



MAKÜ FEBED
ISSN Online: 1309-2243
<http://dergipark.gov.tr/makufebed>
DOI: 10.29048/makufebed.423892

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9(Ek Sayı 1): 238-247 (2018)
The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University 9(Supplementary Issue 1): 238-247 (2018)

Araştırma Makalesi / Research Paper

Kırıkkale-Kampüs Dolmuş Hattı Etkinliğinin Çok Kriterli Karar Verme ile Değerlendirilmesi

Sema DİNÇ, Mustafa HAMURCU¹, Tamer EREN

¹ Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kırıkkale

Geliş Tarihi (Received): 15.05.2018, Kabul Tarihi (Accepted): 11.09.2018
✉ *Sorumlu Yazar (Corresponding author*): hamurcu.mustafa. @kku.edu.tr*
☎ +90 318 3573576 📠 +90 318 3572459

ÖZ

Kırıkkale-Kampüs hattı özel işletme tarafından hizmet vermektedir. Kırıkkale'nin en uzun dolmuş hattı olan bu güzergâh, önemli noktaları birbirine bağlamaktadır. Hat boyunca bölgede şehirleşmenin hızlanması ve yeni yolculuk üreten noktaların ortaya çıkması mevcut hattın irdelenmesi ve yeniden değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada, Kırıkkale-Kampüs dolmuş hat etkinliği değerlendirilmiş ve mevcut durum üzerinde analizler yapılmıştır. Hat etkinliği, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi aracılığıyla yolcu memnuniyeti, çevre ve ulaşım verimliliği bakımından belirlenen kriterler ile değerlendirilmiştir. Böylelikle, kampüs hattının etkinliği için değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları elde edilmiştir. En önemli kriter, yolcu memnuniyetini sağlamaktır ve en önemli alt kriterler, yolcu memnuniyetinde erişilebilirlik; çevrede hava kirliliği; ulaşımda güvenlik kriterleridir. Bu kriterler kullanılarak, Kırıkkale-kampüs hattı için değerlendirmeler yapılarak iyileştirme önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kırıkkale, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Hat etkinliği

Evaluation of the Effectiveness of Kırıkkale-Campus Transportation Route with Multicriteria Decision Making

ABSTRACT

Kırıkkale-Campus line is served by private business. This route that is the longest bus line of Kırıkkale, connects the important points. Acceleration of urbanization along the line and the emergence of new travel producing points have revealed the necessity of exploring and reassessing the existing line. In this study, Kırıkkale-Campus bus line effectiveness was evaluated and analyzed on the current situation. The line effectiveness was evaluated with the criteria determined by the AHP method in terms of passenger satisfaction, environment and transportation efficiency. Thus, evaluation criterion scores of campus line are obtained for the efficiency. The most important criterion is to ensure passenger satisfaction and the most important sub-criteria are accessibility in passenger satisfaction; air pollution in environment; safety in transport. Finally, using these criteria scores, improvement suggestions for Kırıkkale-Campus line are presented.

Keywords: Kırıkkale, Analytic Hierarchy Process, Line effectiveness

GİRİŞ

Hızla gelişmekte olan büyük şehirler belli sorunları beraberinde getirmiştir. Ulaşım bu sorunların başında gelmektedir. Nüfusun ve özel araç kullanımının hızla artması kullanılan mevcut yollarda yetersizliği gündeme getirmektedir. Fakat yeni yolların yapılması da mevcut problemin ortadan kaldırmada yeterli olmamaktadır. Bu noktada şehir içi toplu taşımacılığı gündeme gelmekte ve geliştirilmek istenmektedir.

Şehir içi toplu taşıma; kamuoyuna açık, belli periyotları olan, başlangıç ve bitiş noktası arasında hareket eden, bir sürekliliği ve ücreti olan hizmet sistemleridir Güner (2017). Taşımacılık alanında büyük bir önem ve yer kaplayan toplu taşıma sisteminin hizmet kalitesi oldukça önemlidir. Toplu taşımanın hizmet kalitesini sadece o aracı kullanan kişiler açısından değil, çevre ile olan ilişkisi ve insanları toplu taşıma kullanmaya teşvik etmesi açısından da değerlendirmek mümkündür.

Ulaşım planlayıcılar yolcu taşımacılığında toplu taşıma araçlarını çözüm olarak görmekte ve bu alana yönelmekte, yolcuları toplu taşıma araçlarına teşvik etmek istemektedirler. Bunun için toplu taşıma araçlarının güvenli ve konforlu olması, kolay erişilebilir olması gibi faktörlerle müşteri memnuniyetinin artırılabilmesi insanları toplu taşıma araçlarına teşvik edecektir.

Değerlendirilen Kırıkkale-Kampüs dolmuş hattı güzergâhı, il içerisinde en hızlı gelişmeyi göstermekte olan alandır. Bu bölgede trafik üreten hastane, adliye gibi kuruluşların ve nüfusun artması; ortaya çıkan ulaşım talebi ve ulaşım mesafesi ile doğru orantılıdır. Ulaşım mesafelerinin artması trafikte geçirilen süreyi de arttırmaktadır. Bu durum hâlihazırda bu dolmuşları kullanmakta olan yolcular için yeterli olmamakta, ulaşımı ve çevreyi de doğrudan etkilemektedir.

Literatürde, yolcu taşıma sistemlerinin hizmet etkinliğini ölçmek amacıyla farklı çalışmalar yapılmıştır. Analitik yöntemlerinde kullanıldığı bu yöntemlerde ulaşımın iyileştirilmesi, etkinlik ve verimliliğin sağlanmasına yöneliktir. Boame (2004), Kanada kentsel geçiş sistemlerinin teknik verimlilik puanlarını tahmin etmek için veri zarf analizi yöntemini kullanmış; verimlilik skorları için önyargı ve güven aralıklarını tahmin etmiştir. Karlaftis (2004), veri zarflama analizi ile kentsel transit sistemlerin etkinliği ve verimliliğini değerlendirmiştir. Bhagavath (2006) veri zarflama analizi ile Devlet Karayolu Taşımacılığı taahhütlerinin teknik verimlilik ölçümünü yapmıştır. Hirschhausen ve Cullmann (2010), Almanya'daki 179 toplu taşıma otobüsü şirketinin verimlilik analizini karşılaştırmalı olarak sunmaktadır. Cecin ve ark. (2011) toplu taşıma kullanıcıları tarafından arzulanan hizmet kalitesini araştırmışlardır. Oña ve ark. (2013) yapısal

eşitlik yaklaşımı ile otobüs transit servisinde hizmet kalitesini değerlendirmişlerdir. Cascetta ve Carteni (2013) AB hizmet kalite standartlarını ulaşım planlama sürecine entegre etmek için bir yöntem önermektedir. Ayrıca, İtalya'nın Campania bölgesindeki bir dizi büyük ölçekli taşımacılık politikasının hizmet kalitesi açısından etkilerini araştırıyor. Taşkın ve Güner (2014), şehir içi toplu taşıma sistemlerinin hizmet kalitesini kullanılabilirlik, rahatlık ve uygunluk açısından değerlendirmiş, Güner (2016) şehir içi otobüs hatlarına ilişkin Sakarya Büyükşehir Belediyesi otobüs işletmesinde hizmet etkinliği analizi yapmıştır. Güner (2017) şehir içi otobüs hatlarının hizmet kalitesinin ölçülmesine yönelik AHP ve TOPSIS teknikleriyle iki aşamalı bir yaklaşım önerisinde bulunmuş, Güner ve ark. (2017) veri zarflama analizini kullanarak özel ve kamu işletmelerinin şehir içi toplu taşıma hatlarının hizmet etkinliğinin karşılaştırılmasını yapmışlardır Şimit ve ark. (2017) Bursa T1 tramvay hattında hizmet veren İpekböceği hattında Güçlü-Zayıf-Yönler-Fırsatlar-Tehditler (GZFT) analizi yapılarak ortaya çıkan sorunlara karşı bazı çözüm önerileri sunmaktadır. Süt ve ark. (2018) Ankara Sivas YHT hattının etkinliğini değerlendirmişlerdir.

Ayrıca kentsel ulaşımın iyileştirilmesinde teknoloji seçimi (Hamurcu ve Eren, 2017), ulaşım projelerinin seçiminde (Hamurcu ve Eren, 2018a; Hamurcu ve Eren 2018b; Hamurcu ve Eren 2018c), ulaşım aracı kararlarında (Hamurcu ve Eren 2018d; Hamurcu ve Eren 2018e) ve şehirler arası ulaşım için istasyon yeri seçimi (Eren ve ark., 2017), proje önceliklendirme (Hamurcu ve Eren, 2018) gibi çalışmalar da literatürde yer almaktadır.

Bu çalışmada, Kırıkkale Üniversitesi Prof. Dr. Beşir Atalay Kampüsü'ne hizmet veren özel sektöre bağlı dolmuş hattının etkinliğinin ölçülmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla çok kriterli karar verme tekniklerinden olan analitik hiyerarşi prosesi kullanılmıştır.

METARYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan ikili karşılaştırma temeline dayanan analitik hiyerarşi süreci kullanılmıştır.

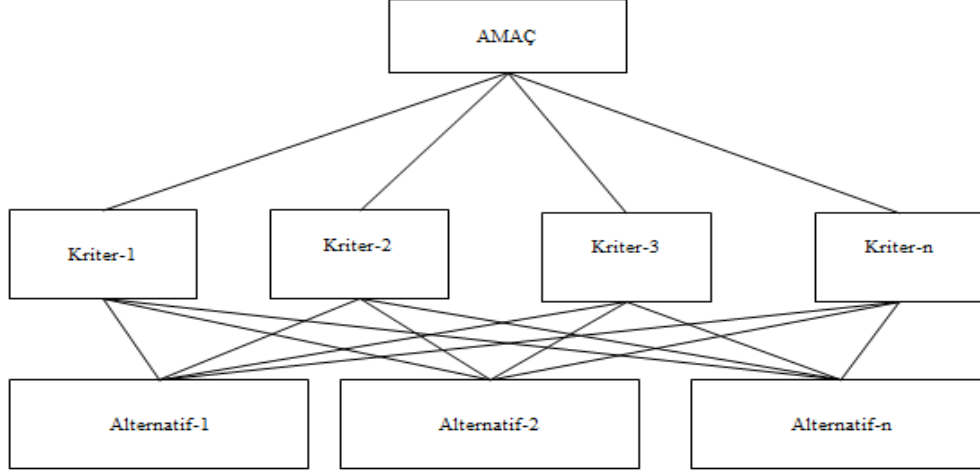
Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi Thomas L. Saaty (1970) tarafından geliştirilen ölçme ve karar verme için kullanılan bir matematiksel teoridir. Saaty ve Niemira (2006) Karar vericilerin karmaşık problemleri, problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellenmelerine olanak verir. Bir karar verme probleminin AHP ile çö-

zümlelenebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken adımlar tanımlanmıştır.

Adım 1: Hiyerarşik yapının oluşturulması

Karar amacı ile en üst seviyeden başlayarak Şekil 1'deki karar hiyerarşisi oluşturulur.



Şekil 1. AHP hiyerarşik yapı

Adım 2: İkili karşılaştırma matrisleri (a) ve üstünlüklerin belirlenmesi

Amaç, kriterler ve alt kriterler belirlendikten sonra kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarında önem derecelerinin belirlenmesi için Tablo 1'deki değerler kullanılarak ($n \times n$) ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Tablo 1. Önem skalası

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Eşit önemde
3	Biraz daha önemli (Az üstünlük)
5	Oldukça önemli (Fazla üstünlük)
7	Çok önemli (Çok üstünlük)
9	Son derece önemli (Kesin üstünlük)
2,4,6 ve 8	Ara değerler (Uzlaşma değerleri)

Adım 3: Öz vektör değeri ve tutarlılık oranı hesaplanır

Kriterler arası ve her kriter için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisindeki kriterlerin öz vektör (w) değeri, (1) nolu formül ile hesaplanır.

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

Öz vektör değerinin hesaplanmasının ardından tutarlılık oranı (CR), tutarlılık göstergesi (CI) ve öz değer hesap-

lanır. CR , ikili karşılaştırma anında verilen değerlerin birbirleri arasındaki ilişkisinin tutarlı olup olmadığını gösterir. CR değerinin 0.10'dan küçük olması gerekmektedir aksi hâlde yapılan değerlendirme tekrar gözden geçirilir. Tutarlılık oranı (CR); tutarlılık göstergesinin (CI), rassallık indeksine (RI) bölünmesi ile elde edilir. Bu hesaplama (2) nolu formül ile gösterilmektedir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Tutarlılık göstergesinin (CI) hesaplanmasında (3) nolu formül kullanılır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

max öz değer (λ_{max}) hesaplanmasında (4) nolu formül kullanılır. Toplam temel değer (E_i) kriter sayısına bölünür.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (4)$$

Adım 4: Önem ağırlıklarının bulunması ve alternatiflerin sıralanması

Kriterlerin değerlendirilmesi için uygulanan bu adımlar alternatiflerin değerlendirilmesi için de kullanılır. Kriter önem ağırlıkları ile her kriter için bulunan alternatiflerin

önem ağırlıklarının matris çarpımı sonucunda elde edilen karar alternatif puanları büyükten küçüğe doğru sıralanır. Bu sıralaması en büyük değer sahip olan alternatif, en iyi alternatiftir denir.

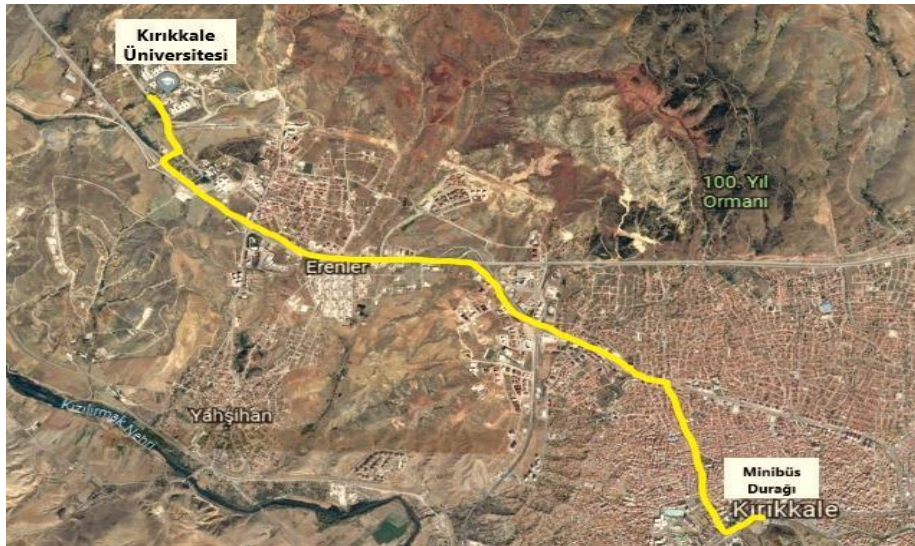
AHP yöntemi, kolay ve basit bir karar verme süreci olması sıklıkla kullanılmasını sağlamıştır. Aynı zamanda tek bir yöntem olarak kullanılabilirdiği gibi farklı yöntemler ile entegre olarak ta kullanıma sahiptir. Gür ve ark. (2017) Ankara'da monoray projelerinin seçimi analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama ile yapmış, Hamurcu ve Eren (2017) Analitik hiyerarşi prosesi-hedef programlama ve analitik ağ süreci-hedef programlama kombinasyonu ile raylı sistem projelerinin kararını vermişler, Taş ve ark. (2017a) AHP ve PROMETHEE yaklaşımını Ankara'da monoray hat tipini belirlemede kullanmışlardır. Taş ve ark. (2017b) analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama karma modelini kullanarak monoray projelerinin seçimini, Geyik ve ark. (2016) AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak kitap basımevi seçimini yapmışlardır. Shrestha ve Yedla (2007) çalışmalarında AHP yöntemini kullanarak alternatif ulaşım seçeneklerinin seçimi için çeşitli nitel kriterlerin etkisini incelemişler, Hamurcu ve ark. (2017) analitik hiyerarşi süreci ve hedef programlama yöntemi kullanarak farklı bütçe senaryoları altında İstanbul Büyükşehir Belediyesi için raylı sistemleri entegre bir şekilde seçmişlerdir. Alkan ve ark. (2017) lastik şirket için tedarikçi seçimi, Gür ve ark., (2017) gıda sektöründeki orta ölçekli işletmeler için pazarlama stratejilerinin seçimi yapmışlardır. Bedir ve ark. (2017) AHP ve PROMETHEE yöntemleri ile montaj hattı dengelemesi

yapmışlardır, Keçek ve Yıldırım (2017) otomotiv sektöründe kurumsal kaynak planlama sisteminin seçimini AHP ile yapmışlardır.

KIRIKKALE-KAMPÜS DOLMUŞ HATTI ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kırıkkale ilinin en yoğun dolmuş hattı olan Kırıkkale-Kampüs dolmuş hattı 73 adet araç ile hizmet vermektedir. Bu hatta bir araç, bir günlük periyot içerisinde toplam 5 sefer yapmaktadır. Her bir aracın ortalama 14 adet koltuk sayısı bulunmakta ve her araç en fazla 2 yolcu ayakta kalacak şekilde yolcu almaktadır. Bu veriler değerlendirildiğinde toplamda 73 araç, gün içerisinde ortalama 6000 adet yolcu taşımaktadır.

Bu hattın en yoğun saatleri okula, işe ve hastaneye giriş çıkış saatleri olan sabah 07:00-09:00 ve akşam 16:00- 18:00'tir. İki araç arasındaki hareket süresinin yaklaşık 4-5 dakika olduğu bu hatta, 4 adet durak bulunmakta fakat dolmuş, inmek ya da binmek isteyen her yolcu için herhangi bir noktada durabilmektedir. Dolmuş araçlarının yolcu almak için durduğu, yolcu bakımından en yoğun noktalar şunlardır: Kırıkkale Adalet Sarayı, Migros durağı, Fırınılı Camii, Çalılıöz Köprü, terminal, Podium AVM, Yüksek İhtisas Hastanesi ve kampüs içerisinde yer alan Tıp Fakültesi ve Diş Hekimliği Fakültesi hastanesidir. Hatta ait güzergâh ve güzergâhta yer alan yoğun noktalar Şekil 2'de ve Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 2. Kırıkkale-Kampüs dolmuş hat güzergâhı

Bu hattın başlangıç (minibüs durağı) ve bitiş noktası (Kırıkkale Üniversitesi) arası en kısa mesafeyi bulmayı amaçlayan Google Maps'e göre 10,1 kilometredir ve bu mesafe özel araçlar ile 15 dakikada kat edilmektedir.

Fakat bu durum dolmuş araçları için geçerli olamamaktadır. Ortalama 30 dakikada alınan bu yol yolcuların inme ve binme süreleri ile daha da uzamaktadır.



Şekil 3. Kırıkkale-Kampüs dolmuş hattına ait en yoğun noktalar

Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada hat etkinliği çevre, ulaşım ve yolcu memnuniyeti açısından üç ana kriter ele alınarak değerlendirilmiştir.

Bu kriterlere ait alt kriterler de oluşturulmuştur. Ana kriterler, ana kriterlere ait alt kriterler ve kriterlere ait açıklamalar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Kriterler ve açıklamaları

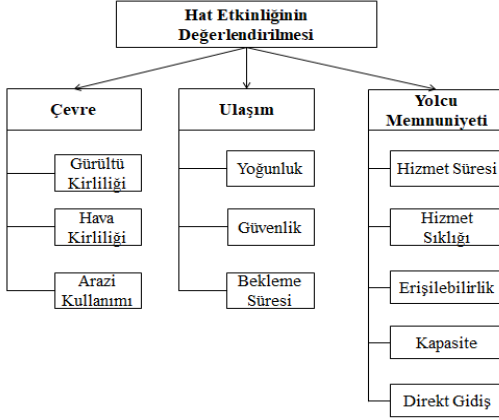
Ana Kriter	Alt Kriter	Açıklama
Ulaşım	Yoğunluk Güvenlik Bekleme süresi	Dolmuşlarla aynı karayolunun kullanılmakta olan araçları değerlendirir.
Çevre	Gürültü kirliliği Hava kirliliği Arazi Kullanımı	Kullanılan dolmuş araçlarının çevreye karşı oluşturdukları etkileri değerlendirir.
Yolcu Memnuniyeti	Hizmet süresi Hizmet aralığı Erişilebilirlik Kapasite Direkt gidiş	Dolmuşlar için yolcuların beklentilerini ve tercih sebeplerini inceler.

Yapılan çalışmalar ve uzman görüşleri değerlendirilerek 3 tane ana kriter ve bu ana kriterlere ait alt kriterler belirlenmiştir. Bu kriterlere ait karar hiyerarşisi Şekil 4'te verilmiştir.

termektedir. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi Tablo 3'te verilmiştir.

İkili Karşılaştırılmaların Yapılması

Hat etkinliğinin değerlendirilmesi üç ana kriter ve bu kriterlere ait alt kriterle yapılmıştır. Belirlenen bu üç ana kriter birbirleriyle kıyaslanmış ve önem dereceleri saptanmıştır. Hesaplamalar sonucu bu karşılaştırmanın tutarlılık oranının 0,08 olduğu görülmektedir. Bu hesaplama değeri, yapılan karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gös-



Şekil 4. Karar Hiyerarşisi

Tablo 3. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

Ana Kriterler	Ulaşım	Çevre	Yolcu
Ulaşım	1	0,33	0,17
Çevre	3	1	0,2
Yolcu	6	5	1

Ulaşım ana kriteri için yoğunluk, güvenlik ve bekleme süresi olmak üzere üç alt kriter belirlenmiş ve bu kriterler de kendi aralarında kıyaslamaya tabii tutulmuştur. Bu kıyaslamaların tutarlılık oranı 0,04 olarak bulunmuştur. Kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisi ve karşılaştırmaya ilişkin tutarlılık oranı Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Ulaşım ana kriterlerine ait alt kriterlerin karşılaştırma matrisi

Alt-kriterler	Yoğunluk	Güvenlik	Bekleme Süresi
Yoğunluk	1,00	0,50	3,00
Güvenlik	2,00	1,00	3,00
Bekleme Süresi	0,33	0,33	1,00

Çevre ana kriterine ait gürültü kirliliği, hava kirliliği ve arazi kullanımı alt kriterlerine ait karşılaştırma matrisi Tablo 5'te verilmiştir. Verilen bu kıyaslamaların tutarlılık oranı 0,04 olarak bulunmuştur.

Tablo 5. Çevre ana kriterine ait alt kriterlerin karşılaştırma matrisi

Kriterler	Gürültü	Hava Kirliliği	Arazi Kullanımı
Gürültü	1,00	0,50	0,50
Hava Kirliliği	2,00	1,00	2,00
Arazi Kullanımı	2,00	0,50	1,00

Yolcu memnuniyeti ana kriterine ilişkin alt kriterlerin karşılaştırma matrisi ise Tablo 6'da verilmiştir. Bu karşılaştırmaların tutarlılık oranı 0,09 olarak bulunmuştur.

Elde edilen bütün bu kıyaslamalardaki tutarlılık oranlarına bakıldığında tutarlılık oranlarının 0,1 değerinden küçük olması sebebiyle tutarlı karşılaştırmalar yapıldığı görülmektedir. Bütün bu ana kriter ve alt kriterlerin ağırlıkları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Yolcu memnuniyeti ana kriterine ait alt kriterlerin karşılaştırma matrisi

Kriterler	A	B	C	D	E
Hizmet Süresi(A)	1,00	2,00	0,17	2,00	3,00
Hizmet Sıklığı (B)	0,50	1,00	0,20	3,00	0,33
Erişilebilirlik (C)	2,00	3,00	1,00	2,00	2,00
Kapasite (D)	0,33	0,25	0,20	1,00	5,00
Direkt Gidiş (E)	0,25	2,00	0,25	0,20	1,00

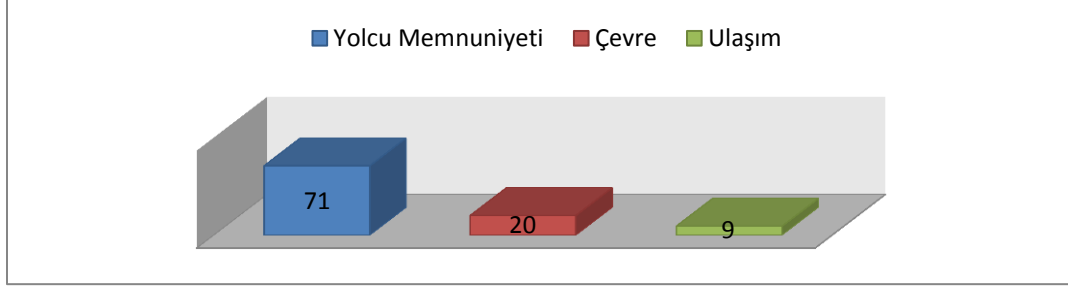
Tablo 7. Kriterlere ait yerel ve global ağırlıklar

Ana Kriterler	Yerel Ağırlık	Alt Kriterler	Yerel Ağırlık	Global Ağırlık
Ulaşım	0,09	Yoğunluk	0,33	0,030
		Güvenlik	0,53	0,048
		Bekleme Süresi	0,14	0,013
Çevre	0,20	Gürültü Kirliliği	0,20	0,040
		Hava kirliliği	0,49	0,098
		Arazi Kullanımı	0,31	0,062
Yolcu Memnuniyeti	0,71	Hizmet Süresi	0,22	0,156
		Hizmet Sıklığı	0,15	0,107
		Erişilebilirlik	0,36	0,256
		Kapasite	0,16	0,114
		Direkt Gidiş	0,11	0,078

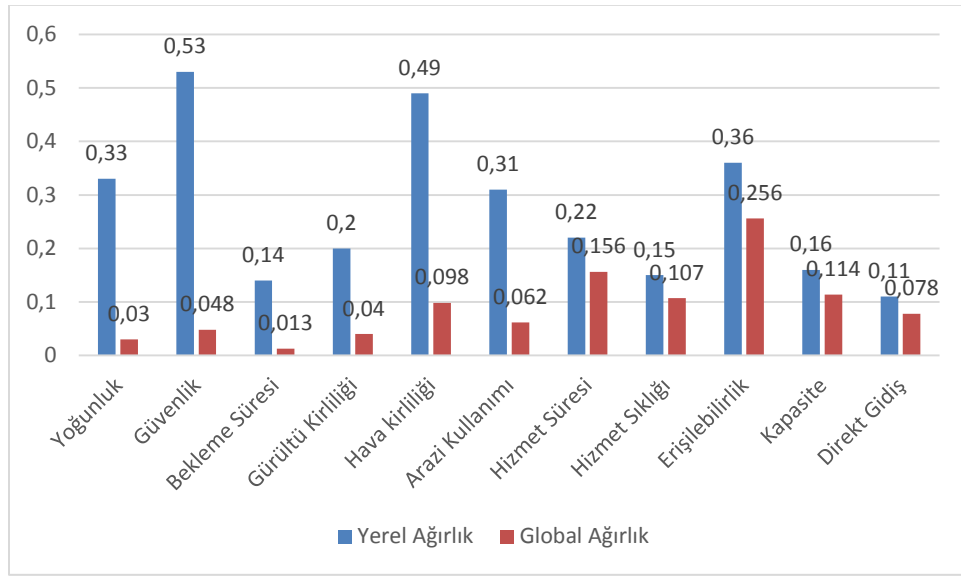
Kırıkkale-Kampüs Dolmuş Hattı Etkinliğinin Çok Kriterli Karar Verme ile Değerlendirilmesi

Analitik hiyerarşi prosesi yönteminden elde edilen ağırlıklara bakıldığında en önemli kriterin %71 ile yolcu memnuniyeti olduğu görülmektedir. Bunu sırası ile %20 ile çevre ve %9 ile ulaşım kriterleri takip etmektedir. Bu sonuçlara ait grafik Şekil 5'te gösterilmektedir. Yolcu

memnuniyeti kriteri altında en önemli alt kriter %25 ile erişilebilirlik, çevre kriterinde %9 ile hava kirliliği, ulaşım ise %4 ile güvenlik olduğu görülmektedir. Her bir kriterin diğer kriterler arasındaki ağırlığını gösteren grafik ise Şekil 6'de verilmektedir.



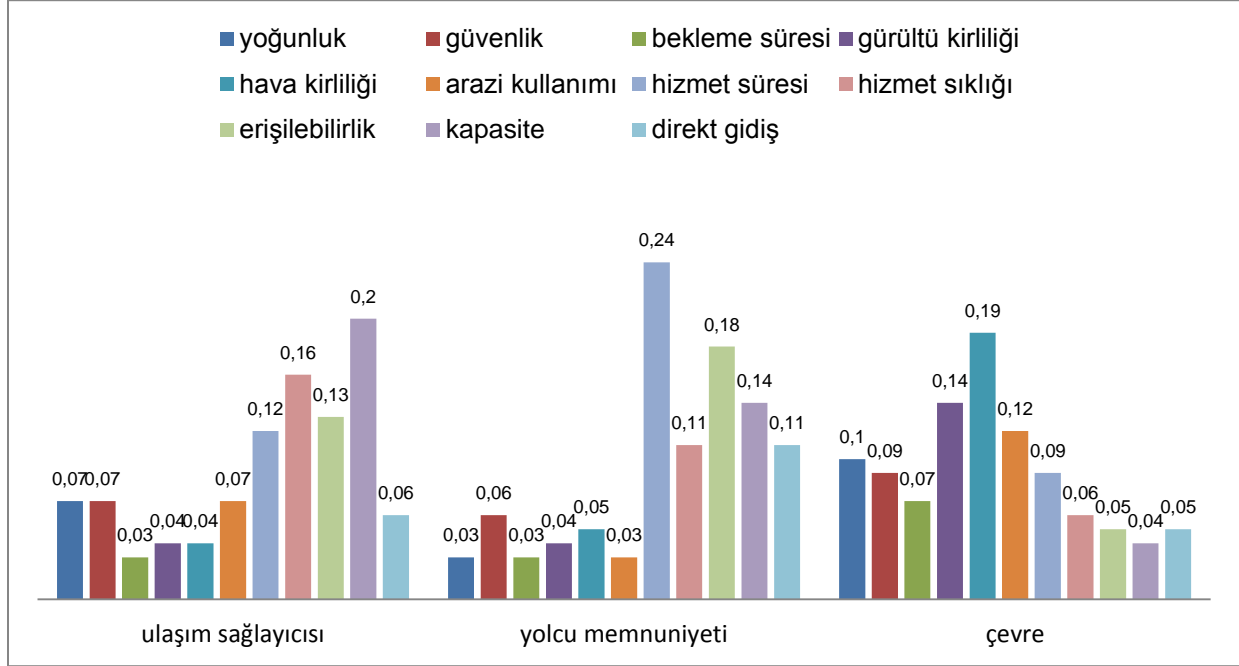
Şekil 5. Analitik Hiyerarşi Prosesi Sonuçları



Şekil 6. Alt Kriterlere Ait Yerel ve Global Ağırlıklar

Çalışma ulaşım sağlayıcı(yönetim), yolcu ve çevre açısından AHP ile ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda ortaya çıkan kriter ağırlıkları Şekil 7'de gösterilmektedir. Buna göre yöneticiler kapasite en önemli kriter iken yolcular açısından hizmet süresi ve çevre açısından ise hava kirliliği kriteri en önemli kriterdir. Bu değerlendirme aynı zamanda AHP ile yapılan değerlendirmede, varılan sonuçları kısmen de olsa bir benzerlik göstermektedir.

Kullanılan çok kriterli karar verme süreci bu üç unsuru tek bir çatı altında inceleyebilme imkânı sunmaktadır. Ayrıca belirlenen bu kriter başlıkları altında ve ağırlıkları önceliğinde ortaya konulabilecek iyileştirme faaliyetleri ile hattın etkinliğinin sağlanması noktasında önemli bir adım atılmış olacaktır ve müşteri memnuniyeti bakımından tercih edilebilirliği de arttıracaktır.



Şekil 7. Alt Kriterlere Ait Yerel Ağırlıklar

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Mevcut durumda 73 araç ile hizmet vermekte olan Kırıkkale kampüs dolmuş hattı yolcu ve araç bakımından şehrin en yoğun olan hattıdır. Bu hattı ulaşım, çevre ve yolcu memnuniyeti açısından değerlendirilmesi amacıyla güden bu çalışmada belirlenen kriterler ve bu kriterlere ait alt kriterler analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile değerlendirilmiş ve bu kriterlere ait ağırlıklar elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre yolcu memnuniyeti %71 ile önem seviyesinin ilk sırasındadır. Bu sıralamayı %20 ile çevre ve %9 ile ulaşım takip etmektedir. Bu ana kriterlere ait alt kriterlerin değerlendirilmesinde ise önem seviyesinin ilk üç sırasında erişilebilirlik, hizmet süresi ve kapasite yer almaktadır. Yolcu memnuniyetini artırmaya yönelik bu kriterler üzerinde durulmalı ve bu alanda iyileştirme adımları atılmalıdır.

Yolcu memnuniyetinin alt kriterlerinden olan erişilebilirliğin artırılmasına yönelik hat üzerindeki durak sayısında artırımlara gidilebilir. Bu durum ulaşım kriteri açısından da çeşitli iyileştirmeleri sağlamaktadır. Dolmuş araçlarının sadece duraklarda yolcu indirme ve bindirmesini sağlamak daha güvenilir bir ulaşım imkânı sunacaktır. Bu imkânı ek olarak aynı karayolunu kullanan diğer özel araçların yolcuların inme ve binme süresinden kaynaklanan bekleme süresini de iyileştirecektir.

Durak sayılarının artırılması hizmet süresinin azaltılması yönünden de bir yarar sağlayacaktır. Aracın durak haricinde durması engellenecek ve böylece aracın hız kaybetme ve hız kazanma sıklıkları azalacak ve bun-

dan doğan süre kayıpları ortadan kalkacaktır. Hizmet süresini azaltmaya yönelik bir diğer uygulama da kampüs içerisine girdikten sonra dolmuşların tıp fakültesi ve dış fakültesi arasındaki hareketlerini düzenlemek olacaktır. Mevcut durumda araçlar kampüs içerisine girdikten sonra tıp fakültesinin önünden geçmekte fakat yolcu inişini sağlamamaktadır. Direkt olarak dış fakültesi hastanesine ulaşan araçlar burada yolcularını indirmekte ve tekrar tıp fakültesi hastanesine ulaşarak burada yolcularını indirmektedir. Daha sonra tekrar dış fakültesi hastanesi önünden geçen dolmuş araçları kimlik kontrolü için durmakta ve fakültele doğru yol almaktadır. Bu noktada, bu güzergâhta çeşitli tekrarlamaların olduğu görülmektedir. Bunun önüne geçmek ve bu tekrardan doğan vakit kaybını azaltmak adına kampüs içerisine giren araçlar ilk olarak tıp fakültesi hastanesinde yolcularını indirebilir ve bu noktada dış fakültesi hastanesine direkt geçişi kolaylaştıracak bir geçiş noktası oluşturulabilir. Daha önce kullanılan fakat şu an kullanımını durdurulmuş olan böyle bir yol mevcuttur. Bu noktanın tekrar ulaşımına açılması düşünülebilir.

Bu hat; hastanelere, kamu kuruluşlarına ve üniversiteye erişmek isteyen yolcuların kullandığı ve şehrin en yoğun olan hattıdır. Bu hattının güzergâhının hızla gelişmesi ve Kırıkkale iline yapılmakta olan yüksek hızlı tren hattı ile birlikte; üniversiteden ve üniversitenin çevre ilçelerden Osmangazi mahallesindeki yüksek hızlı tren istasyonuna gitmek isteyen yolcularla daha da yoğun bir hat haline gelecektir. Bu durum ulaşım alanı talebi artıracak ve talebin karşılanması gerekliliğini ortaya çıkaracaktır. Bu anlamda talebin karşılanmasına yönelik sefer sayılarında artışa gidilebilir. Gün içerisinde tek

bir aracın 5 sefer yaptığı düşünülürse bu sayı artırılarak talep karşılanabilir. Buna ek olarak bu hat ile entegre olabilecek bir başka ulaşım hattının da konulması düşünülebilir.

Bu hat üzerinde yapılacak diğer çalışmalarda, bu çalışmanın üzerine mevcut hat için simülasyon çalışması ile hat üzerinde iyileştirme faaliyetleri yapılabilir. Ayrıca tüm şehir içi dolmuş hatları elden geçirilerek, şehir içi ulaşım ağında optimizasyon çalışmalarının yapılması hem yolcular hem de çevre için iyileştirme sağlanarak daha yaşanabilir ve temiz bir çevre ve toplu ulaşım olan taleplerde artış ve dolayısıyla ulaşımında sürdürülebilirlik bir parça olsun sağlanmış olacaktır.

Ulaşım planlama, uzun süreçleri içeren ve uzun bir zamanın göz önünde bulundurulması gereken bir planlama sürecidir. Özellikle kentleşme süreci devam eden ve yeni yeni gelişen ve genişleyen küçük veya orta ölçekli şehirler de yapılabilecek ulaşım planlama süreçlerinde önleyici bir yaklaşım ile birçok problem ortadan kaldırılabılır veya ortaya çıkması engellenebilir. Ulaşımın göz ardı edilmesi ile yapılan şehir planları ve karar süreçleri, şehrin yakın geleceğinde büyük maliyetli ulaşım problemlerini ortaya çıkaracaktır. Alınacak karar süreçlerinde çeşitli faktörlerin dikkate alınarak analitik yöntemlerin kullanılması özellikle gelişmekte olan şehirler için önemli faydalar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Alkan, A., Kasımoğlu, H., Çelik, C., Aladağ, Z. (2017). Supplier selection for a tire company with AHP and PROMETHEE methods. *Sakarya University Journal of Science*, 21(2): 261- 269.
- Bedir, N., Alağaç, H., Eren, T. (2017). Çok ölçütlü karar verme ile montaj hattı dengeleme. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(1): 79- 92.
- Bhagavath, V. (2006). Technical efficiency measurement by data envelopment analysis. *Alliance Journal of Business Research*, 2(1): 60-72.
- Boame, A. (2004). The technical efficiency of Canadian urban transit systems. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 40(5): 401-416.
- Cascetta, E., Carteni, A. (2013). A quality-based approach to public transportation planning: theory and a case study. *International Journal of Sustainable Transportation*, 8(1): 84-106.
- Dell'Olio, L., Ibeas, A., Cecin, P. (2011). The quality of service desired by public transport users. *Transport Policy*, 18(1): 217-227.
- Eren, T., Hamurcu, M., Alağaç, HM. (2017). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile kırıkale yüksek hızlı tren istasyon yerinin seçimi. 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, 597-606.
- Geyik, O., Tosun, M., Ünlüsoy, S., Hamurcu, M., Eren, T. (2016). Kitap basımevi seçiminde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin kullanımı. *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(6): 106-126.

- Güner, S. (2016). Şehir içi otobüs hatlarına ilişkin hizmet etkinliği analizi: Sakarya Büyükşehir Belediyesi otobüs işletmesi uygulaması. 9. TRANSİST İstanbul Ulaşım Kongresi ve Fuarı, Bildiriler Kitabı, s. 8-14, İstanbul.
- Güner, S. (2017). Operational efficiency and service quality analysis in public transportation systems. *Journal of Transportation and Logistics*, 2 (2), 33-48.
- Güner, S., Taşkın, K., Gür, G. (2017). Şehir içi toplu taşıma hatlarının hizmet etkinliğinin veri zarflama analizi ile ölçülmesi: özel ve kamu işletmelerinin karşılaştırılması. *İşletme Bilimi Dergisi*, 5(3): 127-14.
- Gür, Ş., Bedir, N., Eren, T. (2017). Analitik ağ süreci ve PROMETHEE yöntemleri ile gıda sektöründeki orta ölçekli işletmeler için pazarlama stratejilerinin seçimi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1): 79- 92.
- Gür, Ş., Hamurcu, M., Eren, T. (2017). Ankara'da monoray projelerinin analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama ile seçimi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4): 437-443.
- Hamurcu, M., Alağaç, Hamurcu, M., Eren, T. (2017). Selection of rail system projects with analytic hierarchy process and goal programming. *Sigma J Eng & Nat Sci* 8(4): 291-302.
- Hamurcu, M., Eren, T. (2017). Raylı sistem projeleri kararında Ahs-Hp ve Aas-Hp kombinasyonu. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(3): 1-13.
- Hamurcu, M., Eren, T. (2017). Selection of monorail technology by using multicriteria decision making. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 8(2), 303-314.
- Hamurcu, M., Eren, T. (2018a). Kent içi ulaşım için bulanık AHP tabanlı VIKOR yöntemi ile proje seçimi. *Engineering Sciences (NWSAENS)*, 13(3): 201-216.
- Hamurcu, M., Eren, T. (2018b). Transportation planning with analytic hierarchy process and goal programming. *International Advanced Researches and Engineering Journal*, 2(2), (In Press).
- Hamurcu, M., Eren, T. (2018c). Using multicriteria decision making approach for metro projects selection in Ankara. The 2018 International Conference of the African Federation of Operational Research Societies (AFROS 2018), July 2-4, Tunis, Tunisia.
- Hamurcu, M., Eren, T. (2018d). Determination of electric bus technology to improve the public transportation using AHP-TOPSIS methods. 29th European Conference on Operational Research (EURO2018), July 8-11, Valencia, Spain.
- Hamurcu, M., Eren, T. (2018e). A hybrid approach of analytic hierarchy process-topsis and goal programming for electric automobile selection. The 2018 International Conference of the African Federation of Operational Research Societies (AFROS 2018), July 2-4, Tunis, Tunisia.
- Hamurcu, M., Eren, T. (2018f). Prioritization of high-speed rail projects. *International Advanced Researches and Engineering Journal*, 2(2), (In Press).
- Hirschhausen, C., Cullmann, A. (2010). A nonparametric efficiency analysis of German public transport companies. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46.3: 436-445.
- Hirschhausen, C., Cullmann, A. (2010). A nonparametric efficiency analysis of German public transport companies. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46.3: 436-445.

- Karlaftis, M. (2004). DEA approach for evaluating the efficiency and effectiveness of urban transit systems. *European Journal of Operational Research*, 152.2: 354-364.
- Keçek, G., Yıldırım, E. (2017). Kurumsal kaynak planlama (erp) sisteminin analitik hiyerarşi süreci (AHP) ile seçimi: otomotiv sektöründe bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi*, 15.1: 193-211.
- Oña, J., Oña, R., Eboli, L., Mazzulla, G. (2013). Perceived service quality in bus transit service: A structural equation approach. *Transport Policy*, 29: 219-226.
- Saaty, T. L., Niemira, M. P. (2006). A framework for making a better decision how to make more effective site selection, store closing and other real estate decisions. *Research Review*, 13(1).
- Süt, N., Hamurcu, M., Eren, T. (2018). Evaluation of Ankara-Sivas high speed rail line with multicriteria decision making method. *International Conference on Intelligent Transportation Systems (BANU-ITSC'18)*. Bandırma.
- Şimit, K., Rizelioğlu, M., Ar, T. (2017). Türkiye'nin ilk yerli tramvayı ipekböceği hattı üzerine bir analiz. *Uludağ University Journal of the Faculty of Engineering* 21(2): 489-49.
- Taş, M., Özlemiş, Ş., Hamurcu, M., Eren, T. (2017). Ankara'da AHP ve PROMETHEE yaklaşımıyla monoray hat tipinin belirlenmesi. *Ekonomi, İşletme, Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi* 3(1): 65-89.
- Taş, M., Özlemiş, Ş., Hamurcu, M., Eren, T. (2017). Analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama karma modeli kullanılarak monoray projelerinin seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 2(2): 24-34.
- Taşkın, K. ve Güner, S. (2014). Şehir içi toplu taşıma sistemlerinin hizmet kalitesinin kullanılabilirlik ve rahatlık-uygunluk açısından değerlendirilmesi: Sakarya minibüsçüler odası örneği, 6. Uluslararası Balkanlarda Sosyal Bilimler Kongresi, Bildiriler Kitabı, 712-722.
- Yedla, S. and Shrestha, R. (2007). Application of analytic hierarchy process to prioritize urban transport options-comparative analysis of group aggregation methods. *Microeconomics Working Papers 22400*, East Asian Bureau of Economic Research.