



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/humder>

Kütahya-Tavşanlı Dolmuş Hattının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

Evaluation of Kütahya-Tavşanlı Bus Line with Multicriteria Decision Making Methods

Yazar(lar) (Author(s)): İsmail Cem ÖZÇELİK¹, Tamer EREN²

¹ ORCID ID: 0000-0001-9198-7346

² ORCID ID: 0000-0001-5282-3138

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Özçelik İ.C., Eren T., "Kütahya-Tavşanlı Dolmuş Hattının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi", *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(3): 97-111, (2019).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/humder/archive>



Kütahya-Tavşanlı Dolmuş Hattının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

İsmail Cem ÖZÇELİK¹, Tamer EREN^{2*}

¹Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 71000, Yahşihan/Kırıkkale

Öz

Kütahya il sınırları içerisinde yer alan Tavşanlı belediyesinin şehir içi toplu taşıma servisi özel bir firma tarafından takip edilerek yürütülmektedir. Toplu taşıma servisi beş farklı hat ile hizmet vermektedir. Şehir içi toplu taşıma servisini yerine getiren dolmuş hatları arasında çalışma dengesizliği görülmüştür. Bu nedenle daha seyrek periyotlarda sefer yapan hat dolmuş araçlarının, daha yoğun çalışmayı gerektiren diğer hatlara aktarılması ve dolmuş hattının hizmet etkinliğinin artırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında en yoğun dolmuş hattı ve en seyrek sefer periyoduna sahip dolmuş hatları değerlendirmeler ve karşılaştırmalar sonucunda bulunmuştur. Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden olan analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemi ile kriterler birbirleri ile karşılaştırılıp kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur. AHP yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemi ile problem çözülmüştür. AHP ve TOPSIS yöntemlerinin uygulanabilmesi için uzman görüşü ile belirlenen kriterler ve mevcut bulunan alternatifler kullanılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar ve değerlendirmeler sonucunda hat 5 dolmuş hattı en uygun atama sonucu olarak bulunmuştur.

Evaluation of Kütahya-Tavşanlı Bus Line with Multicriteria Decision Making Methods

Makale Bilgisi

Başvuru: 18/07/2019
Düzelme: 23/09/2019
Kabul: 09/10/2019

Anahtar Kelimeler

Analitik hiyerarşi prosesi
TOPSIS
Çok ölçütlü karar verme
Şehir içi toplu taşıma servisi

Keywords

Analytic hierarchy process
TOPSIS
Multi-criteria decision-making methods
Local public transportation service

Abstract

The local public transportation service of Tavşanlı Municipality, which is located in Kütahya, is followed by a private company. The public transport service operates with five different lines. There was a work imbalance between the minibus lines that fulfill the public transportation service in the city. For this reason, it is aimed to transfer the line minibuses that operate in less frequent periods to other lines that require more intensive work and to increase the service efficiency of the minibus line. Within the scope of the study, the most intense minibus line and the minibus lines with the least span period were found as a result of evaluations and comparisons. Analytical Hierarchical Process method, which is one of the multi-criteria decision-making methods, was compared with each other and the weights of the criteria were found. The problem was solved by using TOPSIS method by using criterion weights obtained from AHP method. In order to apply AHP and TOPSIS methods, the criteria determined by expert opinion and the alternatives available were used. As a result of the comparisons and evaluations made, line 5 was found to be the most suitable assignment result.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kentsel gelişmenin ilerlediği günümüzde, bu duruma paralel olarak bazı sorunlarda ortaya çıkmıştır. Bu sorunlar içerisinde en büyük paya sahip etmenlerden birisi de şüphesiz ki şehir içi toplu taşıma sistemleridir. Şehir içi toplu taşıma; kamuoyuna açık, belli periyotları olan, başlangıç ve bitiş noktası arasında hareket eden, bir sürekliliği ve ücreti olan hizmet sistemleridir [1].

Kent içi ulaşımda en büyük paya sahip etmen şüphesiz ki toplu taşıma hizmetidir. Buna bağlı olarak toplu taşıma sisteminin hizmet kalitesi de büyük önem arz etmektedir. Toplu taşıma sisteminin hizmet kalitesi sadece bu hizmetten yararlanan bölge nüfusunun memnuniyeti ile değil, bu sistemin çevre ile olan etkileşimleri ve araç sahiplerinin sisteme uygunluğu ile de belirlenmektedir. Araçların bölge arazisini kullanımı, kent içindeki nüfusa olan etkileri araç sahiplerinin ve dolmuş araçlarının sisteme uygunluğu konusunda önemli etmenlerdir. Ulaşım planlayıcılar yolcu taşımacılığında toplu taşıma araçlarını çözüm

*İletişim yazarı, e-mail: tamereren@gmail.com

olarak görmekte ve bu alana yönelmekte, yolcuları toplu taşıma araçlarına teşvik etmek istemektedir [2]. Bunun için toplu taşıma araçlarının güvenli ve konforlu olması, kolay erişilebilir olması gibi faktörlerle müşteri memnuniyetinin artırılabilmesi insanları toplu taşıma araçlarına teşvik edecektir [2]. Bu etmenlerin yanı sıra toplu taşıma hizmetinde negatif bir etmen olan coğrafi nedenler toplu taşıma sisteminin hizmet kalitesine olumsuz etki etmektedir. Belediyelere bağlı köy statüsündeki çevre birimler mahalle adı altında kentsel bütünleşmeye katkıda bulunmaktadır. Ancak köy statüsünden mahalle formuna dönüşen bu birimler kent ile aralarındaki mesafelerden dolayı belli başlı sorunları beraberinde getirmektedir. Bu sorunlardan en önemlisi ise ana yerleşim birimi ile küçük mahalleler arasındaki mesafe toplu taşıma hizmetinde zaman kaynaklı aksamalara neden olmaktadır. Bu aksama toplu taşıma hizmetinden faydalanan bölge nüfusunda memnuniyetsizlik sorununu da beraberinde getirmektedir. Bu koşullar dolmuş araçlarının araziden etkilenmesini ve araç sahiplerinin finansal zarara uğramasınada yol açmaktadır.

Literatür araştırmalarına bakıldığında ise yolcu taşıma sistemlerinin hizmet etkinliğini ölçmek amaçlı birçok çalışma yapılmıştır [2]. Analitik yöntemlerin de kullanıldığı bu yöntemlerde ulaşımın iyileştirilmesi, etkinlik ve verimliliğin sağlanmasına yöneliktir. Eryavuz ve Gencer [3] çalışmasında araç rotalama problemleri için çözüm yöntemleri kullanılarak bir uygulama gerçekleştirmiştir. Yılmaz [4]; Düzakın ve Demircioğlu [5] araç rotalama problemini ele almış ve çözüm yöntemleri ile sistem verimliliğini arttırmaya yönelik çalışmışlardır. Çetin ve Gencer [6]; Çetin ve Gencer [7] zaman pencereli eş zamanlı dağıtım-toplamalı araç rotalama problemini işlemiştir. Bolat vd. [8]'de yeşil lojistik zincirinde araç rotalama problemi için bir model kurmuştur ve araç rotalama problemi üzerine çalışma yapmıştır. Koç ve Karaoğlu [9]'de çok kullanımlı ve zaman pencereli araç rotalama problemini işlemiştir. Literatürdeki diğer araç rotalama problemini ele alan çalışmalara bakıldığında [10-12] çözüm sürecinde etkili yöntemler kullanıldığı görülmektedir. Araştırmacılar bu süreçlerde optimal çözüm yöntemlerine başvururken problem boyutu arttığı zaman metasezgisel algoritmalara başvurmaktadır. Bozyer vd. [13] çalışmasında kapasite kısıtlı araç rotalama problemini ele almıştır ve önce grupta sonra rotala prensibine dayanan sezgisel bir metod ile çözüm elde etmiştir. Şen vd. [14] çalışmasında kapasite kısıtlı araç rotalama problemi irdelenmiş ve çözüm için yeni bir algoritma geliştirilmiş bu algoritmayı süpermarket zincirinde uygulamıştır. Alağaç vd. [15] çalışmasında heterojen eş zamanlı topla-dağıt rotalama problemini işlemiştir ve tehlikeli malzeme sevkiyatı adında bir uygulama yapmıştır. Çatay ve Keskin [16] yapmış olduğu çalışmada elektrikli araç rotalama problemi tanımlamış ve farklı modeller üzerine incelemeler yapmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen toplu taşıma hizmeti 248 bin nüfusa sahip Kütahya ilinin 102 bin nüfusu ile en kalabalık ilçesi olan Tavşanlı Belediyesi toplu taşıma servisedir. Son on yıl içerisinde belediye tarafından gerçekleştirilen şehir içi düzenlemeler ile kent olma yolunda büyük adımlar atılmıştır. Şehir içi toplu taşıma hizmeti de bu kent olma yolundaki bu uygulamalardan payını almıştır. Bu düzenlemeler kapsamında ise özel bir tur şirketi ile ortak bir çalışma ile toplu taşıma sistemi daha düzenli bir forma kazanmış, bölge halkının toplu taşıma hizmetinden en iyi şekilde yararlanması amaçlanmıştır. Ancak toplu taşıma sistemi içerisinde hizmet vermekte olan beş farklı hatta bulunan araçlar hatların yoğunluğundan etkilenip daha yoğun bir çalışma temposuna sahip iken bazı hatlarda bulunan dolmuş araçları daha seyrek periyotlarda sefer tamamlamaktadırlar. Bu durumda toplu taşıma servisinden yararlanan yolcularda gereksiz bekleme sürelerinden kaynaklı zaman kaybına yol açmaktadır. Bu çalışmada alternatiflerin değerlendirilmesi için uzman görüşüne başvurularak 3 adet ana kriter ve her bir ana kritere ait 3 adet alt kriter belirlenmiştir. Ana kriterler ulaşım, şehir kullanımı ve yolcu memnuniyeti kriterleridir. Ulaşım ana kriteri ile dolmuş hattının yolculuk esnasındaki zaman kayıplarını ve yolculuk süresi etmenleri değerlendirilir. Şehir kullanımı ana kriterinde ise dolmuş araçlarının yolculuk esnasında şehir halkından ve şehir trafiğinden etkilenme düzeyleri değerlendirilir. Yolcu memnuniyeti ana kriterinde ise toplu taşıma hizmetinden faydalanan bölge halkının bu hizmetten memnuniyet düzeyi değerlendirilir.

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde uygulamanın çözüm sürecinde kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde ise uygulama adımlarına yer verilmiştir. Son bölüm olan sonuç bölümünde ise uygulamadan elde edilen sonuçların analizi yer almaktadır.

2. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Bu çalışmada çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olan ikili karşılaştırma temeline dayanan analitik hiyerarşik prosesi (AHP) ve AHP'den elde edilen kriter ağırlıkları ile TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi

Araştırmacılar tarafından literatürde sıklıkla kullanılan AHP yöntemi karar vericilere problemi hiyerarşik olarak ele almalarına imkân sağlamaktadır [17]. Aynı zamanda yöntemde kriterlerin birbirlerine göre ikili karşılaştırmaları yapılmaktadır. Böylece problem üzerinde etkili olan kriterlerin önem dereceleri elde edilebilmektedir [18]. Araştırmacıların literatürde AHP yöntemini sıklıkla kullanmasının nedeni, yöntemin karar vericilere sübjektif faktörleri analitik olarak değerlendirme imkânı vermesidir [19]. Aynı zamanda AHP yöntemi hiyerarşik olarak modelleme ile sorunları bileşenlerine ayırmaktadır [20]. AHP yöntemi temelde 5 adımdan oluşmaktadır [21].

- Adım 1: Hiyerarşik yapının oluşturulması: Problem üzerinde etkili olan kriterlerin-alt kriterlerin aralarındaki ilişkinin gösterildiği hiyerarşik modelin kurulması aşamasıdır.
- Adım 2: İkili karşılaştırma matrisler (a) ve üstünlüklerin belirlenmesi: Kurulan hiyerarşik yapıya göre kriterler arasındaki ilişkilerin ve kriterlerin alternatifler ile değerlendirilmesi için ikili karşılaştırma matris yapısı oluşturulmaktadır. İkili karşılaştırmalar yapılırken Saaty'nin 1-9 skalası kullanılmaktadır. Bu skalaya göre bir kriterin diğer kriterle ne derece üstün olduğu gösterilmektedir. Tablo 1'de Saaty'nin 1-9 skalası verilmektedir.

Tablo 1. Saaty'nin 1-9 skalası

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	İki seçenekte amaca göre eşit derecede öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemli	İkili karşılaştırma yapıldığında biri diğerine göre orta derecede öneme sahiptir.
5	Kuvvetli derecede önemli	İkili karşılaştırma yapıldığında biri diğerine göre kuvvetli derecede öneme sahiptir.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	İkili karşılaştırma yapıldığında biri diğerine göre çok kuvvetli derecede öneme sahiptir.
9	Aşırı derecede önemli	İkili karşılaştırma yapıldığında biri diğerine göre aşırı derecede öneme sahiptir.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılması gereken değerlerdir.

- Adım 3: Öz vektörün (görelî önem vektörünün) belirlenmesi: karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra kriterlerin birbirlerine göre önemleri değerlendirilmektedir. Karşılaştırma matrislerinden faydalanılarak (2.1) nolu formülasyon kullanılarak (2.2) nolu matris elde edilmektedir.

$$C_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad 2.1$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad 2.2$$

C matrisinden faydalanılarak önem derecelerini ifade eden yüzde önem dağılımları (2.3) nolu formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad 2.3$$

(2.4) nolu formülasyon kullanılarak öncelik vektörü olarak adlandırılan W vektörü elde edilmektedir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} \quad 2.4$$

- Adım 4: Öz vektörün tutarlılığının hesaplanması: Yapılan karşılaştırma matrislerinde karar vericilerin yargılarının tutarlılığını ve doğruluğunu ölçmek için tutarlılık oranı hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranının hesaplanması, faktör sayısı ile temel değer adı verilen bir katsayının kullanıldığı formülasyon yardımıyla yapılmaktadır. (2.5) nolu formülasyonda gösterildiği gibi karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün çarpılması ile D sütun vektörü elde edilmektedir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_n \end{bmatrix} \quad 2.5$$

D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölünmesi ile her bir değerlendirme faktörüne ilişkin (2.7) nolu formülasyonda gösterilen E temel değer vektörü elde edilmektedir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad 2.6$$

$$E = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_n \end{bmatrix} \quad 2.7$$

Karşılaştırmalara ilişkin temel değer hesaplanması için (2.8) nolu formülasyon kullanılmaktadır.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad 2.8$$

Temel değer hesaplandıktan sonra tutarlılık indeksi (2.9) nolu formülasyon yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad 2.9$$

Son aşamada ise tutarlılık oranı, tutarlılık indeksinin rassal değere bölünmesiyle elde edilmektedir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad 2.10$$

Rassallık indeksleri Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Rassallık indeksleri

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48

Yapılan hesaplamalardan sonra tutarlılık oranının 0,1'den küçük olması yapılan karşılaştırmaların tutarlı olduğunu göstermektedir.

- Adım 5: Hiyerarşik yapının genel sonucunun elde edilmesi: tüm değerlendirmeler yapıldıktan sonra nihai sonucun elde edildiği aşamadır.

2.2. TOPSIS Yöntemi

Hwang ve Yoon [22] tarafından geliştirilen TOPSIS yöntemi literatürde araştırmacıların sıklıkla kullandığı bir diğer çok ölçütlü karar verme yöntemidir [23]. Pozitif-ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafedeki alternatif seçmeye yönelik bir çözüm süreci bulunmaktadır. TOPSIS yöntemi 8 adımdan oluşmaktadır [24-25]:

- ✓ Adım 1: Amaçların belirlenmesi ve değerlendirme kriterlerinin tanımlanması: Problem üzerinde etkili olan kriterlerin belirlenmesi aşamasıdır.
- ✓ Adım 2: Karar Matrisinin (A) Oluşturulması: ele alınan problemin satırlarda üstünlükleri sıralanması istenilen kriterlerin, sütunlarında ise seçeneklerin yer aldığı matris yapısı oluşturulmaktadır.
- ✓ Adım 3: Normalleştirilmiş Karar Matrisinin (R) Oluşturulması: (2.11) nolu formülasyon yardımıyla R matrisi oluşturulmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad 2.11$$

- ✓ Adım 4: Ağırlıklı Normalleştirilmiş Karar Matrisinin (V) Oluşturulması: Problem üzerinde etkili olan kriterlerin önem dereceleri ile R matrisindeki elemanların çarpılması ile V matrisi oluşturulmaktadır.
- ✓ Adım 5: İdeal (A^+) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması: Ağırlıklı standart karar verme matrisindeki yer alan değerler arasından minimum ve maksimum değerlerin belirlenmesi aşamasıdır.

$$A^* = \{(max_i^{v_{ij}} | j \in J), (min_i^{v_{ij}} | j \in J')\} \quad 2.12$$

$$A^- = \{(min_i^{v_{ij}} | j \in J), (max_i^{v_{ij}} | j \in J')\} \quad 2.13$$

Formülasyonlarda gösterilen J değeri fayda (maksimizasyon), J' değeri kayıp (minimizasyon) değerleri olarak ifade edilmektedir. Bu eşitliklerin hesaplanması sonucu A^* ve A^- değerleri elde edilmektedir.

$$A^* = v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^* \quad 2.14$$

$$A^- = v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^- \quad 2.15$$

- ✓ Adım 6: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması: (2.14) ve (2.15) nolu formülasyonların yardımıyla negatif ideal (S_i^-) ve pozitif ideal S_i^* ayırım ölçütleri hesaplanmaktadır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_i^*)^2} \quad 2.16$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2} \quad 2.17$$

- ✓ Adım 7: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması: Hesaplanan ideal ve negatif ideal ayırım noktaları kullanılarak (C_i^*) yakınlık değerleri hesaplanmaktadır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad 2.18$$

Bu değer 0-1 aralığında olmaktadır. 0 ise karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını, 1 ise ideal çözüme mutlak yakınlığı ifade etmektedir.

- ✓ Adım 8: Alternatifler ideal çözüme göreli yakınlık (C_i^+) değerine göre sıralanması

Literatürde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin kullanıldığı birçok farklı uygulama alanı bulunmaktadır. Bu uygulamalara bakıldığında Eren ve Gür [26]; Yeşilyurt vd. [27] sağlık sektöründe, Sevinç vd. [28]; Uslu vd. [29] endüstri 4.0 alanında, Gür vd. [30] ulaştırma sektöründe, Alakaş vd. [31] iletişim alanında kullanıldığı görülmektedir.

3. KÜTAHYA- TAVŞANLI İLÇESİ TOPLU TAŞIMA HİZMETİ DEĞERLENDİRİLMESİ (EVALUATION OF KÜTAHYA-TAVŞANLI BUS TRANSPORTATION SERVICE)

Ege Bölgesi'nde bulunan 248 bin nüfusa sahip olan Kütahya kentinin 102 bin nüfusu ile en büyük nüfusa sahip ilçesi olan Tavşanlı'da beş adet dolmuş hattı bulunmaktadır. Beş hattın her birine 10'ar adet dolmuş aracı servis vermektedir. Ancak hatların yoğun olması durumuna göre seyrek sefer sayısına ya da hatta yolculuk yapan yolcu sayısının az olma durumu ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucunda ilgili hatlardaki araçlar yoğun olan dolmuş hattına servis ederek toplu taşıma hizmetindeki yoğunluk sorunu giderilebilmektedir. Genel anlamda en yoğun dolmuş hattı hat 2 olup nerede ise haftanın beş günü de yoğun olarak çalışmaktadır. Her bir aracın ortalama 14 adet koltuk sayısı bulunmaktadır. Hat yoğunluğuna bağlı olarak ayakta yolcu kapasitesi değişmektedir. En yoğun hat olan hat 2 'de ayakta taşınan yolcu sayısı haftanın bazı günlerinde hat safhalara çıkmaktadır.

Hatların yoğunlukları ise, hat 1 için sabah okula ve işe gidiş saatleri olan 7:00-9:00 saatleri ile yine akşam işten dönüş – okuldan çıkış zamanı olan 16:00-18:00 arasındadır. Buna ek olarak hafta sonları sefer sayısı tüm hatlarda ek sefer yapılarak daha etkin bir hizmet sunulmaktadır. Hattın yolculuk süresi ortalama 30 dakikadır. Hat 2 'nin yoğun olduğu zamanlar okul ve işe gidiş saatleri olan 7:00-9:30 saatleri ile işten dönüş okul çıkışı saatleri olan 16:00-18:30 saatleri arasında olmaktadır. Hat 2'nin seyrettiği rota, ilçenin merkezi noktalarından geçmesinden dolayı genelde en çok yolcu taşıma kapasitesine sahip dolmuş hattıdır. Hat uzunluğu süre olarak 38 dakikadır. Hat 3'ün en yoğun olduğu zamanlar da diğer hatlara benzerlik gösterse de en yoğun olduğu gün ilçe pazarına gelen yolcuların taşındığı cumartesi günüdür. Hat da yolcu taşıyan bir araç ortalama olarak 35 dakika da seferi tamamlamaktadır. Hat 4' ün yoğunluğu hemen hemen hat 3 ile aynıdır ancak hat 3 ün rotasında bulunmayan ilçe hastanesine ve ilçede bulunan adalet sarayına ulaşım imkânı sadece hat 4' de mümkündür. Hat 4 ün yolculuk süresi ise en kısa hat olmasından dolayı 25 dakikadır. Hat 5'in yoğunluğu diğer hatlara göre daha düşük bir seviyededir. Bunun sebebi ise duraklarının birbirleri ile uzaklıkları ve izlediği rota faktörüdür. Bu nedenle en az tercih edilen dolmuş hattıdır. Diğer hatlardan farklı olarak görüş günlerinde Tavşanlı Ceza İnfaz Kurumu'na yolcu taşıdığı günler hattın en yoğun olduğu zamanlardır. Hat 5 de yolcu servis eden bir dolmuş aracı seferi ortalama 45 dakikada tamamlanmaktadır.

Şehrin merkezi noktaları ise şu şekildedir: Tavşanlı Cumhuriyet Meydanı, küçük meydan, eski devlet hastanesi, eski tavşanlı otogarı konumları şehrin önemli merkezi konumlarıdır. Bu merkezi konumların yanında nerede ise tüm dolmuş hatların güzergâhlarında ortak olarak bulunan Tavşanlı saat kulesi, Endüstri Meslek Lisesi, Işık veren Caddesi ve Moymul Mahallesi de önemli noktalardır. Dolmuş hatlarının güzergâh bilgileri Google Earth paket programı kullanılarak elde edilmiştir. Tüm hatların izlediği rota Şekil 1- Şekil 5 arasında gösterilmektedir.



Şekil 1. Hat 1 dolmuş güzergâhı.



Şekil 2. Hat 2 dolmuş güzergâhı.



Şekil 3. Hat 3 dolmuş güzergâhı.



Şekil 4. Hat 4 dolmuş hattı güzergâhı.



Şekil 5. Hat 5 dolmuş güzergâhı.

Şekil 1’de görülen hat 1 dolmuş güzergahının başlangıç noktası olan Dumlupınar Üniversitesi MYO ile bitiş noktası olan Çukur köy mahallesi arasındaki mesafe Google Earth’ e göre 10,36 km’dir. Şekil 2’de görülen hat 2 güzergahının başlangıç noktası olan Ömer Bey Mahallesi ile bitiş noktası olan Tavşanlı Otoparkı arasındaki mesafe 12,8 km’dir. Hat 3 dolmuş hattının başlangıç noktası olan Çardaklı Mahallesi ile bitiş noktası TOKİ konutları 4 arasındaki mesafe 11,17 km, şekil 4’de görülen hat 4 güzergahının başlangıç noktası olan Çirçir mahallesi ile hattın son durağı olan Dedeler mahallesi arasındaki mesafe 9,43 km ve

şekil 5'te yer alan hat 5 güzergahının başlangıç noktası olan Tavşanlı ceza evi ile Endüstri meslek lisesi arasındaki mesafe 14,39 km'dir.

3.1. Toplu Taşıma Hizmeti Etkinliğinin Analitik Hiyerarşik Prosesi (AHP) ile Değerlendirilmesi

3.1.1. Değerlendirme alternatiflerinin belirlenmesi

Çalışma kapsamında hedefe en uygun seçimin yapılması için ilçe nüfusuna toplu taşıma hizmeti sunan hat 1, hat 2, hat 3, hat 4 ve hat 5 olmak üzere 5 adet dolmuş hattı mevcuttur. Elde bulunan bu alternatiflere ait dolmuş hattında yolcu taşıyan araç sayısı, dolmuş hattına ait durak sayısı, dolmuş hattının kilometre ve dakika cinsinden uzunluğu ve dolmuş hattındaki durakların arasındaki ortalama mesafe verileri dikkate alınmıştır. Belirlenen kriterlere göre değerlendirilmiş, alternatiflerin ağırlıkları elde edilmiştir. Alternatiflere ait veriler Tablo 3'de yer almaktadır.

Tablo 3. Alternatiflere ait veriler

Alternatifler	Hattaki Araç Sayısı	Durak Sayısı	Hat Uzunluğu(km)	Hat Uzunluğu(dk)	Ortalama Durak Uzaklığı(km)
Hat 1	10	11	10,36	30	1,2
Hat 2	10	14	12,8	38	2,01
Hat 3	10	11	11,17	35	1,6
Hat 4	10	9	9,43	25	1,4
Hat 5	10	13	14,39	45	1,7

3.1.2. Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi

Bu çalışmada, toplu taşıma hizmeti ulaşım, şehir kullanımı ve yolcu memnuniyeti açısından üç ana kriter ile değerlendirilmiştir. Ana kriterlere ait alt kriterler ve kriterlere ait açıklamalar Tablo 4'te gösterilmiştir. Bu değerlendirmeler için konu ile ilgili uzman kişilerin görüşlerine başvurulmuştur.

Tablo 4. Değerlendirme Kriterleri ve Açıklamaları

Ana Kriter	Alt Kriter	Açıklama
Ulaşım (ULŞ)	Trafik Yoğunluğu (TRY)	Yolculuk esnasındaki zaman faktörünü değerlendirir.
	Yolculuk Süresi (YLS)	
	Durakta Bekleme Süresi (DBS)	
Şehir Kullanımı (ŞHK)	Yolların Durumu (YDU)	Dolmuş aracının yolculuk esnasında trafikten etkilenme durumunu değerlendirir.
	Durakların Uzaklığı (DRU)	
	Hat Uzunluğu (HTU)	
Yolcu Memnuniyeti (YME)	Araç Kapasitesi (ARK)	Yolcuların Dolmuş hizmetinden memnuniyet düzeyini değerlendirir.
	Erişilebilirlik (ERS)	
	Tur Sıklığı (TRS)	

3.1.3. Alternatifler arasında ikili karşılaştırmaların yapılması

Alternatif olarak belirlenen 5 farklı dolmuş hattı, ana kriterler ve ana kriterlere göre ikili karşılaştırma matrisleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda alternatiflerin ağırlıkları ve tutarlılık oranları elde edilmiştir. Ulaşım ana kriterine göre dolmuş hatları birbirleri ile karşılaştırılmış ve

birbirlerinden üstünlükleri saptanmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda tutarlılık oranı 0,08 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu değerden karşılaştırmanın tutarlı olduğu sonucu anlaşılmaktadır. Karşılaştırma matrisi ve alternatiflerin değerleri Tablo 5’te görülmektedir.

Tablo 5. Ulaşım Ana Kriterine göre Alternatiflerin Karşılaştırması

Alternatifler	Hat 1	Hat 2	Hat 3	Hat 4	Hat 5
Hat 1	1	6	4	0,25	0,5
Hat 2	0,16	1	0,5	0,2	0,33
Hat 3	0,25	2	1	0,25	0,33
Hat 4	4	5	4	1	3
Hat 5	2	3	3	0,33	1
TOPLAM	7,41	17	12,5	2,03	5,16

Bu aşamada tüm kriter ve alt kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi yapılmış ve tutarlılık oranları hesaplanmıştır. Elde edilen tutarlılık oranları 0,1’den düşük olduğu görülmüştür. Bu oranlara göre yapılan karşılaştırmaların tutarlı olduğu anlaşılmaktadır.

3.1.4. İkili karşılaştırmaların yapılması

Toplu taşıma hizmeti değerlendirilirken üç ana kriter ve bu ana kriterlere ait alt kriterler dikkate alınmıştır. İlk olarak uzman görüşlerine başvurulmuş ve yapılan çalışmalar incelenmiştir. Böylece değerlendirme kriterleri oluşturulmuştur. Kriterler birbirleri ile kıyaslanarak önem dereceleri elde edilmiştir. Çalışmada değerlendirilen ana kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisi Tablo 6’da görülmektedir.

Tablo 6. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

Kriterler	Ulaşım (ULŞ)	Şehir Kullanımı (ŞHK)	Yolcu Memnuniyeti (YME)
Ulaşım (ULŞ)	1	4	2
Şehir Kullanımı (ŞHK)	0,25	1	0,33
Yolcu Memnuniyeti (YME)	0,5	3	1
TOPLAM	1,75	8	3,33

Yapılan uygulamalar sonucunda ana kriterlerin ve alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarının tutarlılık oranları 0,1’den düşük olarak bulunmuştur. Elde edilen bu değer ile yapılan hesaplamaların tutarlı olduğu görülmektedir. Bütün kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlık değerleri Tablo 7’de görülmektedir.

Tablo 7. Kriterlere ait yerel ve global ağırlıklar

Ana Kriter	Yerel Ağırlık	Alt Kriter	Yerel Ağırlık	Global Ağırlık
Ulaşım (ULŞ)	0,56	Trafik Yoğunluğu (TRU)	0,11	0,062
		Yolculuk Süresi (YLS)	0,63	0,353
		Durakta Bekleme Süresi (DBS)	0,26	0,146
Şehir Kullanımı (ŞHK)	0,12	Yolların Durumu (YDU)	0,56	0,067
		Durakların Uzaklığı (DRU)	0,12	0,014
		Hat Uzunluğu (HTU)	0,32	0,038
Yolcu Memnuniyeti (YME)	0,32	Araç Kapasitesi (ARK)	0,61	0,195
		Erişilebilirlik (ERŞ)	0,12	0,038
		Tur Sıklığı (TRS)	0,27	0,086

AHP işlemlerinin son basamağı bütünleştirme ve sentez aşamasıdır. Bu aşamada ise ikili karşılaştırma işlemleri ile elde edilen kriter ve alternatif ağırlıkları matris haline getirilip matris çarpımı yapılarak en uygun sonuç elde edilmektedir. Tavşanlı Belediyesi toplu taşıma hizmeti kapsamında hizmet sunan dolmuş hatlarının belirlenen kriterleri için aldıkları ağırlıkları dikkate alınmıştır. Matris çarpımı sonucunda alternatiflerin aldığı çarpım değerleri Tablo 8’de görülmektedir.

Tablo 8. Alternatif Ağırlıkları ve Kriter Ağırlıkları Çarpımı Sonuçları

Alternatifler	Sonuç Değeri
Hat 1	0,391
Hat 2	0,154
Hat 3	0,333
Hat 4	0,789
Hat 5	0,333

Tablo 8’de görüldüğü üzere en yüksek değeri alan dolmuş hattı Hat 4 olduğu görülmektedir. Ortaya çıkan bu sonuca göre, hat 4’de çalışan 10 adet dolmuş araçları etkin bir hizmet sunmadığı ve hizmet kalitesinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılması gerektiği görülmektedir.

3.2. Toplu Taşıma Hizmeti Etkinliğinin TOPSIS Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Toplu taşıma hizmetinin TOPSIS yöntemi ile değerlendirmesinde ilk adım olan karar matrisinin oluşturulması aşamasında alternatifler kriterlere göre değerlendirilmektedir. Karar matrisi elde bulunan veriler kullanılarak bir skala ile oluşturulmuştur. TOPSIS işleminin ilk adımı olan karar matrisinin oluşturulmasına dair veriler Tablo 9’da yer almaktadır.

Tablo 9. TOPSIS İşlemi Karar Matrisi

Alternatifler / Kriterler	ULŞ	ŞHK	YME	TRY	YLS	DBS	YDU	DRU	HTU	ARK	ERŞ	TRS
Hat 1	3	2	6	2	30	7	4	1,2	10,36	1	11	4
Hat 2	2	4	3	4	38	1	2	2,01	12,8	6	14	2
Hat 3	4	3	4	2	35	3	5	1,6	11,17	4	11	3
Hat 4	6	1	9	1	25	5	6	1,4	9,43	3	9	7
Hat 5	1	5	1	6	45	2	1	1,7	14,39	4	13	1

TOPSIS yönteminin ikinci aşaması ise standart karar matrisi oluşturulmaktadır. Standart karar matrisi oluşturulduktan sonraki aşamada da ağırlıklı karar matrisi oluşturulmaktadır. Bu aşamada ise AHP işleminde elde edilen kriter ağırlıkları ile standart karar matrisinde yer alan her bir değer çarpılarak ağırlıklı karar matrisi elde edilmektedir. Ağırlıklı karar matrisi değerleri Tablo 10'da görülmektedir.

Tablo 10. Ağırlıklı Karar Matrisi

Alternatifler / Kriterler	ULŞ	ŞHK	YME	TRY	YLS	DBS	YDU	DRU	HTU	ARK	ERŞ	TRS
Hat 1	0,21	0,03	0,16	0,02	0,13	0,11	0,03	0,00	0,02	0,02	0,02	0,04
Hat 2	0,14	0,06	0,08	0,03	0,17	0,02	0,01	0,01	0,02	0,13	0,02	0,02
Hat 3	0,28	0,05	0,11	0,02	0,16	0,05	0,04	0,01	0,02	0,09	0,02	0,03
Hat 4	0,41	0,02	0,24	0,01	0,11	0,08	0,04	0,01	0,01	0,07	0,01	0,07
Hat 5	0,07	0,08	0,03	0,05	0,20	0,03	0,01	0,01	0,02	0,09	0,02	0,01

TOPSIS işleminin sonraki aşamasında pozitif ideal (A^+) ve negatif ideal (A^-) çözüme yakınlık düzeyleri bulunmaktadır. Pozitif ideal ve negatif ideal değerleri sırası ile Tablo 10'da yer alan ağırlıklı karar matrisi değerlerinden sütun en yüksek değeri pozitif ideal; sütunun en düşük değeri ise negatif ideal değerini bulmak için kullanılmaktadır. Pozitif ideal ve negatif ideal değerleri Tablo 11'de görülmektedir.

Tablo 11. Pozitif İdeal (A^+) ve Negatif İdeal (A^-) Değerleri Matrisi

A^+	0,414	0,081	0,241	0,047	0,201	0,109	0,045	0,008	0,021	0,133	0,020	0,068
A^-	0,069	0,016	0,027	0,008	0,112	0,016	0,007	0,005	0,014	0,022	0,013	0,010

Daha sonra ise ayırım ölçütleri hesaplanmaktadır. TOPSIS işleminin son aşaması olan bu aşamada ideal çözüme yakınlık hesaplanmaktadır. İdeal çözüme göre yakınlık düzeylerinin değerleri Tablo 12'de yer almaktadır.

Tablo 12. İdeal Çözüme göre Yakınlık Düzeyleri Tabloları

Hat Adı	Yakınlık Düzeyi
Hat 1	0,452
Hat 2	0,324
Hat 3	0,525
Hat 4	0,751
Hat 5	0,244

Tablo 12'de yer alan değerlere bakıldığında hizmet etkinliğinin yeniden düzeltilmesi gereken dolmuş hattının 0,751 (% 75,1) değeri ile hat 4 olduğu görülmektedir.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışma Kütahya Tavşanlı ilçesinde toplu taşıma hizmetinin etkinlik düzeyini ölçmek adına yapılmıştır. Bölge nüfusuna toplu taşıma hizmeti sunan 5 adet dolmuş hattı mevcuttur. Dolmuş hatları belirlenen 3 ana kriter ve her bir ana kriterine ait 3 adet alt kriterler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemlerinden yararlanılmıştır. AHP yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirmelerde işlemlerin tutarlılık oranları hesaplanmış yapılan işlemlerin tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür. AHP yöntemi sonucunda kriterlerin ve alternatif olarak nitelendirilen dolmuş hatlarının yerel ağırlıkları ve global ağırlıkları elde edilmiştir. AHP yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirmeler sonucunda en uygun sonucun Hat 4 olduğu bulunmuştur. Elde edilen bu sonuca göre şehir içinde dolmuş hattının etkinliğinin artırılması, Hat 4 dolmuş hattı için gerekli düzenlemeler yapılması gerektiği anlaşılmaktadır.

AHP yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemine göre alternatiflerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda TOPSIS yöntemine göre en uygun sonuç Hat 4 dolmuş hattı olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre dolmuş hattı etkinliğinin artırılması adına hat 4 dolmuş hattına gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Tavşanlı belediyesi toplu taşıma hizmetinin artırılması ve toplu taşıma servisinin tercih edilme düzeyini arttırmak adına hat 4 için düzenlemeler yapılması gerektiği görülmektedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] S. Güner, K. Taşkın, G. Gür, Şehir içi toplu taşıma hatlarının hizmet etkinliğinin veri zarflama analizi ile ölçülmesi: özel ve kamu işletmelerinin karşılaştırılması. İşletme Bilimi Dergisi, 5:3 (2017) 127-14.
- [2] S. Dinç, M. Hamurcu, T. Eren, Kırıkkale-Kampüs Dolmuş Hattı Etkinliğinin Çok Kriterli Karar Verme ile Değerlendirilmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9:1 (2018) 238-247.
- [3] M. Eryavuz, C. Gencer, Araç rotalama problemine ait bir uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 6:1 (2001) 139-155.
- [4] Ş. Yılmaz, Çok depolu araç rotalama probleminin karınca kolonisi optimizasyonu ile modellenmesi ve bir çözüm önerisi. Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.
- [5] E. Düzakın, M. Demircioğlu, Araç Rotalama Problemleri ve Çözüm Yöntemleri. Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, 13:1 (2009) 68-87
- [6] S. Çetin, C. Gencer, Kesin zaman pencereli - eş zamanlı dağıtım toplamalı araç rotalama problemi: Matematiksel model. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25:3 (2010) 579-585.
- [7] Çetin, S., Gencer, C. (2011). "Heterojen araç filolu zaman pencereli eş zamanlı dağıtım-toplamalı araç rotalama problemleri: matematiksel model." Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 3(1), 19-27.
- [8] H. B. Bolat, D. Bayraktar, M. Öztürk, N. Turan, Yeşil lojistik zincirinde araç rotalama problemi için bir model önerisi. XI. Üretim araştırmaları sempozyumu, 2011.
- [9] Ç. Koç, G. Karaoğlan, Çok kullanımlı ve zaman pencereli araç rotalama problemi için bir matematiksel model. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi dergisi, 27:3 (2012) 569-576
- [10] B. Kosif, İ. Ekmekçi, Araç rotalama sistemleri ve tasarruf algoritması uygulaması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11:21 (2012) 41-51

- [11] S. Hezer, Y. Kara, Eşzamanlı dağıtımlı ve toplamalı araç rotalama problemlerinin çözümü için bakteriyel besin arama optimizasyonu tabanlı bir algoritma. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28:2 (2013) 373-382
- [12] Y.Şahin, A. Eroğlu, Kapasite kısıtlı araç rotalama problemi için metasezgisel yöntemler: Bilimsel yazın taraması. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19:4 (2014) 337-355.
- [13] Z. Bozyer, A. Alkan, A. Fırlalı, Kapasite kısıtlı araç rotalama probleminin çözümü için önce grupla sonra rotala merkezli sezgisel algoritma önerisi. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 7: 2 (2014) 29-37.
- [14] T. Şen, H. Yazgan, S. Ercan, Kapasite kısıtlı araç rotalama probleminin çözümü için yeni bir algoritma geliştirilmesi: bir süpermarket zincirinde uygulanması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 19:1 (2015) 83-88.
- [15] H. M. Alağaç, S. Çetin, A. Yerlikaya, T. Eren, Heterojen Eş-Zamanlı Topla-Dağıt Rotalama Problemi: Tehlikeli Malzeme Sevkiyatı. International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, Antalya, 2016.
- [16] B. Çatay, M. Keskin, Elektrikli araç rotalama problemi: farklı modeller üzerine bir inceleme. 6.Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, Antalya, 2017.
- [17] N. Ömürbek, Ö. C. Helvacıoğlu, S. Üstündağ, Kuruluş yeri seçiminde analitik hiyerarşi süreci (AHP) kullanımı: Isparta bölgesinde bir uygulama. Yönetim Bilimleri Dergisi, 11: 21 (2013)101-116
- [18] S. Felek, Y. Yuluğkural, Z. Aladağ, Mobil iletişim sektöründe pazar paylaşımının tahmininde AHP ve ANP yöntemlerinin kıyaslaması. Endüstri Mühendisliği Dergisi, 18:1 (2007) 6-22
- [19] E. Ayan, Ş. Cihan, T. Eren, T. Topal, E. K. Yıldırım, AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Ekokardiografi Cihazı Seçimi. Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi, 4:1 (2016) 41-49.
- [20] A. Supçiller, O. Çapraz, AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması. Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi 13 (2011) 1-22.
- [21] Gür Ş., Eren T, Online Alışveriş Siteleri İçin AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile 3PL Firma Seçimi. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10:2 (2017) 819-834.
- [22] C. L. Hwang, K. Yoon, Methods for multiple attribute decision making. In Multiple attribute decision making, Springer, Berlin, Heidelberg, 1981.
- [23] T. Ustasüleyman, Bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: AHS-TOPSIS Yöntemi. Bankacılar Dergisi 69 (2009) 33-43.
- [24] M. Yurdakul, A. İpek, Malzeme taşıma sistemlerinin seçilmesine yönelik bir karar destek sistemi geliştirilmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 20:2 (2005) 171-181.
- [25] Özcan, E.C., Ünlüsoy S., Eren, T, A Combined Goal Programming- AHP Approach Supported with TOPSIS for Maintenance Strategy Selection In Hydroelectric Power Plants. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 78, (2017) 1410-1423.
- [26] Eren, T., Gür, Ş, Ameliyathanelerin Performanslarına Etki Eden Faktörlerin Bulanık AHP ile Değerlendirmesi. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 3:3, (2018) 197-204.
- [27] Yeşilyurt, B., Karakuş, K., Gür, Ş., Eren, T, Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Hastane Bilgi Yönetim Sistemleri için Paket Programı Seçimi. Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi, 3:1 (2019) 1-21.
- [28] Sevinç, A., Gür, Ş., Eren, T, Analysis of the Difficulties of SMEs in Industry 4.0 Applications by Analytical Hierarchy Process and Analytical Network Process. Processes, 6:12 (2018) 264.

- [29] Uslu, B., Eren, T., Gür, Ş., Özcan, E.C, Evaluation of the Difficulties in the Internet of Things (IoT) with Multi-Criteria Decision-Making. *Processes*, 7:3 (2019) 164.
- [30] Gür Ş., Hamurcu M., Eren T, Ankara’da Monoray Projelerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama ile Seçimi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23:4, (2017) 437-443.
- [31] Alakaş, H.M., Toplu, B.E., Yurdakul, F., Eren, T, Televizyon Dizilerin Toplumsal Yapıya Uygunluk Kriterlerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemiyle Belirlenmesi ve Ağırlıklandırılması. *Journal of Education and Change*, 1:2 (2018) 11-22