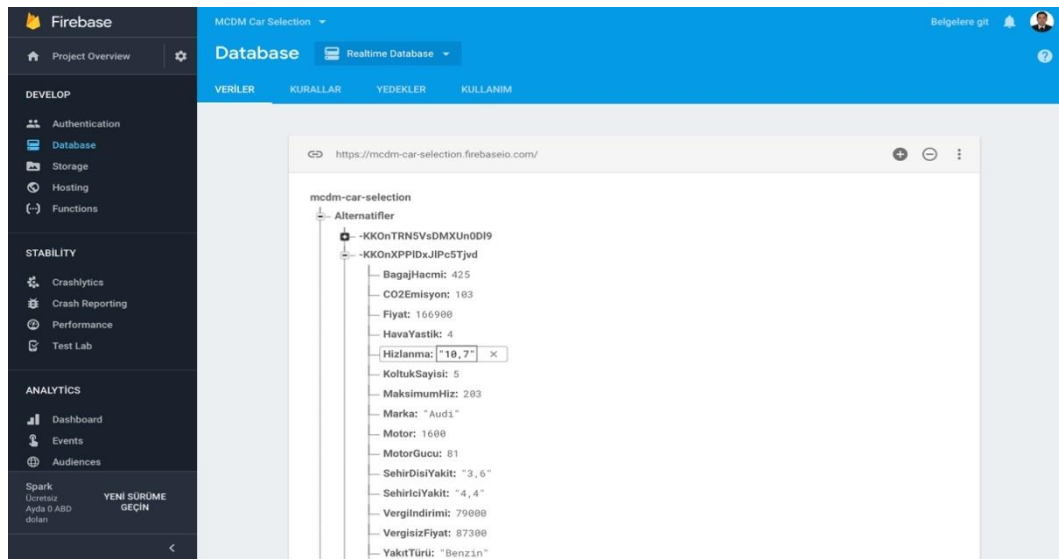
Şekil 13: Photoshop ile Mockup Aşaması



5.5. Mobil Uygulamanın Kodlanması

Mobil uygulamanın arayüz tasarımı için gerekli adımlar tamamlandıktan ve uygulamanın kullanıcı deneyimi açısından hiçbir sıkıntısı olmadığına emin olduktan sonra kodlamaya geçilebilir. Mobil uygulamanın kodlanması doğal (native) veya hibrit olarak yapılabilmektedir. Native uygulamaların programlanacağı ortam yani Integrated Development Environment (IDE) ve kullanılacak programlama dili mobil cihazın işletim sistemine göre karar verilmektedir. Android işletim sistemi kullanan mobil cihazlar için uygulamalar Java programlama dili ve Eclipse, NetBeans, Android Studio vb. programlama ortamlarında kodlanabilirler. iOS işletim sistemine sahip cihazlar ise Objective-C veya swift programlama dili ile xCode ortamında kodlanmaktadır. Bir uygulamanın her iki işletim sisteme sahip cihazlarda kullanılabilir olması için projenin iki farklı programlama dili ile yazılımının hazırlanması gerekmektedir. Gerekli bir güncellemenin her iki işletim sistemi içinde yapılması zorunluluğu doğmaktadır ve bu işlem zaman ve maliyet açısından uygun olmamaktadır. Hibrit uygulama geliştirme teknolojilerinde Hyper Text Markup Language (HTML) ile etiketleme yaptıktan sonra Cascading Style Sheet (CSS) ile görsellik sağlanır. Uygulamaların ihtiyaç duyduğu matematiksel işlemler ve hesaplamalar Javascript (JS) programlama dili ile sağlanmaktadır. JS programlama dili kullanarak web servislerinden gelen XML/JSON formatlarına sahip veri rahatlıkla işlenmektedir. Uygulamanın .apk ve .ipa elde edilmesi Phonegap ve benzeri teknolojiler ile sağlanmaktadır. Bu tür hibrit uygulamalar mobil cihazın tüm özellikleri tam anlamıyla kullanamamakta olup, performans sorunlarının yanında işletim sistemine ait UI (user interface) elementleri de kullanılamamaktadır. Bu çalışma kapsamında Facebook'un geliştirmiş olduğu React Native tercih edilmiştir. Bu kütüphane sayesinde projenin kaynak kodları bir kere yazıldıktan sonra kodlardaki küçük değişiklikler ile uygulama android ve IOS mobil işletim sistemlerinde çalışmaktadır. Hibrit uygulamalara göre en önemli avantajı geliştirilen uygulamanın native olmasıdır. React Native ile tamamen doğal bileşenlerden oluşan uygulamalar üretilebilir ve bu uygulamalar hibrit ile kodlanan uygulamalardaki gibi WebView üzerinde çalışmazlar. Bu sayede IOS ve Android işletim sistemine ait UI elementleri kullanılabilir. Swift veya Java programlama dili ile geliştirilmiş uygulamalar kod güncellemesi ile tekrar derlenmesi ve elde edilen .ipa ve .apk dosyalarının AppStore/PlayStore mağazasına gönderilmesi ve yayınlama onayının beklenmesi gerekmektedir. Bu tür dezavantajların önüne geçmek ve esnek bir çalışma ortamına sahip olmak için React Native tercih edilmiştir. Tablo 2'de belirtilen otomobil alternatif ve kriterlerine sahip verinin mobil uygulama tarafından rahat kullanılabilmesi, web servis yazma ihtiyacını ortadan kaldırmak için Google'ın geliştirdiği Firebase bulut veritabanı tercih edilmiştir (Şekil 12).

Şekil 14: Firebase Veritabanı Örnek Veri



Şekil 15: React Native Örnek Kod Parçası

```

40
27 var SearchBar = React.createClass({
28   render: function () {
29     return (
30       <View style={styles.listView.searchBar}>
31         <TextInput
32           autoCapitalize="none"
33           autoComplete={false}
34           placeholder="Aramak istediğiniz aracı yazınız"
35           returnType="search"
36           enablesReturnKeyAutomatically={true}
37           style={styles.listView.searchBarInput}
38           onChange={this.props.onSearch}
39         />
40         <ActivityIndicatorIOS
41           animating={this.props.isLoading}
42           style={styles.listView.spinner}
43         />
44       </View>
45     );
46   }
47 });
48
49 var CarListView = React.createClass({
50   mixins: [TimerMixin],
51
52   timeoutID: (null: any),
53
54   getInitialState: function () {
55     return {
56       isLoading: false,
57       query: '',
58       resultsData: new ListView.DataSource({
59         rowHasChanged: (row1, row2) => row1 != row2
60       }),
61     };
62   },
63   getDataSource: function (carItems: Array<any>): ListView.DataSource {
64     return this.state.resultsData.cloneWithRows(carItems);
65   },
66
67   render: function() {
68     var content = null;
69

```

6. Sonuç

Hazırlanan çalışmada ticari taksi yenilemeleri için en uygun araç seçimi problemi ele alınmıştır. Ticari taksi yenilemesi yapmak isteyen araç sahiplerinin isteklerini uzun vadede karşılayabilecek hafif ticari araç seçim kararını etkileyen (net fiyat, anahtar teslim fiyat, vergi indirim kazancı, yakıt türü, şehir içi yakıt tüketimi, şehir dışı yakıt tüketimi, şanzıman tipi, motor hacmi, motor gücü, maksimum hız, hava yastık sayısı, hızlanma, CO2 emisyonu, bagaj hacmi ve koltuk sayısı) on beş adet kriter belirlenmiştir. Her bir uygulama kullanıcısı ticari araç yenilemesinde kriter ağırlıklarını kendi gereksinimlerini en uygun karşılayacak şekilde belirleyebilmektedir. Kriter ağırlıklandırma işlemleri için AHS yöntemi kullanılmıştır. Alternatiflerin sıralanması işlemi MOORA yöntemi ile yapılmıştır. Uygulamanın önerdiği ticari araç seçenekleri ile verileri Antalya Şoförler ve Otomobilciler Odasından temin edilen taksi yenilemesi yapan araçlar arasında ilişki görülmüştür. AHS ve MOORA yöntemlerinin anlaşılması ve yazılım ile kodlanmasının kolay olmasından dolayı rahatlıkla benzer problemlere uygulanabilir olduğu görülmüştür. Yeni bir kriter ve alternatifin eklenmesi sonucunda yazılım rahatlıkla ağırlıklandırma ve sıralama işlemi yapabildiği için mobil uygulama avantajlı olmaktadır. Android ve iOS işletim sistemine sahip tüm cep telefonu ve tabletlerde kullanılabilmesinden dolayı uygulamanın kullanılabilirliğinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Sınırlı sayıda kriter ve alternatifte ait problemleri klasik yöntem veya masaüstü uygulamalar ile rahatlıkla çözülebilmektedir. Fakat 667 adet gibi yüksek sayıda alternatif araç sayısına sahip olan çalışmalarda, kriter ağırlıklandırma ve alternatif araç sıralama işlemleri için mobil uygulamaların daha kullanışlı olduğu görülmüştür. Kullanıcıların herhangi bir yardım almadan kendi ihtiyaçlarına ait kriterleri ve alternatifleri kendi mobil cihazları üzerinden seçme imkanına sahip olmaları büyük fayda sağlamaktadır. Kullanıcılarının yaş, eğitim ve teknolojik yatkınlık bakımından farklı özelliklere sahip olduğu düşünüldüğünde uygulama arayüzlerinin karışıklıktan uzak ve sade bir tasarım ile hazırlanması kullanıcı deneyimi açısından önem kazanmaktadır. Sonraki aşamada Technology Acceptance Model (TAM) ile uygulamanın kolay kullanımı ve faydalı olma durumunun incelenmesi ve elde edilen veriler ile tercih edilen ticari araçlara ait istatistiki analizlerin yapılması planlanmaktadır. Uygulama veri setine github.com/erokan/mcdm-carSelection-moora adresinden ulaşılabilir.

Kaynakça

- Barry, N. (2013). *The App Design Handbook*. Pragmatic Bookshelf.
- Bernard, C. ve Summers, S. (2010). *Dynamic Prototyping with SketchFlow in Expression Blend*. Indianapolis: Que Publishing.
- Byun, D. (2001). The AHP Approach for Selecting an Automobile Purchase Model. *Information & Management*, 38, 289-297.
- Bozdemir, M. ve Yılmaz, T. I. (2009). Kural Tabanlı Karar Verme Mekanizmasına Sahip Sistematik Araç Seçim Modeli Geliştirilmesi Üzerine Bir Alan Araştırması. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(2), 19-27.
- Bowles, C. ve Box, J. (2010). *Undercover User Experience Design*. Berkeley: New Riders Pub.
- Brauers, W. K. M. ve Zavadskas, E. K. (2006). The MOORA Method and Its Application To Privatization In A Transition Economy. *Control and Cybernetics*, 35(2), 445-469.
- Brauers, W. K. M. ve Zavadskas E. K. (2012). Robustness of MULTIMOORA: A Method for Multi-Objective Optimization. *Informatica*, 23(1), 1-25.
- Ersöz, F. ve Atav, A. (2011). Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde MOORA Yöntemi. *YAEM 2011 Yöneyem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 31. Ulusal Kongresi*, Sakarya Üniversitesi, 78-87.
- Faranello, S. (2012). *Balsamiq Wireframes Quickstart Guide*. Birmingham: Packt Publishing.
- Gelir İdaresi Başkanlığı. (2017). Erişim adresi http://www.gib.gov.tr/fileadmin/user_upload/Tebliğler/OTV_Kanunu/uygulama2/otv_II_sayili_uyg_genteb.pdf
- Görener, A., Dinçer H., ve Hacıoğlu Ü. (2013). Application of Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis (MOORA) Method for Bank Branch Location Selection. *International Journal of Finance & Banking Studies*, 2(2), 41-52.
- Güngör, İ. ve İşler, D. B. (2005). Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı ile Otomobil Seçimi. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 21-33.
- Gürsakar, S. (2015). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. Aytaç, M. ve Gürsakar, N. (Ed.), *Karar Verme*, 244-247. Bursa: Dora Yayınevi.
- Kabak, M. ve Uyar, Ö.O. (2013). Lojistik Sektöründe Ağır Ticari Araç Seçimi Problemine Çok Ölçütlü Bir Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(1), 115-125.
- Keçek, G. ve Yıldırım, E. (2010). Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sisteminin AHS ile Seçimi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 193-211.
- Kuruüzüm, A. ve Atsan, N. (2001). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları, *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 83-105.
- Lowdermilk, T. (2013). *User-Centered Design*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Moule, J. (2012). *Killer UX Design*. Collingwood: Sitepoint Pty Limited.
- Ömürbek, N., Karaatlı, M., Eren, H. ve Şanlı, B. (2014). AHP Temelli PROMETHEE Sıralama Yöntemi İle Hafif Ticari Araç Seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(4), 47-64.
- Önay, O. (2014). Moora. Yıldırım, B.F. ve Önder, E. (Ed.), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, 245-257. Bursa: Dora Yayıncılık.

- Önay, O. ve Çetin, E. (2012). Turistik Yerlerin Popülaritesinin Belirlenmesi: İstanbul Örneği. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, **23(72)**, 90-109.
- Önder, G ve Önder, E. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci. Yıldırım B.F. ve Önder E. (Ed.), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, 21-74. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Özdemir, M.S. ve Gasimov, R.N. (2004). Decision Aiding The Analytic Hierarchy Process and Multi Objective 0–1 Faculty Course Assignment. *European Journal of Operational Research*, **157**, 398–408.
- Saaty, T.L. (1996). *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*. Pittsburgh: RWS Publications.
- Saaty, T.L. ve Vargas L. G. (2000), *Models, Methods, Concepts&Applications of the Analythic Hierarchy Process*. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publisher.
- Saaty, T.L. (2008). Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process (To the Memory of my Beloved Friend Professor Sixto Rios Garcia). *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A: Matemáticas (RACSAM)*, ISSN 1578-7303, **102(2)**, 251-318.
- Soba, M. (2012). Promethee Yöntemi Kullanarak En Uygun Panelvan Otomobil Seçimi ve Bir Uygulama. *Journal of Yasar University*, **28(7)**: 4708-4721.
- Şengül, Ü., Eren, M. ve Shiraz, S.E. (2012). Bulanık AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, **40**, 143-165.
- Şişman, B. ve Eleren, A. (2013). En Uygun Otomobilin Gri İlişkisel Analiz Ve ELECTRE Yöntemleri ile Seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, **18(3)**: 411-419.
- Terzi, Ü., Hacaloğlu, S.E., Aladağ, Z. (2006). Otomobil Satın Alma Problemi için Bir Karar Destek Modeli, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **5(10)**, 43-49.
- Timor, M. (2011). *Analitik Hiyerarşi Prosesi*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Uyar, Ö. O. (2012). Ulaştırma Sektöründe Faaliyet Gösteren Lojistik Firmalar İçin Araç Seçimi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Vatansver, K. ve Uluköy, M. (2013). Kurumsal Kaynak Planlaması Sistemlerinin Bulanık AHP ve Bulanık MOORA Yöntemleriyle Seçimi: Üretim Sektöründe Bir Uygulama. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, **11 (2)**, 274-293.
- Yavaş, M., Ersöz, T. ve Kabak, M. (2014). Otomobil Seçimine Çok Kriterli Yaklaşım Önerisi. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, **2(4)**, 110-118.
- Warfel, T.Z. (2011). *Prototyping*. New York: Rosenfeld Media.

TAXI RENEWALS BASED ON AHP AND MOORA METHODS DECISION SUPPORT MOBILE APPLICATION

Extended Abstract

Aim: As part of Ministry of Finance Revenue Administration's decision of "Application of Provisional Clause in Renewal of Commercial Vehicles" in "Private Consuming Tax (PCT)", renewal operations of commercial vehicles to be used as local taxi cabs are held exempted from PCT on condition that they are completed until 30/6/2019. Those who want to buy vehicles to be used as commercial vehicles put some criteria into consideration such as fuel type, production date, transmission structure, cylinder volume, number of airbags, inner city and upstate fuel consumption, number of seats, rear deck capacity, rate of PCT discount and engine power. Selection of the vehicle to meet the requirements becomes a complicated process. In interviews with the taxi drivers it has been observed that, mostly the experiences and recommendations are taken into consideration while Multi Criteria Decision Making Methods (MCDM) etc. are not. In this study, designing a mobile app that is easily accessible from smart phones with Android and iOS operation systems, and that has decision support system that sorts 667 taxi cab alternatives suitable for user criteria is aimed.

Method(s): On start-up of the mobile app, after the purpose and the usage of the application are introduced, alternatives and criteria selection screen is displayed. The user can easily decide on the preferred brands and criteria to be used. As the user chooses the criteria to be weighted, they are compared and the level of importance is determined. Analytic Hierarchy Process (AHP) method is used in the calculation of criteria weighting. Optimal vehicles are listed with "Sort the Vehicles" button after the user views the calculated consistency ratio and weighting results in graphics. In the process of selecting and sorting the vehicles, Multi-Objective Optimization on basis of Ratio Analysis (MOORA) method of Multi Criteria Decision Making preferred in the sense that it is easy to use, and works with high performance.

Findings: In the interviews with taxi drivers is has been seen that the mobile app's use is practical and functional, and the users can easily remove the needless options among the alternatives and criteria. Thanks to the user-friendly interface of the mobile app, the process of weighting the criteria and sorting the alternatives has been done with ease. Also, the import of alternative vehicle information to the mobile app has helped the users in the process of renewing commercial vehicles. As the system provides vehicle suggestions in accordance with the user's criteria, the opportunity for evaluation of the alternatives that might have been overlooked by the user has been provided.

Conclusion: Uncertainty can emerge even in the process of deciding on a private car arise from excessive criteria and alternatives, so this process gets even more complicated for commercial vehicles because of the importance of criteria such as rear deck capacity, number of seats, dimension of fuel tank, the price and fuel consumption. Even though the criteria of taxi cab owners show similarities with each other while renewing their cars, the weighting of their criteria may differ. In the study, by using AHP and MOORA methods together, a mobile app that will ease the process of selecting commercial vehicles has been developed. The application has been enabled to have a user-friendly usage and understandable interface as the views of commercial vehicle owners have been included in the preparation process of it. The results may be compared in the latter studies with the addition of other Multi Criteria Decision Making Methods such as TOPSIS, PROMETHEE, ELECTRE, VIKOR to the app. In addition to that, some further studies may be conducted on the easy use and functionality (Technology Acceptance Model - TAM) of the mobile app.