



**Makale / Research Paper**

**Kiralama Sektörünün Gelişimine Yönelik Tasarlanan Bir Matematiksel Model**

**Naime DEMİRTAŞ<sup>a</sup>, Orhan DALKILIÇ<sup>b\*</sup>**

<sup>a,b</sup>Mersin Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü. Mersin/TÜRKİYE  
[orhandlk952495@hotmail.com](mailto:orhandlk952495@hotmail.com)

**Received/Geliş:** 30.03.2021

**Accepted/Kabul:** 19.07.2021

**Öz:** Bu çalışma araç kiralamak isteyen bir kişinin ihtiyacına en uygun olan aracı bulması konusundaki belirsizliği yenmesi içindir. Bunun için bulanık parametrelili (FP-)esnek kümelerden faydalandı. Dahası bu kümeler için Çağman ve diğ. [1] tarafından önerilen bir algoritmadan faydalanılarak “Visual Studio, Microsoft Form App (.Net Framework)” da C# programlama dilinde bir uygulama yazıldı ve araç kiralamak isteyen herhangi bir kişinin taleplerine en uygun aracı bulabilmesi sağlandı. Bu sayede bu uygulamayı kullanan araç kiralama şirketleri insanlar tarafından daha tercih edilebilir bir hale gelebilir. Son olarak yazılan uygulama için “Microsoft SQL Server Management Studio” kullanıldı, böylece araç kiralama şirketindeki araç filosundaki değişimler ve müşteri taleplerinin takip edilebilmesi sağlandı.

**Anahtar Kelimeler:** FP-esnek küme; araç kiralama sektörü; karar verme.

**A Mathematical Model Designed for The Development of The Rental Industry**

**Abstract:** This study is for overcoming the uncertainty about finding a car that best suits the needs of a person who wants to rent a car. For this, fuzzy parameterized (FP-)soft sets were used. Moreover, by using an algorithm proposed by Çağman vd. [1] for these sets, an application was written in C# programming language in “Visual Studio, Microsoft Form App (.Net Framework)” and it was ensured that any person who wants to rent a car can find the vehicle that best suits their demands. In this way, the car rental companies using this application can become more preferable by people. Finally, the “Microsoft SQL Server Management Studio” was used for the written application, so that changes in the vehicle fleet at the car rental company and customer demands can be tracked.

**Keywords:** FP-soft set; the car rental industry; decision making.

**1. Giriş**

Birçok araştırmacı tarafından günlük hayatta hemen hemen her alanda karşılaşılabilecek olan belirsizlik ortamlarının en doğru bir şekilde ifade edilebilmesi sorunun çözümü adına çok önemli bir ihtiyaç arz etmektedir. Bu durum özellikle sosyal hayatta insan faktörü etkisinin hissedildiği tıp, bilgisayar, mühendislik, eğitim gibi alanlarda daha çok hissedilir. Araştırmacılar kesin bir sonuca ulaşabilmek adına matematiğin doğasına ihtiyaç duymuşlardır. Çünkü matematik kesin kavram ve sonuçlar üzerine çalışan bir mekanizmadır. Ancak belirsizliğe yönelik çalışmalar yapan birçok bilim insanı klasik matematiğin belirli ve kesin dünyasından çıkarak; belirsiz durumları da içeren teoriler geliştirmeye yönelmek, yani yeni arayışlar içerisine girmek zorunda kalmışlardır. Bunun en önemli

*Bu makaleye atf yapmak için*

Demirtaş, N., Dalkılıç, O., “Kiralama sektörünün gelişimine yönelik tasarlanan bir matematiksel model” El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi 2021, 8 (3); 1229-1242.

*How to cite this article*

Demirtaş, N., Dalkılıç, O., “A mathematical model designed for the development of the rental industry” El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2021, 8 (3); 1229-1242.

ORCID ID: <sup>a</sup>0000-0003-4137-4810; <sup>b</sup>0000-0003-3875-1398

sebebi, belirsizlik ortamlarında karar verme için belirsizliğin en doğru bir şekilde ifade edilebilmesinde klasik matematiğin çaresiz kalmasıdır.

Bilim insanlarının yeni arayış çalışmaları sonucunda günümüze dek birçok küme teorisi ve karar verme algoritmalarının geliştirildiğini görüyoruz. Bu küme teorilerinin en ilgi çekenlerinden bir tanesi 1965 yılında Zadeh [2] tarafından tanımlanan bulanık küme teorisidir. Bu teorisin temeli, bulanık üyelik fonksiyonuna dayanır. Bulanık üyelik fonksiyonuyla bir elemanın bir kümeye aitlik derecesini ifade edebiliriz. Ancak belirsizliğin ifade edilebilmesinde yardımcı bir araç olarak düşünülen bulanık küme teorisi bazı zorluklara sahiptir. Bu zorlukların sebebi, 1999'da Molodtsov'un [3] bahsettiği teorideki parametreleme aracının eksikliğidir. Esnek küme teorisini [3], belirsizlik ve kesin olmayışlığı modellemek için tamamen yeni bir yaklaşım olarak verilmiştir. Molodtsov [3,4]'a göre esnek küme teorisini, oyun teorisini, Riemann integrasyonu ve ölçü teorisini gibi birçok alana başarıyla uygulanabilir. Esnek küme teorisinde hiçbir kısıtlamanın bulunmaması, bu teorisin pratiğe kolayca uygulanmasını sağlar. Bu durum belirsizliğin giderilmesine yönelik birçok çalışmada esnek kümelerden yararlanmayı günümüzde yapılan araştırmalarda bile cazip kılmaya devam etmektedir [5-13].

2001 yılında Maji ve diğ. [5] melez bir model olan bulanık esnek küme kavramını tanımladılar. Böylece bulanık kümeler mantığı esnek kümeler ile birlikte incelenmeye başlandı. Ayrıca bulanık esnek küme teorisinin mühendislikte ve tıbbi bilimlerde uygulama alanı bulması birçok bilim insanının dikkatini çekmiştir ve bu konu üzerindeki çalışmalar günümüzde de halen devam etmektedir [14,15].

Bulanık parametrelili esnek küme kavramı (FP-esnek küme) 2011 yılında Çağman ve diğ. [1] tarafından tanımlandı. Bulanık esnek kümede her parametrenin görüntüsü bir bulanık küme iken FP-esnek kümede her parametre için bir esnek görüntü bir de  $[0,1]$  kapalı aralığında bir görüntü elde edilmektedir. Bu durum bir belirsizlik durumunun ifade edilebilmesinde FP-esnek kümelerin, esnek kümelerden daha başarılı olduğu sonucuna bizi ulaştırmaktadır.

Günlük hayatta karşılaştığımız birçok belirsizlik problemlerine karşı geliştirilen tüm bu küme teorileri karşılaşılan sorunları en doğru şekilde ifade edilebilir ve bu sayede ideal çözüme mümkün olduğunca yaklaşabilmek için ortaya atılmıştır [16-23].

Bu çalışmamızda araç kiralamak isteyen bir kişinin kendi ihtiyacına en uygun aracı nasıl tespit edebileceği problemi üzerinde durulmuştur. Bunun için araç kiralama sektörü üzerine bazı araştırmalar yapılmıştır.

### 1.1. Literatür Araştırması

Geçmişte olduğu gibi günümüzde de araç kiralama sektöründe oldukça rekabetçi bir yapı mevcuttur. Bu sektör hizmet rekabeti ve yoğun fiyat üzerine şekillenmiştir. Endüstride rekabet öncelikle rekabetçi araç kiralama şirketleri arasındadır. Diğer ulaşım sistemlerinden uçaklar ve taksiler az da olsa işletmelerin rekabetini etkilemektedir [24]. Araç kiralama pazarında yoğun rekabet öncelikle fiyat, hizmet ve güvenilirliğe dayalıdır. Rekabet, genellikle büyükşehir acenteleri ve havalimanı acenteleri arasında geçmektedir [25]. Buna ilave olarak pazarın olgunlaşması, bilişim teknolojileri alanında değişim ve talebin yavaşlamasıyla endüstrideki rekabet yıkıcı hale dönüşmüştür. Diğer ekonomik faaliyet alanlarına benzer olarak kolayca taklit edilebilir ürün yeniliğine karşın bu piyasa koşulları (merkezi rezervasyon, internet adaptasyonu ve gelir yönetimi sistemleri vb.) süreç yeniliğini benimsemiştir [26]. Sektörde, bilgi teknolojileri kullanımı önemli rekabet aracı haline gelmiştir. Dolayısıyla araç kiralama sektöründe istenilen aracın kullanıcıya

kolayca ulaştırabilmek için çeşitli bilgisayar programlarından yararlanmak faydalı olacaktır. Özellikle bu konuda mevcut ihtiyacı karşılamak için son yıllarda birçok bilimsel makale literatüre kazandırılmıştır [27-32].

Araç kiralama sektörünün tarihi gelişimi ve günümüzde ulaşılmış olduğu yapısal görünüm bu sektörün rekabet dinamikleri olarak bazı parametrelerini öne çıkarmaktadır [33]. Bu parametreler (pazarlama çalışmaları/teşvik edici uygulamalar, stratejik ittifaklar (iş birliği), şirket birleşmeleri ve satın almalar, bilgi teknolojileri kullanımı, rekabetçi fiyat sunma, hizmet kalitesi, rekabet yoğunluğu) sektörel rekabeti, işletmelerin performansını ve sektörün gelişimini belirleyen en önemli etkenlerdir [33]. Bu dinamikler literatürden ve sektörün gelişme evrelerindeki verilerden analiz edilerek çıkarım yoluyla ortaya konulmaktadır [33].

Günümüzde ise ülkemizdeki araç kiralama sektörüne genel olarak bakıldığında özel araç sahiplerinin ihtiyaca ve gereksinimlerin çeşitlenmesine bağlı olarak kısa ve uzun süreli olarak bir araç kiralama şirketine araçlarını kiralamaları uygulamasının oldukça yaygın olduğu görülür. Bu uygulamanın yaygın olmasının bir sonucu olarak da bireysel araç kiralama sektörünün günden güne daha çok büyüdüğünü söyleyebiliriz. Örneğin; Tüm Oto Kiralama Kuruluşları Derneği (TOKKDER), bağımsız araştırma şirketi Nielsen iş birliği ile hazırladığı “TOKKDER Operasyonel Kiralama Sektör Raporu”na göre 2020 yılının ilk çeyreğinde araç kiralama sektörü, Türkiye’de satılan yeni otomobillerin yüzde 7.9’u olan 7 bin 850 adet yeni aracı filosuna kattı [34]. Bu yeni alınan araç filosuna yapılan toplam yatırım maliyeti 1.3 milyar TL olup sektörün aktif büyüklüğü 29 milyar 280 milyon TL oldu [34]. Geçtiğimiz yılın aynı dönemine göre yüzde 13.4, 2019 yılı sonuna göre yüzde 5.1 daralan operasyonel araç kiralama sektörünün, filosundaki araç sayısı ise 264 bin adet oldu [34].

Hemen hemen her sektörde olduğu gibi bu sektörün de büyümesi araç kiralama tercihinde bulunan tüketicilerin hızla artmasıyla doğru orantılıdır. Dolayısıyla gelen müşterilerin memnuniyetinin sektörün büyüme istikrarını devam ettirmesinde en önemli etkenlerden biri olduğu açıktır. Ele alınan müşteri memnuniyeti, ona sunulan hizmetin kaliteli olmasıyla ve şirkete duyulan sadakat ve güven seviyesinin yüksek olmasıyla ilişkilendirilebilir [35]. Bu konuda, yani araç kiralama hizmet kalitesi ve teknik yeterlilik boyutunun hem memnuniyeti hem de sadakat ve güven gibi sağlam bağları kuvvetli bir şekilde pekiştirdiği üzerine bir özgün çalışma Şimşek ve Yarimoğlu [36] tarafından sunulmuştur. Ayrıca aynı çalışmanın başka bir sonucu olarak teknik yeterlilik boyutunun tüketicilerin medeni durumlarına ve eğitim durumlarına göre de farklılaştığı ifade edilmiştir. Dolayısıyla bu sektörde kişilerin tercihlerini etkileyen birçok unsur bulunmaktadır. Bu unsurlar tüketicilerin tercihlerini belirlemekle birlikte dolaylı olarak şirketlerin tercihlerini de etkilemektedir. Dolayısıyla araç kiralama sektöründe bir şirket müşterilerin tercihlerini önemsemeli ve bu istekler dikkate alınarak araç filosunu şekillendirmelidir.

Sonuç olarak, edinilen bu verilere dayanarak bir kişinin herhangi bir aracı kiralayabilmesi birçok parametreye bağlıdır. Ayrıca burada verilen parametrelerin önem ağırlıklarını belirlemede insan faktörünün etkisi çok önemlidir. Çünkü bir aracın kiralanabilmesi için insanların istediği özelliklere hitap etmesi gerekir. Araç kiralamak isteyen bir kişi için veya araç kiralama şirketleri için karşılaşılan bu belirsizlik problemini en doğru şekilde ifade etmek ve en ideale yakın bir şekilde sonuçlandırabilmek için çok sayıda karar verme yöntemi önerilmiştir [35,37,38]. Ancak bu yöntemler klasik matematikten vazgeçerek literatüre kazandırılmış olan (belirsizliğin giderilmesine yönelik geliştirilen) matematiksel modellemelerden doğrudan doğruya yararlanılarak oluşturulmuş değildir. Bu yüzden belirsizliği ifade etmede yeteri kadar başarı sağlanamayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çalışma, bu problemin çözümüne yönelik bir yöntem geliştirmektedir. Amacımız en uygun matematiksel modelden faydalanarak araç kiralama konusunda mevcut

belirsizlik ortamının en ideale yakın bir şekilde ifade edebilmek ve bu sayede kullanıcıya istekleri doğrultusunda en uygun aracı tespit edebilmesini kolaylaştırmaktır. Bunun için literatürde oldukça popüler olan FP-esnek kümelerin kullanılmasının faydalı olabileceğini ifade ettik ve diğer bazı önemli matematiksel yaklaşımlar ile karşılaştırmalı sonuçlarını analiz ettik. Bunlara ilaveten birçok belirsizlik probleminin ideale yakın bir şekilde ifade edilebilmesinde ve çözümünde bu teorinin sıklıkla birçok araştırmacı tarafından kullanıldığını görüyoruz [39-41].

Bu çalışmada müşterinin kendi özgür iradesiyle bir araç kiralama şirketine ait araçlar arasından kendi ihtiyacına en uygun olan aracı tespit edebilme işini kolaylaştırma hedeflenmektedir. Yani çalışmamız kişilerin tercihlerini etkileyen unsurlar üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu sayede araç kiralama şirketine başvuran bir kişinin genel durumunda ne tip bir araç istediğini tespit etmek kolaylaşabilir ve şirket bu talebe en uygun araçlarla filosunu kuvvetlendirebilir. Bu sayede araç kiralama şirketinin daha çok kişi tarafından tercih edilebilir olabilmesini ve bu sayede kar oranını arttırabilmesini kolaylaştırabiliriz. Bu amaca yönelik, müşterinin istediği araç kiralama şirketine ait araçlar içerisinde kendi ihtiyacına en uygun araç seçimini kolayca yapabilmesi için bir uygulama geliştirildi. Bu uygulamanın tasarımı için “Visual Studio, Microsoft Form App (.Net Framework)” Visual C# programlama dili kullanıldı. Ayrıca şirkete ait arabaların yenilenmesi ya da yeni araçların eklenmesi ve bazı araçların çıkarılma işlemlerinin kolayca yapılabilmesi için “Microsoft SQL Server Management Studio” veri tabanı yönetim yazılımından yararlanılmıştır. Araç kiralama şirketi müşterileri için kullanacağı bu program sayesinde her müşterinin kendi ihtiyacına en uygun araç seçimini kaydedebilir ve istenildiğinde kaydettiği bu verilerden faydalanarak araç filosunda bazı değişimlerin yapılıp yapılmayacağını tespit edebilir. Yani şirket sahibi genel anlamda müşterilerin talebinde zamanla bir değişiklik olur ise bu durumu kaydettiği müşteri tercihleri için oluşturduğu veri kümesinden anlayabilir ve bu sayede talebe yönelik bazı değişimler yaparak filosunu yenilemede bu programdan faydalanabilir. Tüm bu avantajlardan dolayı bu çalışmanın hem araç kiralamak isteyen kişiler tarafından hem de araç kiralama şirketleri tarafından oldukça faydalı bir çalışma olduğunu düşünüyoruz.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu bölümde, çalışmayı yazarken kullanılan temel tanım ve teoremlerin yanı sıra çalışmamızı oluştururken faydalanılan bir yöntem ve algoritmaya yer verilmiştir.

Bu alt bölüm boyunca  $U$ , elemanları “ $u$ ” ile gösterilen bir evrensel küme ve  $E$ ,  $U$  evrensel kümesine göre olası tüm parametrelerin kümesi olsun. Burada ifade edilen  $E$  parametre kümesine ait elemanlar genelde; çeşitli karakteristikler ya da  $U$  evrensel kümesindeki nesnelere özellikleridir.

### Bulanık Kümeler

Bir bulanık küme,  $\mu_u$  üyelik fonksiyonuyla ifade edilen elemanlardan oluşur öyle ki bu elemanlar; kümeye tam olarak aitse “1” üyelik derecesine, eğer hiç ait değilse “0” üyelik derecesine ya da kısmi aitlik söz konusu ise “0 ile 1 arasında” üyelik derecesine sahiptirler [42].

$U$  boştan farklı bir küme ve  $\mu_A: U \rightarrow [0,1]$  bir fonksiyon olmak üzere  $A = \{(u, \mu_A(u)): u \in U\}$  kümesine  $U$  üzerinde bir bulanık küme denir. Burada  $\mu_A(u)$  değeri,  $u$  elemanının üyelik derecesini belirtir [2].

## Esnek Kümeler

$P(U)$ ,  $U$ 'nun kuvvet kümesini gösterebilir ve  $A$ ,  $E$ 'nin boştan farklı bir alt kümesi olsun.  $F: A \rightarrow P(U)$  bir dönüşüm olmak üzere  $G = (F, A)$  ikilisine  $U$  üzerinde bir esnek küme denir [3].

Diğer bir deyişle;  $U$  üzerinde bir esnek küme,  $U$  evreninin alt kümelerinin parametrelenmiş bir ailesidir. Her  $\varepsilon \in A$  için  $F(\varepsilon)$ ,  $(F, A)$  esnek kümesinin  $\varepsilon$ -tahmini elemanlarının kümesi gibi düşünülebilir [3].

## Bulanık Esnek Kümeler

$A$ ,  $E$  parametre kümesinin bir alt kümesi;  $I^U$ ,  $U$ 'nun tüm bulanık alt kümelerinin kuvvet kümesi ve  $f: A \rightarrow I^U$  bir fonksiyon olmak üzere  $(f, A)$  ikilisine  $X$  üzerinde bir bulanık esnek küme denir. Yani; her bir  $e \in A$  için  $f(e)$ 'yi,  $(f, A)$  bulanık esnek kümesinin  $e$ -yaklaşımli elemanlarının kümesi olarak düşünebiliriz [43].

## Bulanık Parametrelili (FP-)Esnek Kümeler

**Tanım 2.4.1**  $A$ ,  $E$  parametre kümesinin bir alt kümesi ve  $X$ ,  $E$  üzerinde bir bulanık küme olsun.  $U$  evrensel kümesi üzerindeki bir  $F_X$  FP-esnek kümesi

$$F_X = \left\{ \left( \frac{\mu_X(x)}{x}, f_X(x) \right) : x \in E, \mu_X(x) \in [0,1] \right\} \quad (1)$$

ile ifade edilir. Burada  $f_X: E \rightarrow P(U)$  fonksiyonu yaklaşım fonksiyonu olarak adlandırılır.  $\mu_X: E \rightarrow [0,1]$  fonksiyonu ise FP- esnek kümenin üyelik fonksiyonu olarak adlandırılır. Burada  $\mu_X(x) = 0$  ise  $f_X(x) = \emptyset$  dir.  $\mu_X(x)$  değeri  $x$  parametresinin karar veren kişi için önemlilik derecesini belirtir [1].

$U$  üzerinde tanımlanabilecek tüm FP-esnek kümelerin kümesi  $FPS(U)$  ile gösterilecektir.

**Örnek 2.4.1** Varsayalım ki araba almak için bir oto galeriye giden Ahmet Bey'e farklı seçenekler sunulsun. Bu seçeneklerin kümesi (önerilen arabaların kümesi)  $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6\}$  olsun.  $U$  kümesine ait arabaların taşıdığı "konforlu", "ucuz", "yakıt tasarruflu", "geniş bagaj hacimli" özellikleri sırasıyla  $x_1, x_2, x_3, x_4$  olsun. O halde evrensel parametre kümesi  $E = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$  şeklindedir.

Ahmet Bey'in istediği arabanın özelliklerinin  $x_1$ ,  $x_2$  ve  $x_4$  parametrelerine uygun olmasını istediğini ve bu parametrelerin seçeceği araç açısından önem derecesini sırasıyla 0.6, 0.4 ve 0.8 olarak belirlediğini düşünelim. İstenilen özelliklerin önem derecelerine uygun arabaların ifadesinin  $f_X$  yaklaşım fonksiyonu yardımıyla oto galeri tarafından şöyle verildiğini varsayalım;

$$\begin{aligned} f_X(x_1) &= \{u_3, u_5, u_6\} \\ f_X(x_2) &= \{u_1, u_2, u_4, u_5\} \\ f_X(x_4) &= \{u_2, u_3, u_4\} \end{aligned} \quad (2)$$

O halde  $F_X$  FP-esnek kümesi

$$F_X = \left\{ \begin{array}{l} (0.6/x_1, \{u_3, u_5, u_6\}), (0.4/x_2, \{u_1, u_2, u_4, u_5\}), \\ (0.8/x_4, \{u_2, u_3, u_4\}) \end{array} \right\} \quad (3)$$

şeklinde elde edilir. Bu küme Ahmet Bey'in istediği araçta bulunması gerekli olan parametrelerin yanı sıra bu parametrelerin önem derecesi hakkında da bize bilgi sağlamaktadır. Şimdi FP-esnek kümeler için bazı küme işlemleri verilecektir:

**Tanım 2.4.2**  $F_X \in FPS(U)$  olsun. Her  $x \in E$  için  $f_X(x) = \emptyset$  ise  $F_X, X$  –boş FP-esnek küme olarak adlandırılır ve  $F_{\emptyset_X}$  ile gösterilir. Eğer  $X = \emptyset$  ise  $F_X$  boş FP-esnek küme olarak adlandırılır ve  $F_{\emptyset}$  ile gösterilir [1].

**Tanım 2.4.3**  $F_X \in FPS(U)$  olsun. Her  $x \in E$  için  $f_X(x) = U$  ise  $F_X, X$  –evrensel FP-esnek küme olarak adlandırılır ve  $F_{\bar{X}}$  ile gösterilir. Eğer  $X = E$  ise  $F_X$ , evrensel FP-esnek küme olarak adlandırılır ve  $F_{\bar{E}}$  ile gösterilir [1].

**Tanım 2.4.4**  $F_X, F_Y \in FPS(U)$  olsun. Eğer her  $x \in E$  için  $\mu_X(x) \leq \mu_Y(x)$  ve  $f_X(x) \subset f_Y(x)$  ise, o zaman  $F_X, F_Y$  nin FP-esnek altkümesidir ve  $F_X \sqsubseteq F_Y$  ile gösterilir [1].

**Tanım 2.4.5**  $F_X, F_Y \in FPS(U)$  olsun. Eğer her  $x \in E$  için  $\mu_X(x) = \mu_Y(x)$  ve  $f_X(x) = f_Y(x)$  ise, o zaman  $F_X$  ve  $F_Y$  kümeleri FP-esnek eşittir denir ve  $F_X = F_Y$  ile gösterilir [1].

**Tanım 2.4.6**  $F_X, F_Y \in FPS(U)$  olsun.  $F_X, F_Y$  FP-esnek kümelerinin birleşimi her  $x \in E$  için  $\mu_{X \cup Y}(x) = \max\{\mu_X(x), \mu_Y(x)\}$  üyelik fonksiyonu ve  $f_{X \cup Y}(x) = f_X(x) \cup f_Y(x)$  yaklaşım fonksiyonu yardımıyla elde edilir ve  $F_X \sqcup F_Y$  olarak gösterilir [1].

**Tanım 2.4.7**  $F_X, F_Y \in FPS(U)$  olsun.  $F_X, F_Y$  FP-esnek kümelerinin kesişimi her  $x \in E$  için  $\mu_{X \cap Y}(x) = \min\{\mu_X(x), \mu_Y(x)\}$  üyelik fonksiyonu ve  $f_{X \cap Y}(x) = f_X(x) \cap f_Y(x)$  yaklaşım fonksiyonu yardımıyla elde edilir ve  $F_X \sqcap F_Y$  olarak gösterilir [1].

### FP-Esnek Kümelerin Bulanık Karar Kümesi ve Bir Algoritma

Burada 2011 yılında Çağman ve diğ. [1] tarafından önerilen her bir alternatifi değerlendirmek için kullanılacak tek bir bulanık küme üretmek üzere esnek bir kümenin yaklaşım fonksiyonlarının birleştirildiği bir karar yöntemi oluşturmak için bir FP-esnek kümenin bulanık karar kümesini ve uygulamasını vereceğiz.

$F_X \in FPS(U)$  olsun.  $F_X$  FP-esnek kümesinin bulanık karar kümesi

$$F_X^d = \{\mu_{F_X^d}(u)/u : u \in U\} \quad (4)$$

şeklinde ifade edilir ve  $F_X^d$  ile gösterilir. Burada  $\mu_{F_X^d}$  üyelik fonksiyonu  $\mu_{F_X^d} : U \rightarrow [0,1]$  eşleşmesi ile ifade edilir ve  $U$  üzerinde bir bulanık kümedir ve

$$\mu_{F_X^d}(u) = \frac{1}{|supp(X)|} \sum_{x \in supp(X)} \mu_X(x) \chi_{f_X(x)}(u) \quad (5)$$

olarak tanımlanır [1]. Burada  $supp(x)$ ,  $X$  kümesinin destekleyici kümesidir ve  $\chi_{f_X(x)}$  fonksiyonu

$$\chi_{f_X(x)}(u) = \begin{cases} 1, & u \in f_X(x) \\ 0, & u \notin f_X(x) \end{cases} \quad (6)$$

dir [1].

Bir FP-esnek kümenin bulanık bir karar kümesi verildiğinde alternatifler arasından en iyi seçeneği aşağıda verilen algoritma sayesinde tespit edebiliriz [1].

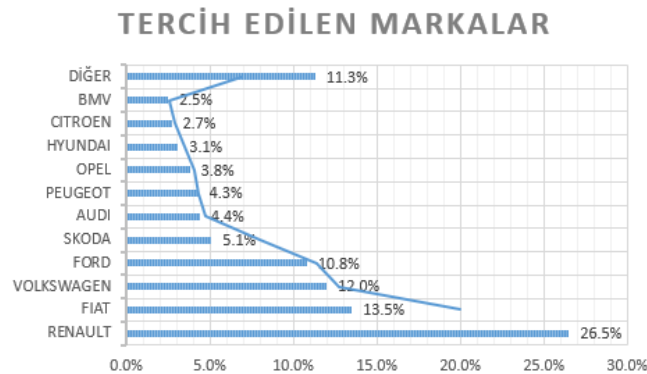
**Adım 1:**  $U$  üzerindeki  $F_X$  FP-esnek kümesini hesaplayınız.

**Adım 2:**  $F_X$  yardımıyla  $F_X^d$  bulanık karar kümesini hesaplayınız.

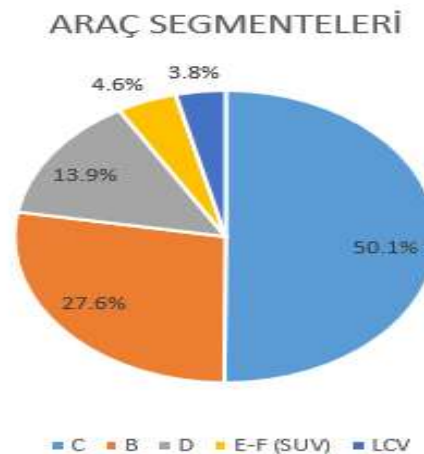
**Adım 3:**  $\max \mu_{F_X^d}(u)$  üyelik derecesine sahip olan alternatifi seçiniz.

### 3. Modelleme ve Analiz

TOKKDER'in en son raporunda insanların özellikle bazı segment ve araç markasına sahip araçlara yöneldiğini görüyoruz [34]. Örneğin; bu rapora göre [34] 2020 yılının 1. Çeyreğinde en çok tercih edilen araç markası Renault'un diğer markalara ezici bir üstünlük kurduğunu Şekil 1'den ve en çok tercih edilen araç segmenti olan C-segmentinin de diğer segmentlerin tamamının toplamını bile geçtiğini Şekil 2'den görebiliriz.



Şekil 1. 2020 yılı ilk çeyreğinde tercih edilen markalar

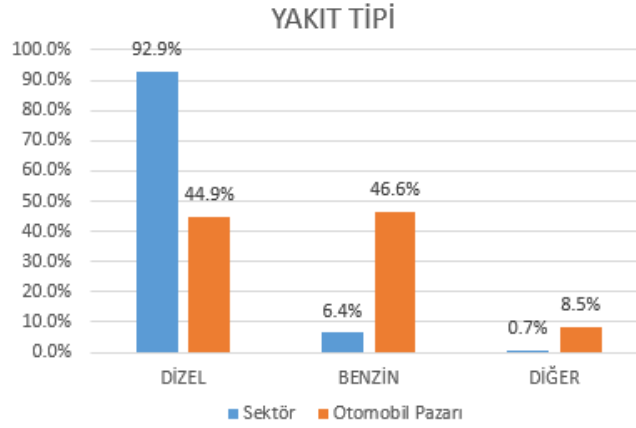


Şekil 2. 2020 yılı ilk çeyreğinde tercih edilen araç segmentleri

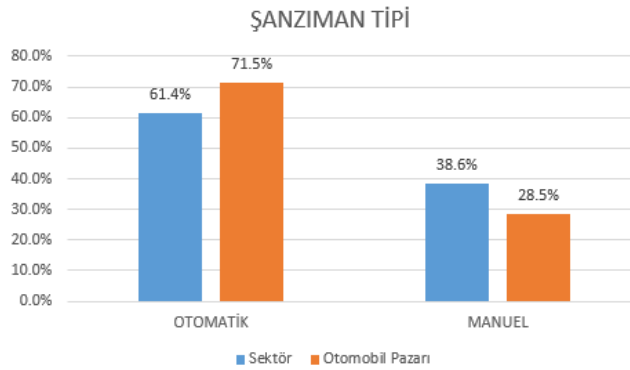
Araç kiralamak isteyen kişiler araçların markası ya da segmenti gibi özelliklerinin yanı sıra ihtiyacına yönelik kullanım kolaylığı açısından vites tipine ve kullanacağı mesafeyi göz önüne

olarak yakıt tipine de dikkat etmektedirler. Bu konuda yine aynı rapordaki veriler Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir: (Sektörün otomobil pazarı içerisindeki durumu da göz önüne alınmıştır.)

Bir araç kiralama şirketi sahibi bu istatistiklere dayanarak araç filosunu 2020 yılının geri kalan dönemlerinde ve gelecek yıllarda daha fazla tercih edilebilir hale getirmek istemiştir. Bunun için bu şirket sahibi her müşterisinin kendi ihtiyacına en uygun olan aracı kolayca bulabilmesi için 2020 yılı ilk çeyreğinde TOKKDER tarafından yayımlanan rapora ait verilerden faydalanarak araç filosunda bazı değişimler yapılması gerektiğini tespit etmiştir. Örneğin, bu şirket sahibi müşteriler tarafından Renault Fiat, Volkswagen ve Ford markalı araçların diğer araçlardan daha çok tercih edildiği için (Şekil 1 incelenebilir) araç filosunda daha çok bu tip marka araçları tercih etme yönünde karar almıştır.



Şekil 3. Tercih edilen araçların yakıt tipleri



Şekil 4. Tercih edilen araçların şanzıman tipleri

Ayrıca gelen müşterinin dizel araçları benzinli araçlardan ve otomatik vitesli araçları da manuel vitesli araçlardan daha çok isteyebileceği ihtimali yüksektir (Şekil 3 ve Şekil 4 incelenebilir). Bu durumda firmanın araç filosunda daha çok dizel ve otomatik araçları bulundurması mantıklıdır. Bu önerilere uyan bir araç kiralama şirketinin 16 adet araç filosu ile ilgili genel bilgiler Tablo 1'de verildiği şekildedir.

Yukarıdaki mevcut verilere dayanarak mevcut problemimizi aşağıdaki gibi ifade ediyoruz:

**Problem:** Araç kiralamak için bu şirkete başvuran her kişiye Tablo 1 de verilen 16 adet araç sunulmaktadır. Bu araçların kümesi  $U = \{A1, A2, A3, \dots, A16\}$  olmak üzere Tablo 1 de verilen ilk sütun ile her  $1 \leq i \leq 16$  değeri için  $A_i$  aracı temsil edilir. Bu arabalarda günlük araç kiralama



bedeli (pahalı, orta, ucuz), yakıt durumu (dizel, benzin), vites tipi (otomatik, manuel) ve araç markası (Renault, Fiat, Volkswagen, Ford) olmak üzere dört parametre belirlenmiştir. Her ana parametrenin kendi içinde parametreleri var olduğundan toplam parametre sayısı ara parametre toplamı kadar olacaktır. Bu durumda “araç kiralama bedeli”  $x_{1a}$  ( $a = 1,2,3$ ) ile, “yakıt durumu”  $x_{2b}$  ( $b = 1,2$ ) ile, “vites tipi”  $x_{3c}$  ( $c = 1,2$ ) ile ve son olarak “araç markası”  $x_{4d}$  ( $d = 1,2,3,4$ ) ile gösterilmek üzere evrensel parametre kümesi  $E = \{x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{21}, x_{22}, x_{31}, x_{32}, x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44}\}$  şeklindedir. Burada  $x_{11}, x_{12}, x_{13}$  sırasıyla pahalı, orta, ucuz araç kiralama parametrelerini;  $x_{21}, x_{22}$  sırasıyla dizel, benzin yakıt durumu parametrelerini;  $x_{31}, x_{32}$  sırasıyla otomatik, manuel vites tipi parametrelerini ve son olarak  $x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44}$  sırasıyla Renault, Fiat, Volkswagen, Ford araç markası parametrelerini ifade etmektedir. Burada araç kiralama bedellerinin pahalı-orta-ucuz şeklinde sınıflandırılması her gelen müşterinin kendini daha kolay bir şekilde ifade edebilmesi için sözel olarak verilmesi daha uygun görülmüştür. Buna göre pahalı araçlar 165, 160, 155, 150, 145 TL; orta fiyatlı araçlar 140, 135, 130, 125, 120, 115 TL; ucuz araçlar ise 110, 105, 100, 95, 90 TL fiyat bandında belirlenmiştir.

**Tablo 1.** Bir araç kiralama şirketindeki tüm kiralanabilecek araçlar

Araba ID	Fiyat	Yakıt	Vites	Marka	Araba Modelleri
1	165 TL	Dizel	Otomatik	Renault	Talisman 1.5 dCi Touch
2	160 TL	Dizel	Otomatik	Fiat	Egea 1.6. Multijet
3	155 TL	Dizel	Otomatik	Volkswagen	Jetta 1.6 TDI
4	150 TL	Dizel	Otomatik	Ford	Focus 1.6 TDCİ
5	145 TL	Dizel	Manuel	Renault	Megan 1.5 dCi
6	140 TL	Dizel	Manuel	Fiat	Egea Hatchback 1.3 Multijet
7	135 TL	Dizel	Manuel	Volkswagen	Golf 1.6 TDI
8	130 TL	Dizel	Manuel	Ford	Fiesta 1.4 TDCİ
9	125 TL	Benzin	Otomatik	Renault	Megane 1.6
10	120 TL	Benzin	Otomatik	Fiat	Egea 1.6 E-Torq Lounge
11	115 TL	Benzin	Otomatik	Volkswagen	Jetta 1.4 TSI
12	110 TL	Benzin	Otomatik	Ford	Focus 1.6
13	105 TL	Benzin	Manuel	Renault	Megane 1.6
14	100 TL	Benzin	Manuel	Fiat	Egea 1.4 Fire
15	95 TL	Benzin	Manuel	Volkswagen	Jetta 1.4. TSI
16	90 TL	Benzin	Manuel	Ford	Fiesta 1.25

Şimdi bu araç kiralama şirketine başvuran bir kişinin parametre tercihlerinin orta, dizel, manuel, Fiat olduğunu ve kendisi için bu parametrelerin önem derecelerini sırasıyla 0.5, 0.7, 0.6, 0.4 olarak ifade ettiğini varsayalım. Buradan  $X$  bulanık kümesi

$$X = \left\{ \frac{0.5}{x_{12}}, \frac{0.7}{x_{21}}, \frac{0.6}{x_{32}}, \frac{0.4}{x_{42}} \right\}. \quad (7)$$

şeklinde yazılır.

Şimdi, bu kişi için kiralanabilecek en uygun arabayı belirleyebilmek için Çağman ve diğ. [1] tarafından önerilen algoritmayı kullanalım:

Adım 1: Müşteri istediği parametreleri göz önünde bulundurarak seçenekleri değerlendirir. Böylece müşteriye özel FP-esnek küme oluşturulur,

$$F_X = \left\{ \begin{array}{l} (0.5/x_{12}, \{A6, A7, \dots, A11\}) \\ (0.7/x_{21}, \{A1, A2, \dots, A8\}) \\ (0.6/x_{32}, \{A5, A6, A7, A8, A13, A14, A15, A16\}) \\ (0.4/x_{42}, \{A2, A6, A10, A14\}) \end{array} \right\} \quad (8)$$

Adım 2:  $F_X$  FP-esnek kümesinin bulanık karar kümesi aşağıda verilen işlemler yapılarak bulunur. Bazı arabalar için bulanık karar kümesine ait olma üyelikleri şöyle hesaplanır;

$$\begin{aligned} \mu_{F_X^d}(A5) &= \frac{1}{4} (0.5 \times 0 + 0.7 \times 1 + 0.6 \times 1 + 0.4 \times 0) = 0.325 \\ \mu_{F_X^d}(A7) &= \frac{1}{4} (0.5 \times 1 + 0.7 \times 1 + 0.6 \times 1 + 0.4 \times 0) = 0.45 \\ \mu_{F_X^d}(A14) &= \frac{1}{4} (0.5 \times 0 + 0.7 \times 0 + 0.6 \times 1 + 0.4 \times 1) = 0.25 \end{aligned} \quad (9)$$

Bu hesaplamaları her araba için yaptıktan sonra bulanık karar kümesini yazabiliriz. Böylece bulanık karar kümesi,

$$F_X^d = \left\{ \begin{array}{l} 0.174/A1', 0.274/A2', 0.15/A3', 0.174/A4', \\ 0.325/A5', 0.55/A6', 0.45/A7', 0.45/A8', \\ 0.125/A9', 0.225/A10', 0.125/A11', 0/A12', \\ 0.15/A13', 0.25/A14', 0.15/A15', 0.15/A16' \end{array} \right\} \quad (10)$$

şeklinde ifade edilir.

Adım 3: Bulanık karar kümesindeki en büyük üyelik derecesine sahip olan araç müşteriye önerilen en uygun araç olacaktır. O halde;

$$\max_{u \in U} \mu_{F_X^d}(u) = 0.55. \quad (11)$$

elde edildiğinden A6 arabasının seçilmesi tavsiye edilir.

Ancak araç sayısının çok olması ve gelen müşteri sayısının fazlalaşması durumunda bu hesaplamaları yapmak bir külfet oluşturacaktır. Bu yüzden işlemlerin daha hızlı bir şekilde hesaplanabilmesi ve verilen hizmette mümkün olduğunca az hatanın yapılması için C# programlama dilinde bir uygulama tasarımı yaptık. Şimdi bu uygulamanın ana sayfası için Şekil 5'i inceleyelim:



Şekil 5. En uygun araç kiralama ana sayfası

**Sekil 5'in incelenmesi:** Bu oto kiralama şirketine başvuran her kişiye uygulamada yer alan “Kullanıcı Tercih” adlı panelde kendi ihtiyacına veya isteğine en uygun aracın muhtemel parametrelerini tercih etmesi istenir. Ayrıca kişiden seçtiği parametrelerin kendisi için önem derecelerini de belirtmesini isteriz. Bunun için “Önem Dereceleri” adlı paneli uygulamamıza ekledik. İstenilen bu verilerin girilmesi sonucunda “Uygun olan aracı bul!” butonu tıklanarak “Bulanık Karar Kümesi” adlı panelde araç kiralama şirketindeki her araç için üyelikler arka planda hesaplanır, yani FP-esnek kümesini tespit ederiz. Daha sonra buradaki üyelik değerlerinin en büyük olanı bu kişiye tavsiye edilebilecek en uygun araç olarak ifade edilir. Burada A6 aracı kişiye tavsiye edilebilecek en uygun araç konumundadır. Dahası bu aracın bir görüntüsünü ve günlük kiralama bedeli bilgilerini de uygulamamızdan öğrenebilir. Ayrıca kişiye en çok tavsiye edilebilecek araçların bir sıralaması da “Bulanık Karar Kümesi” paneli yardımıyla şöyle ifade edilebilir:

$$A6 > A7 = A8 > A5 > A2 > A14 > A10 > A1 = A4 > A3 = A13 = A15 = A16 > A9 = A11 > A12. \quad (12)$$

Dahası bu araç kiralama şirketindeki tüm araçları “Arabaları Göster” adlı buton tıklanarak “Microsoft SQL Server Management Studio 17” veri tabanı yönetim yazılımından çağrılarak görebiliriz. Yani şirkete yeni alınan araçlar veya çıkarılan tüm araçların değişim durumu en güncel şekilde SQL’de bulunmaktadır.

#### 4. Karşılaştırma

Doğrudan en uygun araç kiralamanın nasıl yapılacağı üzerine yazılan karar verme sürecine odaklanan çalışma sayısı oldukça azdır. Zaten bu çalışmanın amacı bu eksikliğin giderilmesi yönündedir. Literatürde mevcut çalışmalar incelendiğinde bu alandaki karar verme problemine yönelik en yakın araştırmalar [37, 44-47] şeklindedir.

Öztoprak [37] tarafından verilen araştırma, kiralama yoluyla araç temin eden bir şirketin en doğru arabaları nasıl seçebileceğine yönelik bir AHP karar verme yöntemi üzerinden şirketin kullandığı yöntemi karşılaştırarak değerlendirmektedir. Ancak bu yöntemde kullanıcıların tercihleri dolaylı olarak belirtildiği için karar verme sürecinde her zaman en ideale yakın sonuçların elde edilebileceği belirsizdir. Başka bir yetersizliği araştırmada yararlanılan Super Decisions Programının sadece şirket sahiplerince kullanılabilirliği. Kısacası şirketin çıkarlarını düşünen ancak araba kiralamak isteyen bir kişiye yardımcı olabilmek maksadı olmayan tek taraflı bir karar verme sürecine odaklanılmıştır. Bu çalışmada ise her iki taraf için tek bir program tasarımı önerilmiştir. Ayrıca programdaki işleyişin nasıl olması gerektiğini bilmek önemsizdir. Diğer taraftan Öztoprak [37] tarafından önerilen karar verme sürecinde yararlanılan Super Decisions Programı hakkında bilgi sahibi olmak zorunludur.

Bu çalışmanın yanı sıra [44-47]’da verilen yöntemler AHP (analitik hiyerarşi süreci), DAE (veri zarflama analizi) ve TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution) gibi çok kriterli karar verme yaklaşımlarından yararlanarak bir aracın seçimini önermektedirler. Ancak açıktır ki, yukarıda belirtilen sorunlar çok kriterli karar verme yöntemlerinin hepsi için geçerlidir. Bu sebeplerden dolayı, en uygun aracın kiralanabilmesi ve şirketlerin en popüler araçları filolarına katabilmelerini sağlayabilmek için geliştirilen program tasarımının kullanılmasında belirtildiği üzere birçok yararın olabileceği düşünülmektedir.

Bunlara ilaveten FP-esnek küme yerine farklı matematiksel yaklaşımlarda kullanılabilir, hatta gelecekte belirsizliğe yönelik karar verme sürecinin iyileştirilebilmesine yönelik farklı matematiksel

modeller literatüre kazandırılabilir. Bu çalışmanın bu anlamda bir tetikleyici çalışma olabileceğini düşünüyoruz.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada bir oto kiralama şirketine başvuran herhangi bir kişi için en uygun aracın nasıl belirlenebileceği konusunda bir uygulama tasarımı verildi. Bu uygulama yazılırken ortamdaki bir belirsizliğin giderilmesindeki başarılı sonuçlarından ötürü FP-esnek kümeler kullanıldı. Ayrıca verilen uygulama “Visual Studio, Microsoft Form App (.Net Framework)” de oluşturulmuştur. Dahası, “Microsoft SQL Server Management Studio” sayesinde şirket içerisindeki araçların durumları ve müşterilerin taleplerindeki değişimler gözlemlenebilir. Örneğin; müşteri taleplerinde farklı marka arabalara doğru bir meyil varsa şirket sahibi bu tip araçları filosuna katabilir ve talebi düşen araçları da filosundan çıkarabilir. Bu çalışma için yazılan uygulamanın özellikle araç kiralama şirketleri başta olmak üzere diğer alanlardaki şirketlerde de başarılı olabileceği düşünülmektedir.

## Yazar(lar)ın Katkıları

ND ve OD test ve analiz çalışmalarını yaptı ve makaleyi yazdı. Yazarlar makalenin son halini okudu ve onayladı.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## Kaynaklar

- [1]. Çağman, N., Çıtak, F., Enginoğlu, S., FP-soft Set Theory and Its Applications, *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 2011, 2 (2): 219-226.
- [2]. Zadeh, L. A., Fuzzy sets, *Information and Control*, 1965, 8: 338-353.
- [3]. Molodtsov, D., Soft set theory-first results, *Comput. Math. Appl.*, 1999, 37: 19-31.
- [4]. Molodtsov, D., *The theory of soft sets*, URSS Publishers, Moscow, 2004.
- [5]. Alcantud, J. C. R., Varela, G., Santos-Buitrago, B., Santos-Garcia, G, Jimenez, M. F., Analysis of survival for lung cancer resections cases with fuzzy and soft set theory in surgical decision making, *PloS one*, 2019, 14 (6).
- [6]. Wen, T. C., Chang, K. H., Lai, H. H., Integrating the 2-tuple linguistic representation and soft set to solve supplier selection problems with incomplete information, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2020, 87: 103248.
- [7]. Witarsyah, D., Fudzee, M. F. M., Salamat, M.A., Yanto, I. T. R., Abawajy, J., Soft Set Theory Based Decision Support System for Mining Electronic Government Dataset, *International Journal of Data Warehousing and Mining (IJDWM)*, 2020, 16 (1): 39-62.
- [8]. Demirtaş, N., Hussain, S., Dalkılıç, O., New approaches of inverse soft rough sets and their applications in a decision making problem, *Journal of applied mathematics and informatics*, 2020, 38 (3-4): 335-349.
- [9]. Demirtaş, N., Dalkılıç, O., An application in the diagnosis of prostate cancer with the help of bipolar soft rough sets, on *Mathematics and Mathematics Education (ICMME 2019)*, KONYA, 2019, 283.
- [10]. Dalkılıç, O., Demirtaş, N., VFP-Soft Sets and Its Application on Decision Making Problems, *Journal of Polytechnic*, 2021, <https://doi.org/10.2339/politeknik.685634>.

- [11]. Dalkılıç, O., An Application of VFPPSS's in Decision Making Problems, Journal of Polytechnic, 2021, <https://doi.org/10.2339/politeknik.758474>.
- [12]. Dalkılıç, O., Demirtaş, N., Bipolar soft filter, Journal of Universal Mathematics, 2020, 3 (1): 21-27.
- [13]. Demirtaş, N., Dalkılıç, O., Decompositions of Soft  $\alpha$ -continuity and Soft A-continuity, Journal of New Theory, 2020, (31): 86-94.
- [14]. Mohammed, S. S., On Fuzzy Soft Set-Valued Maps with Application, Journal of the Nigerian Society of Physical Sciences, 2020, 2 (1): 26-35.
- [15]. Khalil, A. M., Nasruddin, H., Inverse fuzzy soft set and its application in decision making, International Journal of Information and Decision Sciences, 2019, 11 (1): 73-92.
- [16]. Irkin, R., Özgür, N. Y., Taş, N., Optimization of lactic acid bacteria viability using fuzzy soft set modelling, An International Journal of Optimization and Control: Theories and Applications, 2018, 8 (2): 266-275.
- [17]. Demir, İ., N-soft mappings with application in medical diagnosis, Mathematical Methods in the Applied Sciences, 2021, 44 (8): 7343-7358.
- [18]. Güzel Ergül, Z., Yüksel, Ş., A new type of soft covering based rough sets applied to multicriteria group decision making for medical diagnosis, Mathematical Sciences and Applications E-Notes, 2019, 7 (1): 28-38.
- [19]. Keskenler, M. F., Keskenler, E. F., Solution And Performance Analysis Of Subset Sum Problem With A New Metaheuristic Approach, El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2020, 7 (2): 503-512.
- [20]. Erdoğan, P., Çolak, B., Durdağ, Z., K-Means Algoritması İle Otomatik Kümeleme, El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2016, 3 (2): 315-323.
- [21]. Göztek, K. K., Uçurum, M., Özdemir, A., Bulanık İstatistiksel Proses Kontrol Tekniği İle 19x39x19 cm Bims Hafif Yapı Malzemesi Üretimini Analizi, El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2020, 7 (1): 43-56.
- [22]. Akkaş, Ö. P., Ertugrul, C. A. M., Optimal Operation of a Virtual Power Plant in a Day Ahead Market Considering Uncertainties of Renewable Generation and Risk Evaluation, El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2020, 7 (2): 448-460.
- [23]. Hasiloğlu, A., Altay, S. Y., Ertaş, U. The Use of Spatio-Temporal Data Mining for Detection and Interpretation of Trajectory Outliers in Health Care Services, El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2017, 4 (3): 411-428.
- [24]. Marijanovic, K., Differentiation Of Car Rental Services In The Croatian Market, Preliminary Communication, 2010, 22: 113-128.
- [25]. Datamonitor, Avis Budget Group Company Profile, 2011, [www.datamonitor.com](http://www.datamonitor.com), (Erişim: 01.01.2013).
- [26]. Weiermair, K., Product Improvement Or Innovation: What Is The Key To Success In Tourism?, Published by OECD, 2004, 1-11.
- [27]. Rehan, U., Online Rent A Car System, Journal of Information and Communication Technology (JICT), 2019, 13 (1).
- [28]. Effendy, I., Fatoni, F., Implementation of Android-Based Vehicle Tracking System in Trac Astra Rent A Car Palembang, Journal of Information Systems and Informatics, 2020, 2 (1): 169-177.
- [29]. Han, C. H., Jeon, S., Shim, S., Yoo, B., Smart Pricing in Action: The Case of Asset Pricing for a Rent-a-Car Company, Asia Pacific Journal of Information Systems, 2019, 29 (4).
- [30]. Rozi, N. F., Ruswiansari, M., Rachman, A., Wardhana, S. R., Istiyanto, L., The Development of LIDI: A Web-Based Car Rent Marketplace Application in Sidoarjo, Indonesia, In The 1st International Conference on Advanced Engineering and Technology, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2019, 462: 1-6.

- [31]. Alencar, V. A., Rooke, F., Cocca, M., Vassio, L., Almeida, J., Vieira, A. B., Characterizing client usage patterns and service demand for car-sharing systems, *Information Systems*, 2019, 101448.
- [32]. Viranata, A., Setyaningsih, E. R., Gunawan, T. P., Rent Car Online Boro, *Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology*, 2020, 2 (2): 43-46.
- [33]. Türkay, O., Akay, B., Araç kiralama sektöründe rekabet belirleyicilerinin işletme performansına etkisi: turizm destinasyonlarında bir araştırma, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 2016, 14 (27): 433-472.
- [34]. Tüm Oto Kiralama Kuruluşları Derneği, TOKKDER Operasyonel Kiralama Sektör Raporu-2020 Yılı 1. Çeyrek, <https://tokkder.org/tokkder-dergi/3139> (03.05.2020).
- [35]. Şimşek, M., Yarimoğlu, E., Araç Kiralama Sektöründe Hizmet Kalitesi, Memnuniyet ve Sadakat İlişkileri, *Ege Akademik Bakis*, 2019, 19 (1): 89-101.
- [36]. Şimşek, M., Yarimoğlu, E., Araç kiralama sektöründe hizmet kalitesi, memnuniyet ve sadakat ilişkileri, *Ege Akademik Bakış*, 2019, 19 (1): 89-101.
- [37]. Öztoprak, E., Kiralama Yoluyla Araba Temin Eden Bir İşletmede AHP Yöntemi Uygulaması, *Journal of Graduate School of Social Sciences*, 2014, 18 (2).
- [38]. Bayram, A., Türkay, O., Araç Kiralama İşletmelerine Yönelik Müşteri Şikayetlerinin Analizi, *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 2014, 4 (4): 138-146.
- [39]. Deli, I., Çağman, N., Relations on FP-soft sets applied to decision making problems, *arXiv preprint arXiv:1402.3096*, 2014.
- [40]. Çağman, N., Çıtak, F., Enginoglu, S., FP-soft set theory and its applications, *Ann. Fuzzy Math. Inform*, 2011, 2 (2): 219–226.
- [41]. Çağman, N., Deli, I., Means of FP-soft sets and its applications, *Hacettepe J. Math. Stat.*, 2012, 41 (5): 615–625.
- [42]. Ural, G. F., Bulanık doğrusal programlama metodu kullanılarak bir sanayi kuruluşunda üretim planlama çalışmasının gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye 2006.
- [43]. Maji, P. K., Roy, A. R., Biswas, R., Fuzzy soft sets, *Journal of Fuzzy Mathematics*, 2001, 9 (3): 589-602.
- [44]. Ulkhaq, M. M., Wijayanti, W. R., Zain, M. S., Baskara, E., Leonita, W., Combining the AHP and TOPSIS to evaluate car selection. In *Proceedings of the 2nd International Conference on High Performance Compilation, Computing and Communications*, 2018, 112-117.
- [45]. Chaubey, S. K., Using MCDM technique-TOPSIS for selecting small passenger car, *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology*, 2020, 17 (6): 6045-6050.
- [46]. Byun, D. H., The AHP approach for selecting an automobile purchase model, *Information and Management*, 2001, 38 (5): 289-297.
- [47]. Sueyoshi, T., Shang, J., Chiang, W. C., A decision support framework for internal audit prioritization in a rental car company: A combined use between DEA and AHP, *European Journal of Operational Research*, 2009, 199 (1): 219-231.