

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ PROGRAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAVACILIK ŞİRKETLERİNİN YENİ ROTA SEÇİMİ
PROBLEMİ: TÜRKİYE HAVACILIK PAZARI
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

**ALİ BAYRAKTAR
10713017**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. CEREN ERDİN**

**İSTANBUL
2019**

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ PROGRAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAVACILIK ŞİRKETLERİNİN YENİ ROTA
SEÇİMİ PROBLEMİ: TÜRKİYE HAVACILIK
PAZARI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

**ALİ BAYRAKTAR
10713017**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. CEREN ERDİN**

**İSTANBUL
2019**

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAVACILIK ŞİRKETLERİNİN YENİ ROTA
SEÇİMİ PROBLEMİ: TÜRKİYE HAVACILIK
PAZARI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

ALİ BAYRAKTAR
10713017

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:

Tezin Savunulduğu Tarih: 16.10.2019

Tez Oy Birliği ile Başarılı Bulunmuştur

Unvan Ad Soyad

İmza

Tez Danışmanı

: Doç. Dr. Ceren ERDİN

Jüri Üyeleri

: Prof. Dr. Ferhan ÇEBİ

Doç. Dr. Arzu KARAMAN AKGÜL

Ceren
F. ÇEBİ
Arzu

İSTANBUL
EKİM 2019

ÖZ

HAVACILIK ŞİRKETLERİNİN YENİ ROTA SEÇİMİ PROBLEMİ: TÜRKİYE HAVACILIK PAZARI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Ali Bayraktar
Ekim, 2019

Küresel piyasalarda artan rekabet, işletmeler üzerinde sürekli büyüme ihtiyacı doğurmaktadır. Bunun sonucu olarak, yatırım projelerinin değerlendirilme süreci işletmelerin kıt kaynaklarıyla yapacakları yatırımların verimli olması için daha önemli hale gelmektedir. Yatırım yapmayı planlayan şirketlerin yaptıkları yatırımdan en kârlı sonucu almaları, öncelikle yatırımla ilgili çok iyi bir analiz ve planlama yapmalarını gerektirmektedir. Bu ise fizibilite etüdlerinin en iyi şekilde yapılmasına bağlıdır. Özellikle geçtiğimiz son 30 yıl içerisinde dünya havacılık sektörü hızlı bir büyüme sürecine girmiştir. Sektördeki bu büyüme ise yolcu ve kargo talep artışına sebep olmakta ve birçok hava yolunu yeni yatırımlar yapma çabası içerisinde itmektedir. İşte tam da bu noktada bu çalışmanın amacı yeni rota açılması yoluyla yatırım yapacak hava yolu şirketlerine yol gösterici bir model ortaya koymaya çalışmaktır. Bu kapsamda ilk olarak havacılık literatüründen ve uzman görüşlerinden faydalanarak havacılıkta yeni rota belirlenirken hangi kriterlerin önemli olduğu konusu araştırılmış, bunun neticesinde 8 kriter ön plana çıkarılmıştır. Belirlenen bu 8 kriterin önem derecesi Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (FAHP) kullanılarak, konunun uzmanı kişilere yapılan anket yoluyla belirlenmiştir. Çalışmanın bir sonraki adımında ise aynı uzmanlardan ele alınan alternatiflerin ilgili kriterlere ait verileri de göz önünde bulundurarak karşılaştırmalı olarak değerlendirmeleri istenmiştir. Çalışmanın son kısmında ise seçilecek yeni rota için optimum sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yeni rota seçimi, bulanık analitik hiyerarşi metodu, havacılık, yeni hat seçimi

ABSTRACT

THE NEW ROUTE SELECTION PROBLEM FOR THE AIRLINE COMPANIES: AN EMPRICAL STUDY FOR THE TURKISH AVIATON MARKET

Ali Bayraktar

October, 2019

The increasing competition in the global market causes the necessity of the sustainable growth for all firms. Therefore, the evaluation process of investment projects is becoming more important for the investment decision funded with limited sources. It is primarily required to make a thorough analyse and planning based on feasibility studies for the firms in order to select the most profitable investment. Over the last decades, particularly the World aviation market has been developed and enhanced with a rapid growth. Since the results of the expansion of the airline market lead the increasing demand in both passenger and cargo side and cause the many airline firms to make the new investment decisions. The aim of this study is to propose a new model for the new route selection of the airline companies that are willing to do investment. In the first step, some important indicators will be defined by asking expert's opinions and literature review and 8 criterion has been found via fuzzy analytical hierarchy method (FAHP). These criterion used to find the weights of criterion. The next phase of the study, the alternatives discussed from the same experts were asked to evaluate comparatively considering the data of the relevant criteria. In the last part of the study, it was tried to reach the optimum result for the new route to be selected by fuzzy analytical hierarchy method (FAHP).

Key Words: Route selection, FAHP, aviation

ÖN SÖZ

Bu çalışmada havacılık sektöründe yeni rota seçimi problemi için Bulanık AHP metodu kullanılarak yol gösterici bir model ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Tez çalışmam süresince bu çalışmanın vücut bulması için öneri, fikir ve destekleri ile beni motive eden, yol gösteren çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ceren Erdin'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca tez çalışmamın her aşamasında büyük fedakârlık gösterip destek olan başta eşime, anneme, babama, kardeşlerime ve oğlum Eymen'e, özellikle tez yazım aşamasında bana yoldaşlık eden Barış'a sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

İstanbul; Ekim, 2019

Ali Bayraktar

İÇİNDEKİLER

ÖZ	iii
ABSTRACT	iv
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	5
1.2. Çalışma Alanı.....	5
2. LİTERATÜR TARAMASI	6
2.1. Hava yolu İş Modelleri.....	6
2.1.1. Tam Servis Sağlayıcı Taşıyıcı İş Modeli	6
2.1.2. Düşük Maliyetli Taşıyıcı İş Modeli	7
2.1.3. Charter (Tarifersiz) İş Modeli	8
2.1.4. Hibrit İş Modeli.....	9
2.2. Hava yolu Ağ Modelleri.....	10
2.2.1. Noktadan Noktaya Ağ Modeli (PP)	10
2.2.2. Topla ve Dağıt (Hub and Spoke) Ağ Modeli	12
2.2.3. Çoklu Toplu Dağıt Ağ Modeli	14
2.3. Ağ Bağlantı Çeşitleri.....	15
2.4. Talep Tahmin Modelleri	16
2.5. Kriterlerin Tanımı	17
2.5.1. Mesafe (Maliyet).....	18
2.5.2. Şehir Nüfusu	18
2.5.3. Kişi Başına Düşen Gayri Safi Milli Hasıla	18
2.5.4. Hattın Gelir Düzeyi.....	19
2.5.5. Yolcu Sayısı	19
2.5.5.1. Sapma Faktörü (Detour Factor)	20
2.5.6. Mevsimsellik.....	21

2.5.7. Rakip Hava yollarının Kapasitesi	22
2.5.8. Rakip Hava yollarının Frekansı	22
3. KARAR SÜRECİ VE KARAR TÜRLERİ	23
3.1. Karar Verme Süreci Aşamaları	23
3.2. Karar Verme Bileşenleri	24
3.3. Karar Türleri.....	25
3.4. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri.....	26
3.4.1. Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV).....	27
4. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ.....	28
4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	28
4.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (FAHP).....	30
4.2.1. Bulanık Kümeler ve Üçgensel Bulanık Sayılar	30
4.2.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi	32
5. METODOLOJİ	35
5.1. Matematik Model ve Uygulama.....	35
5.1.1. Chang'in Genişletilmiş Analiz Metodunun İncelemesi	35
5.1.2. Bulanık AHP Ağırlıklarını Belirlemek İçin Yenilikçi Bir Yaklaşım.....	37
5.1.3. Tutarlılık Kontrolü	41
5.1.4. Ampirik Çalışma ve Sonuçlar	42
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	57
KAYNAKÇA	59
EKLER.....	64
ÖZ GEÇMİŞ.....	75

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1: Üçgensel Bulanık Sayı Üyeliğinin İşlevleri İçin Dönüşüm (Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Önem Ölçeği)	40
Tablo 2: Karar Verici Tecrübe ve Pozisyonları	44
Tablo 3: Yeni Rota Seçimi için Alternatifler ve Sembolleri	44
Tablo 4: Yeni Rota Seçimi için Alternatifler ve Sembolleri	45
Tablo 5: Karar Vericilerin Bireysel Karşılaştırma Matrisleri	47
Tablo 6: Karar Vericilerin Bireysel Bulanık Önceliklendirme Vektörü ve Yeni Rota Seçimi Kriterlerinin Birleştirilmiş Ağırlık Vektörü	52
Tablo 7: Yeni Rota Seçim Kriterleri İçin Birleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi	53
Tablo 8: Yeni Rota Alternatifleri İçin Birleştirilmiş Bulanık Karar Matrisleri	55
Tablo 9: Final Ağırlık Matrisi	56

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Gelişmekte Olan ve Gelişen Ekonomilerde Reel Gayri Safi Hasılı Büyümesi.....	2
Şekil 2: Havacılık Tedarik Zincirinde Ortalama Yatırım Getirisi Oranı (1996-2004)	3
Şekil 3: Dünya Yıllık Yolcu Trafığı (Taşınan Yolcu Cinsinden).....	4
Şekil 4: British Airways'e Karşı Ryanair ve Easyjet'in Büyüme Oranları	8
Şekil 5: Örnek Noktadan Noktaya Ağ Modeli	11
Şekil 6: Pegasus Hava Yolları'nın İç Hat Noktadan Noktaya Uçuş Ağı.....	12
Şekil 7: Örnek Topla ve Dağıt Ağ Modeli.....	13
Şekil 8: Nokta Sayısına Göre Karşılaştırmalı Olarak Gerekli Bağlantı Sayısı.....	14
Şekil 9: Ağ Modelinin Hizmet Verilen Şehir Çiftleri Üzerindeki Etkisi.....	14
Şekil 10: Örnek Çoklu Topla Dağıt Ağ Modeli.....	15
Şekil 11: Ağ Bağlantısı Türleri.....	16
Şekil 12: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla ve Havayolculuğu Arasındaki Korelasyon.....	19
Şekil 13: Sapma Faktörü (Detour Factor) ve Hesaplama Yöntemi	20
Şekil 14: Londra – İstanbul – Tel Aviv Bağlantılı Pazarı Sapma Faktörü	21
Şekil 15: Karar Verme Süreci Çözüm Aşamaları.....	24
Şekil 16: Karar Tekniklerinin Sınıflandırılması	27
Şekil 17: Örnek Analitik Hiyerarşi Yapısı.....	29
Şekil 18: Üçgensel Bulanık Sayılar	31
Şekil 19: S_1 ve S_2 'nin Kesişim Noktası	36
Şekil 20: Dilsel Değişken Kümesinin Bulanık Sayı Değerleri.....	40
Şekil 21: Geometrik Tutarlılık İndeksi ve Tutarlılık İndeksi İlişkisi $n=4$	42
Şekil 22: Metod Akış Prosedürü.....	43
Şekil 23: Yeni Rota Seçimi Karar Süreci Hiyerarşisi.....	45
Şekil 24: Yeni Rota Seçimi Karar Süreci Hiyerarşisi Ağırlıkları.....	56

KISALTMALAR

AHP	: Analitik Hiyerarşi Metodu
AFJM	: Birleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi (BBKM)
AKK	: Arz Edilen Koltuk Kilometre(ASK)
BAHP	: Bulanık Analitik Hiyerarşi Metodu (FAHP)
CCI	: Merkezi Tutarlılık İndeksi (Centric Consistency Index)
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ÇNKV	: Çok Nitelikli Karar Verme
DMT	: Düşük Maliyetli Taşıyıcı (Havayolu)
FAHP	: Bulanık Analitik Hiyerarşi Metodu (BAHP)
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GCI	: Geometrik Tutarlılık İndeksi
KV	: Karar Vericiler (DM)
OAB	: Ortalama Birleştirilmiş Ağırlık (Mean Aggregated Weight)
P2P	: Noktadan Noktaya (Point to point)
TFN	: Üçgensel Bulanık Sayılar (Triangular Fuzzy Numbers)

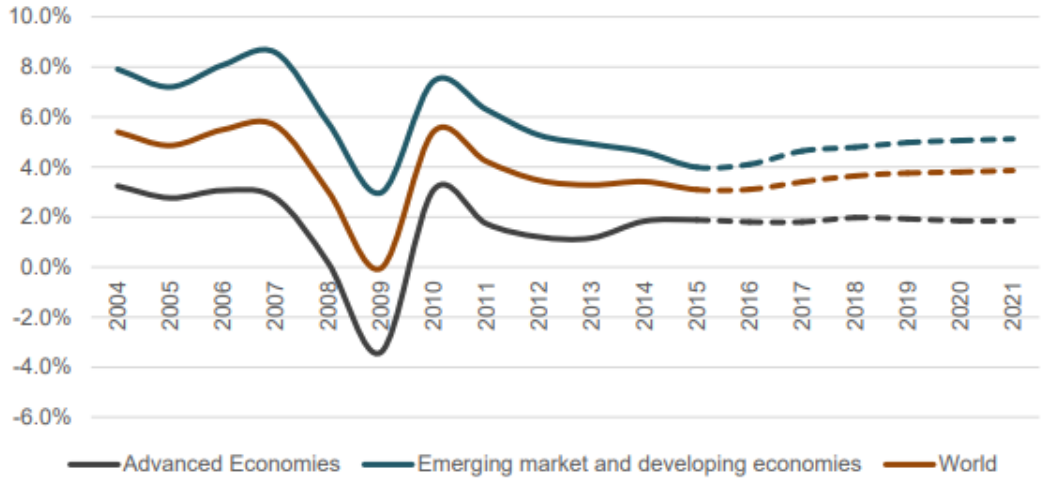
1. GİRİŞ

Ulaşım ihtiyacı insanlık tarihi boyunca hep önemli bir yere sahip olmuştur. İnsanlığın ilk evresinde at, deve gibi hayvanlardan faydalanılmıştır. 1500'lü yıllar ve sonrasında ise deniz taşıtları coğrafi keşiflerin önünü açmış insanlık tarihi için önemli bir kilometre taşı olmuştur. 1800'lü yıllarda ise tren kullanımı ve akabinde otomobilin keşfi ile insanlığın ulaşım ihtiyacı ileriki safhalara taşınmıştır. Bu noktada deniz ulaşımı yavaş ve nispeten güvensiz kalırken, kara ulaşımındaki tren ve otomobil ise hem deniz, okyanuslar hem de dağlar ve engebeli araziler gibi nedenlerle belirli noktalarda yetersiz kalmışlardır. 1900'lü yılların başından itibaren uçağın tarih sahnesine inmesiyle birlikte, uçak zamanla insanların çokça kullandığı bir ulaşım aracı haline gelmiştir. Bunun nedenleri arasında uçakların diğer araçlara göre daha hızlı olmaları ve deniz taşımacılığında bağımsız olarak deniz aşırı ülkelere de çok kısa sürelerde ulaşım imkanı sağlamaları gibi sebepler yatmaktadır. Bütün bunlarla birlikte ekonomik gelişmeler, globalleşme, turizm gibi alanlardaki gelişmelerin insanların hava yolu taşımacılığına olan ilgisini arttırmıştır. Artan bu ilgiyle birlikte havacılık sektörü tarihi gelişimi içinde sürekli büyüyen ve gelecekte de sürekli büyümesi öngörülen bir sektör olagelmıştır.

Küresel hava yolu şirketleri dünyadaki hemen hemen her ülkeye ulaşım hizmeti vermektedir. Dünya çapında ekonominin üretiminde temel bir parça olduğu kabul edilmektedir. Hava yolu endüstrisinin kendisi, hem kendi operasyonları hem de uçak imalatı ve turizm gibi örnek verilebilecek birçok sektörden ikisinin üzerindeki etkileri açısından da büyük bir ekonomik güçtür. Çok az sayıda başka sektör havayollarına verilen dikkatin miktarı ve yoğunluğu açısından, sadece faaliyetlerine doğrudan katılanlar tarafından değil, aynı zamanda politika belirleyiciler, haber yayın organları ve milyarlarca kullanıcısı tarafından da neredeyse her kişiye ait sıradışı, iyi veya kötü, hava yolculuğu deneyimi bulunmasıyla insanlarda ilgi uyandırır (Belobaba, Odoni, Barnhart, 2009).

Dünya üzerindeki hava ulaşımının gelişimi, son 30 yılda yılda yaklaşık % 5 arttı; hem değişen ekonomik koşullara hem de dünyanın çeşitli bölgelerinde finansal

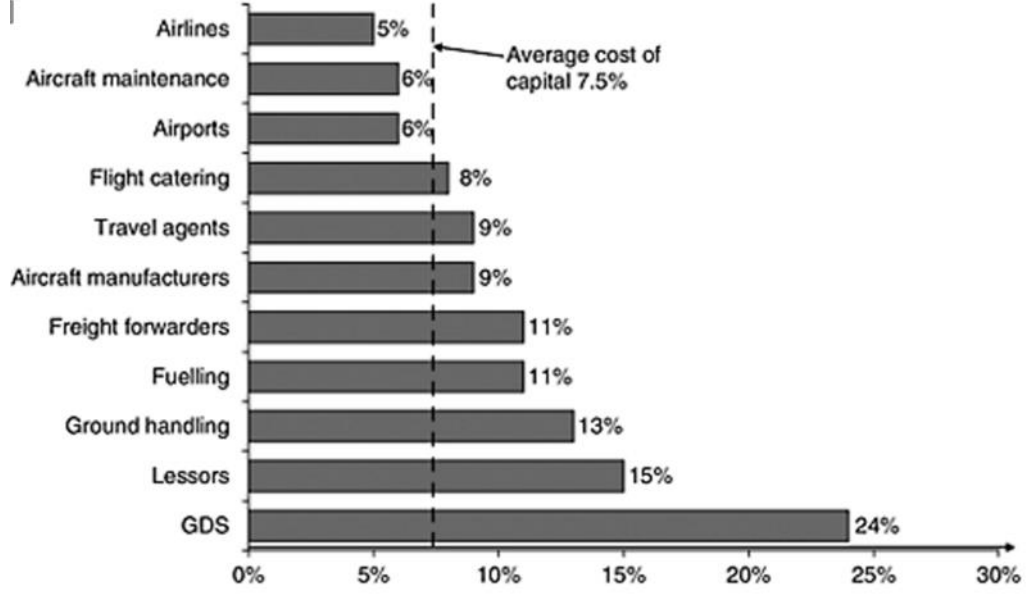
gelişmelerdeki karşılıklara bağlı olarak önemli yıllık değişimler yaşandı. Tarihsel olarak, hava yolculuğundaki yıllık gelişme GSYİH'daki yıllık gelişimin yaklaşık iki katı olmuştur. Gelecek 10-15 yıl boyunca ekonomik büyümeye ilişkin göreceli olarak muhafazakar varsayımlar altında bile, küresel hava taşımacılığundaki yıllık% 4-5'lik bir büyüme, bu dönemde toplam hava taşımasının iki katına çıkmasına neden olacaktır (Belobaba, Odoni, Barnhart, 2009). Şekil 1’de görüleceği üzere, özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin yıllık gayri safi büyüme oranlarının gelişmiş ekonomilere göre geçmiş veriler ve gelecek projeksiyonlarına göre en az 2 kat olduğu ve olacağı düşünüldüğünde gelişmekte olan ekonomilerde havacılık sektörünün çift haneli büyüme oranlarını görmeleri çok olası görülmektedir. Bu büyüme oranları ise hem sektörün cazibesini arttırmakta hem de gayri safi milli hasılaya katkısı bakımından da gelişmekte olan ülkeler için önem arz etmektedir.



Şekil 1: Gelişmekte Olan ve Gelişen Ekonomilerde Reel Gayri Safi Hasılı Büyümesi

European Commission. 2017. **Annual Analyses of the EU Air Transport Market 2016.**

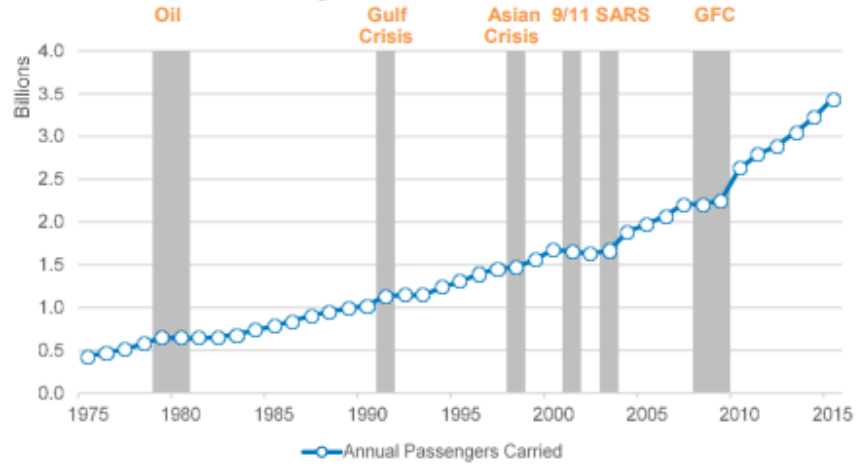
Hava ulaşımı alanındaki bu talep, sektördeki hava yolu firmalarını sürekli büyümek zorunda kalan rakiplerle dolu rekabetçi bir pazarın içine itmiştir. Bunun yanında yapılan araştırmalara göre havacılık sektöründe havayolları şirketleri kiralama şirketleri, yakıt şirketleri, seyahat acentaları, havaalanı işletmeleri, uçak bakım işletmeleri gibi şirketlere göre en düşük yatırım getirisi oranları Şekil 2’de görüldüğü üzere hava yollarına aittir.



Şekil 2: Havacılık Tedarik Zincirinde Ortalama Yatırım Getirisi Oranı (1996-2004)

IATA. 2013. **Airline Marketing Course eTextbook**. International Air Transport Association.

Ayrıca hava yolu şirketleri petrol fiyat dalgalanması, terörizm, küresel ekonomik durgunluk ve savaşlar gibi dış dünya kaynaklı etkilerle de uğraşmak zorundadırlar. Şekil 3’de görüldüğü üzere özellikle 1980 yılındaki petrol krizi 1991 yılındaki Körfez krizi, 2001 yılındaki Amerika’daki Dünya Ticaret Merkezi’ne yapılan terörist saldırı ve 2008 yılındaki küresel kriz gibi etkenler dünya havacılık ekonomisini derin şekilde etkilenmiştir. Bununla birlikte şekilde görüldüğü üzere dünya havacılık trendi genel olarak yukarı yönlü olmuştur. Fakat havacılık sektörünün her daim kriz, savaş ve benzeri dalgalanmalara da açık bir sektör olduğu unutulmamalıdır.



Source: Airbus, ICAO

Şekil 3: Dünya Yıllık Yolcu Trafik (Taşınan Yolcu Cinsinden)

European Commission. 2017. **Annual Analyses of the EU Air Transport Market 2016.**

Havacılık sektörü, turizm sektörüyle birlikte ekonomik dalgalanmalardan en çok etkilenen sektörlerin başında gelmektedir. Ekonomik durgunluk dönemlerinde insanlar gider kalemlerinden öncelikle bahsi geçen sektörlerdeki harcamalarını kesmektedirler. Turizm sektöründeki bu gibi durgunluklar insanların tatil nedeniyle yaptıkları yolculukları azaltmalarına sebep olmaktadır. Ekonomik aktivitelerinde durgunlaştığı veya dalgalı olduğu dönemlerde insanlar görece daha maliyetli olan hava yolu yerine diğer alternatif yolculuk türlerine yönelmektedirler. Bu nedenle bu dönemlerde havacılık sektörü ciddi gelir kayıplarıyla karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu ve benzeri dönemlerde hava yolu işletmeleri filo küçültme, personel çıkarma gibi maliyet azaltıcı önlemler almaktadırlar (Çabukel, 2011).

Tüm bu etkenler hava yollarını alacakları kararlarda çok dikkatli ve rasyonel olmaya itmektedir. Aksi takdirde yapılacak küçük hatalar şirketler için büyük maddi kayıplara yol açabilir. Havayolları açısından kritik stratejik kararlardan biri filosunu yeni uçak alımlarıyla büyütmektir. Hava yolu şirketleri için yeni yatırımlarının getirisini analiz etmesi gerekli ve önemlidir. Bu nedenle hava yolu firmaları alacakları yeni yatırım kararlarında bu yatırımların şirkete geri dönüşümünü çok iyi hesaplamaları gerekmektedir. Yapılacak bu yatırımların başında ise ilgili şirketin hangi noktaya uçup hangi noktaya uçmayacağı kararını vermesi gelmektedir. Uçak satın alımının yapılmasından önce, firmalar pazardaki ilgili noktalarda en doğru uçak

alımı ile en iyi kâr getirmesi potansiyeli olan yeni rotayı bulmak için analizler yapar. Açılacak her hat o şirket için yapılmış yeni bir yatırım kararı demektir. İşte bu noktada bu çalışmanın amacı, bulanık analitik hiyerarşi sürecini (FAHP) kullanarak hava yolu şirketlerinin yeni hat seçimi kararını etkileyen en önemli kriterleri ortaya çıkarmak ve bir örnek problem üzerinden analiz yapmaktır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Hava yolu şirketleri ister genellikle noktadan noktaya uçan (point to point) düşük maliyetli taşıyıcılar olsun, isterse ağ taşıyıcıları (network carriers) olsun yeni rotalara yatırım yaparlarken yatırım kararlarını bilimsel ve analitik kararlara dayanarak almalıdırlar. Aksi takdirde yaptıkları yatırımlarda ciddi zararlarla karşı karşıya kalabilecekleri gibi kârlı yatırımları da kaçırma riskine girmektedirler. Bu çalışmanın temel amacı yeni rota (hat) açılması yoluyla yatırım yapacak hava yolu şirketlerine yol gösterici bir model ortaya koymaya çalışmaktır. Bu amaca ulaşmaya çalışılırken Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (FAHP) metodu kullanılmıştır.

1.2. Çalışma Alanı

Bu tez çalışmasında, Türkiye'den uzun menzilli hatlarda aynı pazara açılacak yeni hatlar üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Bu hatları karşılaştırıp en ideal hattı bulabilmek için Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi'nini kullanan bir model önerilmiştir. Modelin amacı, alınacak hat açma kararını, karar vericilerin ortak olarak belirledikleri kriter ağırlıklarına göre karşılaştırdıkları alternatifler için optimum çözümün bulunmasını sağlamaktır. Alınacak hat açma kararı için ağ uzmanları ve literatür taramasından 8 adet kriter belirlenmiştir. Bu 8 kriterin öncelikle ağırlıklarının belirlenmesi için ağ uzmanlarından 9 ölçekli bulanık analitik hiyerarşi prosesinde kullanılan anket metoduyla karşılaştırmaları istenmiş ve kriterlerin ağırlıkları bulanık analitik hiyerarşi prosesine göre belirlenmiştir. Daha sonra yine benzer uzmanlar tarafından alternatifleri belirlenen 8 ilgili kriter verilerine göre karşılaştırılması istenmiş ve optimum çözüme ulaşmaya çalışılmıştır. Özellikle bağlantılı yolcu sayısı belirlenirken yapılan çalışmanın uzun menzilli hat olması nedeniyle sapma faktörü (detour factor) 1.2 olarak alınmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Hava yolu İş Modelleri

Hava yolu iş modelleri farklı kaynaklarda farklı ayrımlara gidilse de bu çalışmada basit haliyle 4 farklı başlık altında inceleyeceğiz. Bunlar tam servis sağlayıcı iş modeli, düşük maliyetli taşıyıcı iş modeli, charter iş modeli ve hibrit iş modelidir.

2.1.1. Tam Servis Sağlayıcı Taşıyıcı İş Modeli

Topla ve dağıtım ağ modeli yolcu trafiğinin farklı bir merkezde toplanması ve oradan da farklı noktalara dağıtılmasını sağlar. Topla ve dağıtım ağ modeli yolcunun çıkış yaptığı noktalara daha iyi hizmeti daha ucuza almasını sağlarken operasyon merkezindeki "hub" şehirler daha iyi hizmeti daha yüksek ücretlere almasını sağlar. Hava taşımacılığında regülasyonların kaldırılması ve özelleştirilmesi Amerika Birleşik Devletleri'ndeki topla ve dağıtım ağ modellerini arttırdı (Barros, Somasundaraswaran, Wirasinghe, 2007).

(Burghouwt, Wit, 2005)'e göre, Amerika Birleşik Devletleri'nde havayolları ağları bir dağıtım merkezinde (hub) kuruluyor ve buradan yolcuların dağıtımını sağlıyor. Avrupa Birliği'nde (AB) topla ve dağıtım ağ yapısı Amerika Birleşik Devletleri'nden farklı işletilmektedir. Avrupa Birliği'ndeki tam servis sağlayıcı havayolları ağ yapılarını dalga yapısı mantığı üzerine kurmuşlardır. " Bu yapı, dalgaların sayısı, zamanlaması ve her yapının ayrı yapısından oluşur". Bu dalga yapıları tüm gelen uçuşların anlamlı zaman dilimi içerisinde tüm giden uçuşlara bağlantı vereceği şekilde oluşturulmuş yapılardır.

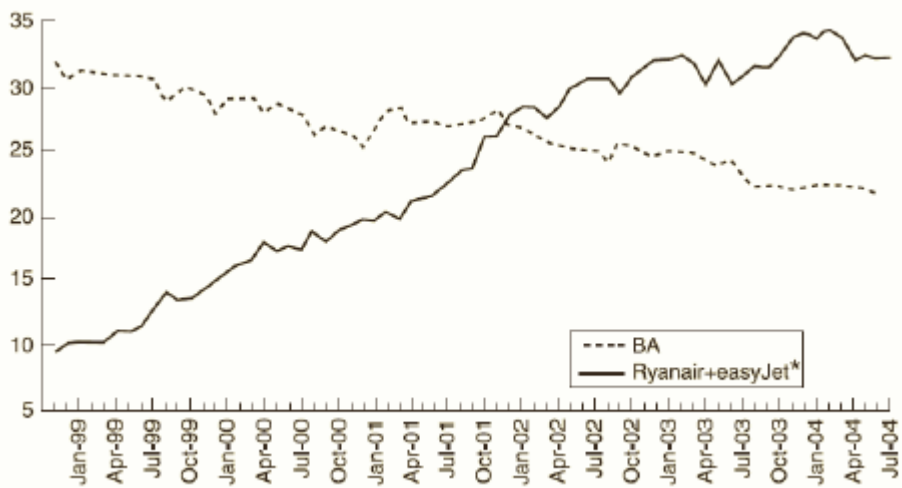
Tam servis sağlayıcı hava yollarının yüksek işçilik maliyetleri vardır. Bu maliyetlerin azaltılması konusunda dikkatli olmalı ve verimliliği arttırmaları gerekir. Örnek olarak personel başına düşen yolcu sayısı arttırılmalıdır. Tam servis sağlayıcı havayolları, genellikle kardeş şirketler, ucuz maliyetli taşıyıcı iştirakler ve stratejik ortaklıklar kurarak, bölgesel iş ortakları yoluyla yolcuları transfer ederler. Ucuz

maliyetli taşıyıcı havayolları ile rekabet etmek için daha fazla içsel faaliyeti (yeme içme hizmetleri, yer hizmetleri ve uçak bakımı gibi) dış kaynak yoluyla tedarik ediyorlar. Aer Lingus, Bmi ve SAS gibi hava yolu şirketleri ekonomi sınıfında ücretli yemek hizmeti sunmaktadırlar. Aer Lingus pek çok tipik düşük maliyetli taşıyıcı özelliğine ship hibrit bir taşıyıcı olarak görülmektedir. Ağ taşıyıcıları hub hakimiyeti avantajına sahiptirler. Bu hakimiyet sayesinde havaalanı uçuş kalkış izinlerini (slot) ve ucuz maliyetli taşıyıcıları merkezi havaalanlarından ve kendi hublarından uzak tutma avantajını ellerinde tutarlar (Dennis, 2007).

2.1.2. Düşük Maliyetli Taşıyıcı İş Modeli

Hava yolu pazarlarındaki şiddetli rekabet, son yıllarda düşük maliyetli hava yolu (DMT) iş modelinin artmasına yardımcı oldu. Bunun başlıca nedenleri dünyadaki ekonomik koşullardaki dalgalanmalar ve ekonomik krizle talebin azalmasıdır (Alamdari, Fagan, 2005). DMT terimi düşük maliyetli hava yollarını belirtir ve DMT yalnızca bilet fiyatlarını içeren ücret sunarlar ve diğer tüm servisler bu havayolları için yardımcı gelir kaynağıdır (Williams, 2002).

Hava taşımacılığındaki serbestleşme ve bariyerlerin kaldırılması sayesinde, düşük maliyetli taşıyıcılar pazar payı kazanmış ve kârlı hale gelmişlerdir. Yolcuların seyahatlerini çok düşük fiyatlarla yapmalarına izin verirler (Gillen, Lall, 2004). Şekil 4, 1999'dan 2004 yılına Ryanair ve EasyJet pazar payını artırırken British Airways şirketinin beş yılda nasıl pazar payının düştüğünü göstermektedir (Alamdari, Fagan, 2005).



Şekil 4: British Airways'e Karşı Ryanair ve Easyjet'in Büyüme Oranları

Alamdari, F., & Fagan, S. 2005. Transport Reviews : A Transnational Impact of the adherence to the original low - cost model on the profitability of low - cost airlines. **A Transnational Transdisciplinary Journal**, December 2014, 37–41

Düşük maliyetli taşıyıcıların temel amacı kısa mesafeli noktadan noktaya hizmetler sunmaktır (Gillen, Lall, 2004). Düşük maliyetli havayolları yüksek nüfuslu şehir çiftlerine odaklanmaktadır. Bu şehirler, ucuz maliyetli taşıyıcıların noktadan noktaya ağ modelini belirlerler. Ancak, Forsyth (2007)'e göre, düşük maliyetli taşıyıcılar yakın gelecekte uzun mesafeli güzergahlarda da uçacaklar. Örnek olarak , JetStar havayolları Avustralya'dan Uzak Doğu'ya uzun mesafe pazarda hizmet vermektedir (Reynolds-Feighan, 2001).

2.1.3. Charter (Tarifesiz) İş Modeli

Charter havayolları küçük pazar paylarına sahiplerdir. Ağ taşıyıcıları ve düşük maliyetli taşıyıcılar ile karşılaştırıldıklarında büyüklükleri küçüktür. Genellikle önceden rezervasyon yapılmış bir tatil paketi (oteller, havalimanlarına transfer, havalimanları, turlar vb.) içeren tatil yerlerine uçarlar. Charter şirketleri belirli bir günde belirli bir rotada uçmaları için uçaktaki koltukları acentelere, tamamen veya blok şeklinde kiralarlar. Charter havayolları, kâr etmek için yüksek koltuk doluluk oranına ihtiyaç duyar. Bu nedenle, Charter havayolları talep dalgalanmalarından ağ modeli taşıyıcılarından göre daha fazla etkilenirler.

Aşağıda charter (tarifesiz) modelin özellikleri belirtilmiştir (Papatheodorou, Lei, 2006).

- Avrupa'daki eğlence tatilleri için birincil ulaşım kaynağıdır.

- Düşük maliyetli hava yolu konseptinin öncüsüdürler
- Birim maliyetleri düşüktür
- Tarifeleri istenmeyen saatlerdedir
- İkincil havaalanlarına uçuş düzenleyerek maliyetlerini ve ücretlerini azaltmaya çalışırlar.
- Temel uçuş hizmeti sunarlar
- Noktadan noktaya uçarlar

2.1.4. Hibrit İş Modeli

Havacılık sektörü çok dinamiktir ve eğer bir hava yolu şirketi piyasanın ve yatırımcının gereksinimlerini iyi anlayamazsa ciddi kayıplarla karşı karşıya kalır. Günümüzde, küçük hava yollarının çoğu, niş pazarlar aramakta ve daha önce açıklanan tipik iş modellerine tam olarak uymayan iş modellerini benimsemektedirler. Air Berlin, iş modelini tatil odaklı bir modelden melez olana kadar tasarlayan bir taşıyıcıdır (Klophaus, Conrady, Fichert, 2012).

Hibrit-tip taşıyıcıya bir başka örnek Aer Lingus'tur. Eski İrlanda bayrak taşıyıcı hava yolu, hem Dublin hem de Shannon havalimanlarından Avrupa'ya ve Amerika Birleşik Devletleri'ne transatlantik servislerde tam servis sağlayan bir ürün sunuyordu. Bununla birlikte, her iki pazarda artan rekabet nedeniyle hava yolu zarar görmüştür ve hava yolu işletme modelinde finansal olarak başarılı bir şekilde değişikliğe gitmiştir. Aer Lingus artık Dublin'den kısa mesafeli varış noktalarına düşük maliyetli hizmetler sunmakta ve Kuzey Amerika'ya ise tam servis sağlayıcı gereklerini yerine getiren uzun mesafeli uçuş biletleri satmaktadır (Klophaus, Conrady, Fichert, 2012).

Türkiye'den Pegasus Havayolları düşük maliyetli taşıyıcılar ile ağ merkezli taşıyıcılar arasında bulunan güzel bir hibrit modeldir. Pegasus Havayolları, hibrit taşıyıcının şu özelliklerine sahiptir: (Haybat, 2011)

Transit uçuşlara sahip düşük maliyetli bir hava yolu olarak faaliyet gösterir (uluslararası uçuşlardaki yolcuların % 35'i transittir)

- Ana satış kanalı “flypgs.com” bilet sitesidir, ancak diğer bilet satış biçimlerini kullanır
- Yük taşımacılığını düşük maliyetli havayolları gibi taşır
- Bir sadakat programı geliştirdiler
- Uçuşlarında “Kod Paylaşımı” vardır

- Seyahat sigortası, uçakta koltuk seçimi, düşük fiyatla uzay aracı seçimi, otel konaklama rezervasyonu, on-line kayıt ekstra bagaj, çevrimiçi araç rezervasyonu, uçakta yemek siparişi verme gibi ek hizmetler gibi ürünler sunmak

Klophaus ve diğ. (2012) tarafından yapılan bir araştırmaya göre, Avrupalı düşük maliyetli taşıyıcılar iş modellerini 12 tam servis sağlayıcı hava yolunun özelliklerini kapsayan hibrit stratejilere doğru değiştirmeye başlamışlardır, Düşük maliyetli taşıyıcıların çoğu düşük maliyetli özellikleri, bağlantılı ağ modelleriyle harmanlayan karma taşıyıcılara dönüşmüşlerdir.

Bilet, otel hizmeti ve ulaşım hizmetlerini içeren entegre turizm paketleri satan tur şirketleri, charter hava yolu şirketlerinin sahibidir (Williams, 2002). Charter havayolları çoğu zaman hava yolculuğu dışında para kazanmaya odaklanmıştır. Havalimanından otel taşımacılığı, otel hizmeti ve uçak ikram hizmetleri gibi diğer alternatif hizmetleri sunarak uçuşlardan yaptıkları zararı kapatmaya çalışırlar.

Tatil trafiği, charter hava yollarının tüketici segmentlerinin ana gövdesini oluşturur. Tatil trafiği dinlendirici aktiviteler ve dini ziyaretleri içerir. Turizm faaliyetlerine bağlı olan ülkeler ve ekonomiler vardır. Charter havayolları turizm ekonomisinin çok önemli unsurlarıdır. Karayipler, Akdeniz şehirleri ve ülkeleri bu tür ekonomilere çok iyi birer örnektirler (Papatheodorou, Lei, 2006).

2.2. Hava yolu Ağ Modelleri

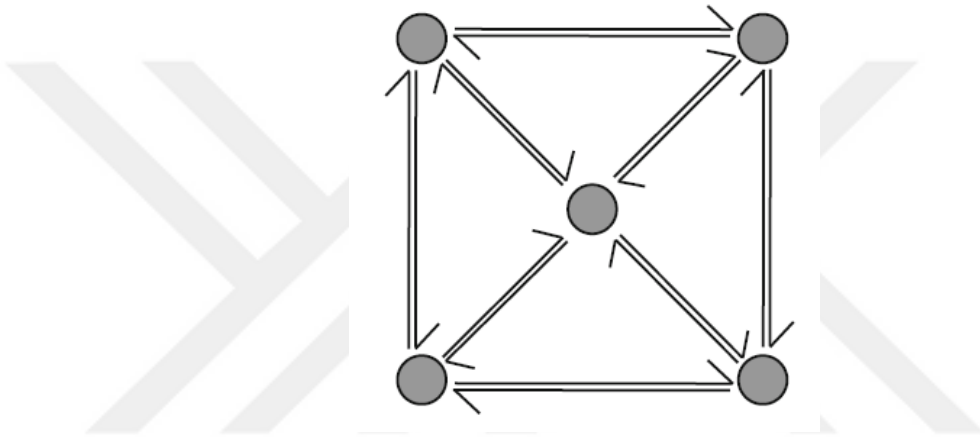
2.2.1. Noktadan Noktaya Ağ Modeli (PP)

Havayolları hitap etmek istedikleri yolcu trafiğini zamansal ve mekansal olarak dağınık bulduklarında noktadan noktaya (point to point) ağ (network) yapısını tercih ederler. Bu hava yollarının ağ yapıları, “operasyon üssü” (base) adıyla tanımlanan birden çok havaalanından diğer varılacak havaalanlarına hizmet sağlamasıyla gerçekleştirilir. Yolcu bağlantıları noktalar arası değil, kalkış ve varış noktalarının birer bir birbirlerine bağlanması sayesinde gerçekleştirilir (Genç, 2017).

Hava yolu şirketleri noktadan noktaya ağ yapısında hedef şehirler arasında direkt seferler düzenlerler. Bu ağ yapılarının temel amacı, hedef şehirler arasında yerel (lokal) talebe hizmet etmektir. Ayrıca ağ yapısında öte noktalardaki ya da bağlantılı yolcularun daha az önemsenmesi de bu yapının ana özelliklerindedir (Burghouwt,

2007). Noktadan noktaya hizmet veren havayolları bağlantılı yolcu trafiği taşımadıkları için, genellikle yüksek nüfuslu şehirler arasında yerel (lokal) talebin yüksek olduğu pazarları seçmek zorundadırlar (Alamdari, Fagan, 2005).

Şekil 5’de 5 farklı noktanın noktadan noktaya ağ yapısı ile birbirine bağlanması gösterilmiştir. 5 farklı noktadan birbirine çift yönlü olarak bağlanması için şekilde de görüleceği üzere 20 adet uçuş gerekmektedir. Noktadan noktaya ağ yapısında n noktayı birbirine çift yönlü bağlamak için $n*(n-1)$ adet bağlantı gerekmektedir. Bu ise hem operasyonel hem de mali açıdan külfetli bir operasyona sebebiyet verecek bir durumdur.



Şekil 5: Örnek Noktadan Noktaya Ağ Modeli

Goedeking, P. 2010. *Networks in aviation: Strategies and structures*.

Şekil 6’daki Pegasus Hava yollarının iç hat seferleri, noktadan noktaya ağ yapısının güzel bir örneğidir. Her ne kadar Pegasus Hava Yolları’nın operasyon merkezi İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı olsa da ülkedeki birçok şehir ikilileri arasında seferleri bulunmaktadır. Örnek olarak Adana - Van, Antalya - Diyarbakır, İzmir - Kayseri ikilileri verilebilir.



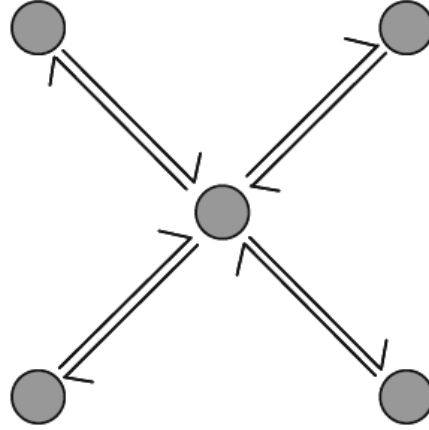
Şekil 6: Pegasus Hava Yolları'nın İç Hat Noktadan Noktaya Uçuş Ağı

"Uçuş Noktaları", [06.05.2019]. <https://www.flypgs.com/faydali-bilgiler/ucusun-icin-bilgiler/ucus-noktaları>.

2.2.2. Topla ve Dağıt (Hub and Spoke) Ağ Modeli

Topla ve dağıt ağ modeli (hub and spoke network model), merkezi hub noktaları üzerinden yolcu talebi akışını sağlayan sistemdir. Bu modelde yolcu çıkışı olan noktalar hublara (merkezlere) direk, diğer noktalara ise hub (merkez) aracılığıyla bağlıdır. Ağ taşıyıcısı olarak çalışan havayolları, bağlantılarını optimize etmeye çalışıp topladığı yolcu sayısını artırarak dağıtım yapacağı noktalardaki uçuşlarını maksimum şekilde doldurmaya çalışırlar. Operasyonlarının merkezi "hub" olarak adlandırılır. Topla ve dağıt ağ modeli noktalar arasındaki bağlantıyı sağlamak için gerekli olan rota sayısını azaltırlar. Açılan yeni hatlar hub ile bağlantı kurulması sebebiyle iki farklı noktayı birbirine bağlamaktan daha kolaydır. Topla ve dağıt ağ modeli operasyonda, yolcu bağlantısında, ekip yönetiminde ve bakım onarım hizmetlerinde hava yoluna esneklik sağlar. Ağ taşıyıcı havayolları, yalnızca üretim verimliliği açısından değil, aynı zamanda ürün kalitesini belirleyen ağ bağlantı kalitesi için de uçakların zamanlamasını optimize etmeye büyük özen göstermektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde, havacılıktaki bariyerlerin kaldırılmasından önce, 1978 yılında devletin havacılıktaki bariyerleri kaldırdığı tarihe kadar, havayolları yalnızca devletin belirlediği rotalarda hizmet veriyorlardı. Bu tarihten sonra ise neredeyse bütün büyük ABD havayolları ağlarını geleneksel noktadan noktaya (P2P) ağlardan bağlantı tabanlı topla ve dağıt sistemindeki sistemiyle değiştirdiler (Geodeking, 2010).

Şekil 7, 5 adet nokta için örnek topla ve dağıt ağ model gösterimini yapmaktadır. Ortadaki nokta merkez (hub) görevi görürken kenarlardaki noktalar hub aracılığı ile diğer noktalara aktarmalı olarak ulaşmaktadırlar. Her ne kadar bu toplam uçuş süresi ve aktarma sayısını arttırsa da hem bir noktadan daha fazla noktaya ulaşma imkanını arttırması hem de yolcu ve havayolları açısından maliyet düşürmesi sebebiyle tercih edilen bir ağ modelidir.

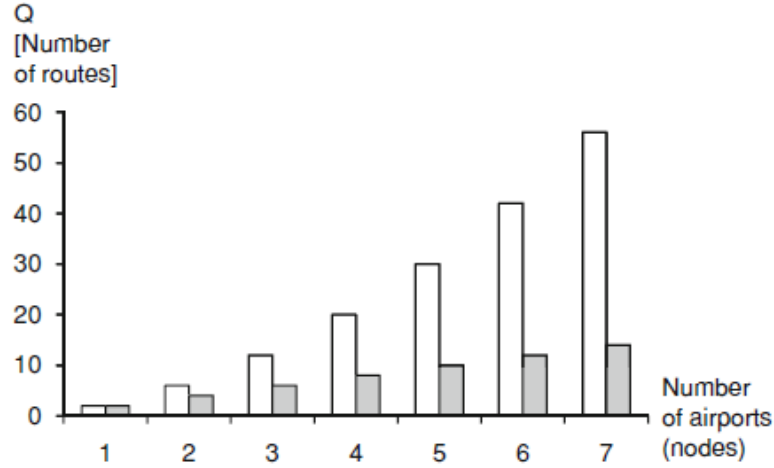


Şekil 7: Örnek Topla ve Dağıt Ağ Modeli

Goedeking, P. 2010. *Networks in aviation: Strategies and structures*

Şekil 8 n adet noktanın birbirine çift yönlü olarak bağlanması için hem noktadan noktaya ağ modeli hem de topla ve dağıt ağ modelleriyle kaç bağlantıya gerek duyduklarını grafik ve tablo halinde göstermektedirler. Şekil 8’de görüleceği üzere noktadan noktaya ağ yapısında gerekli bağlantı sayısı birleştirilmek istenen nokta sayısı arttıkça network ağ yapısına göre çok ciddi oranda artış göstermektedir.

Şekil 9 topla ve dağıt ağ modelinin hizmet verilen şehir çiftleri üzerindeki etkisini açık bir biçimde göstermektedir. Bir ağ merkezinden farklı 2 noktaya hizmet verilirken toplam hizmet verilen şehir çifti 3 iken, bu rakam 6 farklı şehre çıktığında rakam 21’e, 10 farklı şehre çıktığında 55’e, 100 farklı şehre çıktığında ise 5,050’ye çıkmaktadır. Bu ise ağ modelinin eldeki kaynakları ne denli efektif ve verimli kullanılmasını sağladığının açık bir göstergesidir.



Şekil 8: Nokta Sayısına Göre Karşılaştırmalı Olarak Gerekli Bağlantı Sayısı

Goedeking, P. 2010. *Networks in aviation: Strategies and structures*

Number of spokes from the hub	Number of markets connected via the hub	Number of direct markets terminating at the hub	Total city pairs served
<i>n</i>		<i>n</i>	
2	1	2	3
6	15	6	21
10	45	10	55
50	1,225	50	1,275
75	2,775	75	2,850
100	4,950	100	5,050

Şekil 9: Ağ Modelinin Hizmet Verilen Şehir Çiftleri Üzerindeki Etkisi

Goedeking, P. 2010. *Networks in aviation: Strategies and structures*

Topla ve dağıt ağ modeli ve noktadan noktaya ağ modeliyle karşılaştırıldığında, daha az uçak ihtiyacına gerek duyar ve daha az arz edilen koltuk kilometre (AKK - ASK) üretimi gerçekleştirir. Fakat havayollarına daha fazla kalkış ve varış şehirleri arasında, toplam operasyon maliyetlerini düşürecek şekilde hizmet verme şansı sağlar (Belobaba, Odoni, Barnhart, 2009).

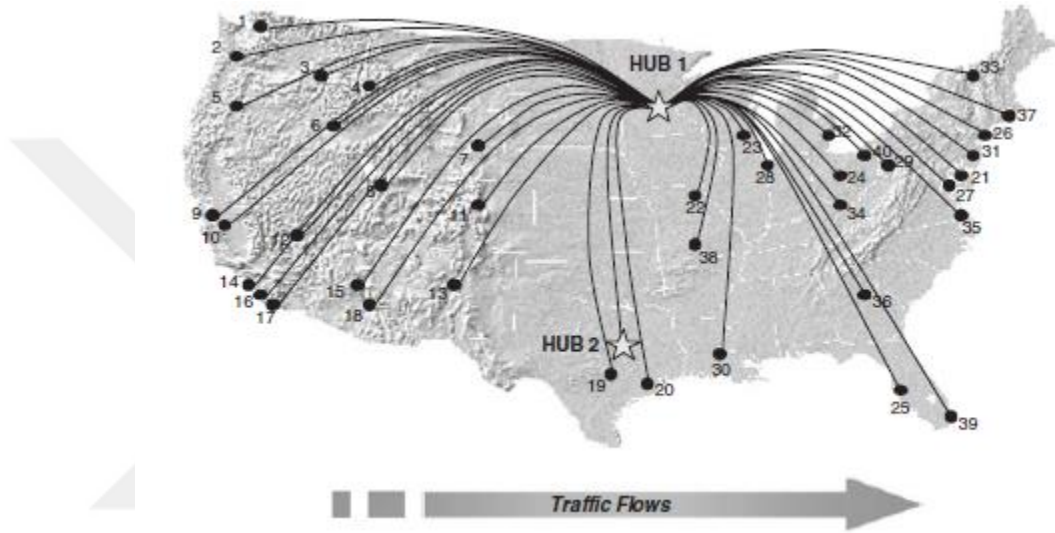
2.2.3. Çoklu Toplu Dağıt Ağ Modeli

Havayolları, kapsama alanlarını genişletmek ve niş pazarlara hizmet sunabilmek için birden fazla topla dağıt merkezi kullanırlar. Topla dağıt ağ modeli diğer iki stratejinin bir birleşimi olarak da değerlendirilebilir (Genç, 2017).

Havayolları arasındaki stratejik ittifaklar ve birleşmeler de, topla ve dağıt ağ modelinin avantajlarından daha fazla yararlanılması için araç olabilir. İttifaklar ve

birleşmeler hava yollarının çok merkezli ağlar oluşturmasına izin verir (Burghouwt, 2007).

Şekil 10 Amerika Birleşik Devletleri'nde örnek bir çoklu topla dağıtım modelini göstermektedir. Hub 1 ve hub 2 arasında sağlanan bağlantı, hub 2 noktasından hub 1 noktası aracılığıyla ulaşılacak onlarca noktayı göstermektedir. Bu ise aynı noktalara Hub 2'den servis sağlanmasını veya sağlanan servisin frekansının azaltılmasını sağlayarak maliyet avantajını beraberinde getirecek bir durumdur.



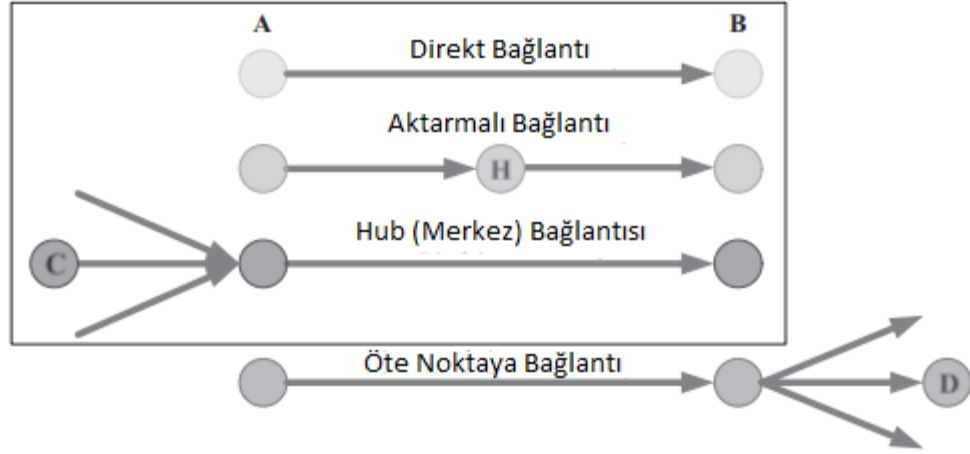
Şekil 10: Örnek Çoklu Topla Dağıtım Ağ Modeli

Belobaba, P., Odoni, A. R., & Barnhart, C. 2009. *The Global Airline Industry*.

2.3. Ağ Bağlantı Çeşitleri

Şekil 11'de gösterildiği gibi 4 farklı ağ bağlantı tipi vardır (Wit de, vd., 2009). Bu bağlantı çeşitleri aşağıda tanımlanmıştır:

- I. Direkt Bağlantı (Direct Connection): A ve B merkezleri arasında herhangi bir aktarma yapılmaksızın olan direkt uçuşlar
- II. Aktarmalı Bağlantı: A ve B arasında farklı bir noktadan aktarma yapılarak gerçekleştirilen uçuşlar
- III. Hub (Merkez) Bağlantısı: A noktası öncesindeki bir noktadan B noktasına A hubu aracılığıyla gerçekleştirilen uçuşlar
- IV. Öte Noktaya Bağlantı: A ve B noktaları kullanılarak, B ötesindeki noktalara gerçekleştirilen uçuşlar



Şekil 11: Ağ Bağlantısı Türleri

Wit de, J., Veldhuis, J., Burghouwt, G., & Matsumoto, H. 2009. Competitive position of primary airports in the Asia-Pacific rim. *Pacific Economic Review*, 14(5), 639–650. (Wit de, vd., 2009)

Bu çalışmada yolcu trafik değerleri belirlenirken yukarıda belirlenen bütün bağlantı türleri yolcu büyüklüğü açısından hesaba katılmıştır.

2.4. Talep Tahmin Modelleri

Literatürdeki birçok çalışma, yolcu talep tahmini teknikleri sorununa odaklanmıştır. Bununla birlikte, zaman serisi analizleri veya regresyon modelleri gibi bazı analiz metodları yeterli veri bulunmayan yeni rota tahmini problemlerinde çok fazla kullanılmazlar. Bu yöntemlerin dışında, bu problemde kullanılan yöntemler sınırlıdır. Bunlar, pazar araştırması ve yönetici kararı ve çekim/ağırlık (gravity) modelleridir.

Literatürde en önemli tahmin tekniklerinden biri, seçilen özellik/niteliklerin bazılarını mesafeye ters orantılı olarak kullanarak iki şehir arasındaki talebi hesaplayan yerçekimi modelidir.

$$R = \frac{G(m_1+m_2)}{r^2} \quad (1)$$

Model, havacılık alanında öncelikle 1951 yılında D'Arcy Harvey tarafından kullanılmıştır (Doganis, 2010). Çekim modelinde bir başka öncül çalışma, 1966'da Doğanis (Doganis, 2010) tarafından, değişen nüfusu çiftlerin her birinin toplam hava trafiğinin çarpımı yoluyla hesaplanmasıyla geliştirilmiştir. Grosche ve diğ. (2007) bir kentin veya havza alanının ekonomik gücünün "kütle" (mass) olarak

kavramlaştırılabileceğini belirtmiştir. Çekim modellerinin çıktıları bireysel O&D'lerde (başlangıç-varış noktaları) her zaman makul sonuçlar üretmezler. Yine de, çekim modelleri göreceli kıyaslamalara izin veren tahminler sunabilirler (Goedeking, 2010).

Pazara giriş kararıyla ilgili olarak, literatür tam olarak iki bölüme ayrılabilir: "pazara girişin belirleyicileri" literatürü ve "pazara girişin etkileri" literatürü (Hüschelrath, Müller, 2013). Bu tezin odağının pazara girişin belirleyicileri ile ilgili olmasından ötürü, pazara girişin etkileriyle ilgilenmeyeceğiz. Mevcut literatürde, Berry (1992), Sinclair (1995), ve Januszewski ve Lederman (2003), Boguslaski ve diğ. (2004), Dunn (2008), Liu (2009)'un çalışmalarını da içine alan hava yolu pazara giriş kararlarını araştıran çok sayıda çalışma vardır. Homsombat ve diğ. (2014), bu çalışmaların bir hava yolunun bir pazara hizmet vermeye başladığında bunun bir "sonuç" olarak tanımlandığını ve bu paradigma ile bir hava yolu şirketinin bir pazara girme ve/veya ayrılma hakkında birbirine bağlantılı kararları endojenite bir problemidir.

Mevcut literatürde yeni pazara giriş kararının değerlendirilmesi genellikle yeterli kaynak dikkate alınmadan yapılmaktadır. Diğer yandan, Çabukel (2011)'in yaptığı çalışma gelir ve yolcu, mevsimsellik, rakip, mesafe, GSYİH ve nüfus gibi verilerin kullanımına yönelik iyi bir örnek teşkil etmektedir. Ancak, gelir ve yolcu verilerinin iki değişkenin bağımsız olması açısından ayrı ayrı değerlendirilmeleri gerekmektedir. Bunun yanında, GSYİH doğrudan ülke nüfusu ile ilgili olup, CAPA (2014) bulgusuna göre de GSYİH kriteri yerine kişi başına düşen GSYİH verisinin kullanılması daha doğru sonuçlar doğuracaktır. Bunlara ek olarak, bu çalışmada kriterlerin önemine karar verirken, her bir kriterin önemi ilgili network (ağ) planlama uzmanlarına yapılan anket yoluyla belirlendi.

2.5. Kriterlerin Tanımı

Yeni rota seçimi kararında kullanılan kriterlerin önemini belirlemek için, literatürden ve endüstri araştırmasından 8 adet kriter belirlenmiştir. Bu kriterler aşağıda belirtildiği gibidir:

2.5.1. Mesafe (Maliyet)

Bu kriter, seçilen hub noktasıyla alternatif rotalar arasındaki mesafeyi ifade eder. "Uçuş işletme maliyetleri", uçağın ilgili rotada kullanılmasıyla ilgili tüm maliyetleri içerir ve bu maliyetler, operasyon maliyetlerinin genellikle yarısını temsil eder. Bu maliyet ise havayolları filosu tarafından işletilen fiili uçuş saatine karşı tahsis edilir. Uçulan rotanın mesafesi operasyon maliyetlerin uçulan süre açısından en önemli belirleyicisi olması nedeniyle, mesafe/uzaklık kriteri uçuş maliyetinin belirleyicisi olarak seçilmiştir.

2.5.2. Şehir Nüfusu

Havacılık pazarında potansiyel müşteri, bir şehirdeki havza/hizmet ve diğer alanı (catchment area) ile belirlenmektedir. Belirli bir havaalanının bölgesel çevresinin en geniş konseptine havza alanı denir. Hem havaalanları hem de havayolları, bazen kendi havza alanlarını, havaalanına araba ile veya trenle bir veya iki saat içinde ulaşabilen insanlar toplamı olarak tanımlamaktadırlar (Belobaba, Odoni, Barnhart, 2009). Bu çalışmada metropol şehir nüfusları, havza alanı belirlenmesinde potansiyel yolcular olarak tanımlanmıştır.

2.5.3. Kişi Başına Düşen Gayri Safi Milli Hasıla

Seçilen yeni hattın bulunduğu ülkedeki tüketicinin ortalama gelir seviyesi. Bu gösterge, toplam ve karşılaştırmalı ekonomik durum hakkında iyi bir fikir verir, ancak bir tüketicinin seyahat için ne kadar para harcaması gerektiği konusunda net bir fikir vermez (IATA, 2013).

CAPA'nın (2014) son zamanlarda yaptığı araştırması, ekonomik gelişmişlik ile hava yolculuğunun kullanımı arasında bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Gelir seviyesi daha yüksek olan ülkeler, şehirler ve insanlar daha fazla seyahat etme eğilimindedirler.

Ayrıca Şekil 12'de görülen Avrupa Komisyonun Avrupa Birliği hava taşımacılığı piyasası 2016 yıllık analizleri raporunda bu ilişki açık bir şekilde görülmektedir. Gayri safi hasıladaki düşüş, havacılık sektörünün üretim kriteri olan arz edilen koltuk kilometre çıktısını (AKK - ASK) olumsuz yönde etkilerken, gayri safi hasıladaki yükselişlerde arz edilen koltuk kilometreyi olumlu yönde etkilediği gözlemlenmektedir.



Şekil 12: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla ve Havayolculuğu Arasındaki Korelasyon

European Commission. 2017. **Annual Analyses of the EU Air Transport Market 2016.**
(European Commission, 2017)

2.5.4. Hattın Gelir Düzeyi

Verim (yield) olarak adlandırılan bu kriter, havacılıkta bir yolcudan bir kilometrede elde edilen ortalama gelirin hesaplanmasını ifade eder. Bu kriter ne kadar yüksek olursa o hattın getirisi daha yüksek demektir. Düşük verim ise havacılıkta tercih edilmeme sebebidir. Her ne kadar bir hattın verimi yüksek olsa da ortalama olarak sefer başına gerekli yolcu sayısına ulaşamadığı durumlarda verimin yüksek olması tek başına yeterli bir parametre olamaz.

2.5.5. Yolcu Sayısı

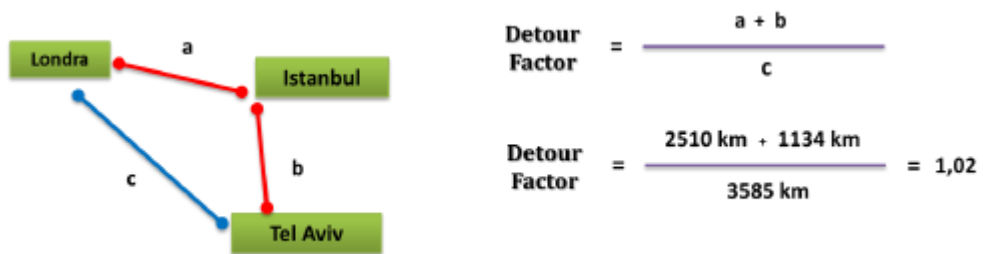
Bu kriter açılacak bir hattın hem kendi yolcu potansiyelini hem de tüm ağdan alabileceği ve besleyebileceği toplam yolcu sayılarını ihtiva etmektedir. Ağdan alabileceği yolcu sayısı hesaplaması yapılırken anlamlı pazarlara giden/gelen yolcular dikkate alınır. Anlamlı pazarlar ise sapma faktörünün (detour factor) düşük olduğu yerlerdir . Çünkü yolcu, daha kısa uçuş süreleriyle düşük sapma faktörü olan uçuşları seçme eğilimindedir. Yeni bir rota açmaya karar verirken, yukarıda da belirtildiği üzere yalnızca bu iki nokta arasındaki doğrudan trafik değil, aynı zamanda bağlantılı trafik de ağ taşıyıcıları için önemlidir. Bağlantılı trafik hesaplanırken verilmesi gereken önemli karar, sapma faktörünün (detour factor) ne olacaktır. Bu çalışmada yolcu verileri hesaplanırken sapma faktörü maksimum 1.2 olarak belirlenmiştir. Çünkü, özellikle uzun mesafeli bağlantılı uçuşlarda birden fazla uçak kullanan yolcu,

zaten uzun olan toplam uçuş süresini daha fazla uzatmaktan kaçınma eğilimindedir. Bu noktada sapma faktörü değerini ayrıntılı olarak açıklamak yerinde olacaktır.

2.5.5.1. Sapma Faktörü (Detour Factor)

Yeni açılacak hat planlaması yapılırken ele alınması gereken önemli konulardan biri sapma faktörü oranıdır (detour factor). Bu faktörün ihtiva ettiği pazara ise literatürde anlamlı pazarlar denilir. Hava yolu şirketleri potansiyel hatları değerlendirirlerken yalnızca hattın kendi yolcu trafiğine değil ötesinde ve öncesinde de alabileceği bağlantılı uçuş trafiğini sapma faktörü sayesinde hesaplarlar.

Anlamlı bağlantı olarak adlandırılan bu formül, x ve j havaalanları arasındaki bir k noktasından aktarmalı olarak yapılacak uçuşlarda i-k ve k-j noktaları arasındaki mesafelerin toplamının i-j arasındaki direkt mesafeye bölümüyle elde edilmektedir (Çabukel, 2011). Şekil 13’de Londra’dan Tel Aviv’e İstanbul aktarmalı bir uçuşla gitmenin anlamlı bağlantı oranı, 1,02 olarak bulunmuştur. Literatürde ve endüstri uygulamalarında anlamlı sapma faktörü değişik kaynaklarda 1,2, 1,3, 1,4 gibi rakamlarla belirtilse de her özel durum için farklı şekilde belirlenebilir. Bu oran bizim çalışmamızda 1,2 olarak belirlenmiş, bu oranı aşan veriler anlamlı bağlantı olarak kabul edilmemiştir. Bununla birlikte dünya üzerindeki bazı O&D pazarları vardır ki, aralarında direk uçuş olmadığı gibi anlamlı bağlantıyı sağlayacak bir uçuşa olmamaktadır. Bu gibi durumlarda aralarında direk uçuşun olmamasından ötürü, ilgili bağlantı anlamlı bağlantı olarak kabul edilmektedir (Çabukel, 2011).

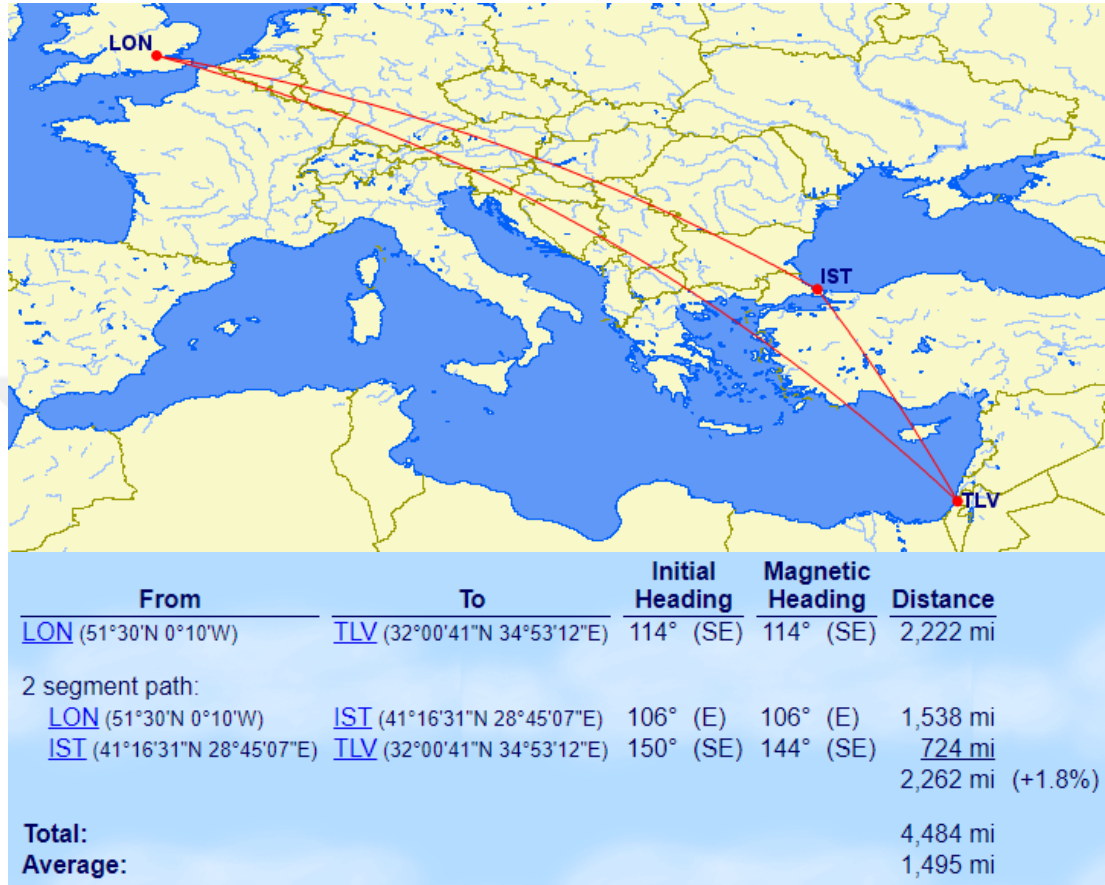


Şekil 13: Sapma Faktörü (Detour Factor) ve Hesaplama Yöntemi

Çiftçi, M. E. “Design and Analysis of a New Regional Hub”. İstanbul Fatih Üniversitesi, 2014 (Çiftçi, 2014)

Şekil 13 ve Şekil 14’de Londra – İstanbul – Tel Aviv rotasını kullanan bir yolcunun izleyeceği rota ve maruz kalacağı sapma faktörü hesaplaması görsel olarak gösterilmiştir. İstanbul aktarmalı Londra – Tel Aviv arasında uçuş gerçekleştirecek bir

yolcu, direkt uçuşa göre %1,8 daha fazla km kat etmesi gerekmektedir ki bu da 1,02 olarak yukarıda hesaplanan değere eşit olmaktadır. Bu değer ise aktarmalı uçuş kullanacak yolcular için oldukça ideal bir değerdir. Değer 1'e ne kadar yakın ise bağlantılı pazarlar için o kadar olumlu bir durumdur.



Şekil 14: Londra – İstanbul – Tel Aviv Bağlantılı Pazarı Sapma Faktörü

“Great Circle Map”, [08.05.2019]. <http://www.gcmap.com/mapui?P=LON-TLV,+LON-IST-TLV>.

2.5.6. Mevsimsellik

Mevsimsellik, yıl boyunca yolcu sayısındaki gerçekleşen dalgalanmadır. Ağ taşıyıcıları planlamalarını yaparken, eğer ki uygun yatırım fırsatları görmemiş iseler genellikle mevsimsel pazarlara girmekten kaçınırlar. Çünkü mevsimselliğin olduğu dönemde kullanılan kapasite, düşük mevsimsellik olduğunda atıl kapasiteye dönüşür. Havacılık atıl kapasite ise imalat sektöründe olduğu gibi stok yapma imkanı olmadığından tercih edilmeyen bir durumdur. Özellikle Türkiye'nin de bulunduğu gibi dünyanın kuzey tarafında bulunan ülkelerde, yolcu talebi yaz mevsiminde kış mevsiminden daha fazladır. Bu açıdan, sadece düşük mevsimsellik değil, aynı

zamanda kış mevsimselliği de Türk havacılık sektörü için kabul edilebilir bir mevsimsellik özelliğidir. Karar vericiler alternatifleri değerlendirirken özellikle ters mevsimsellik kriterini de göz önünde bulunmuşlardır.

Havacılıkta yaz mevsimi genel olarak Nisan – Ekim dönemini içeren 7 ayı, kış dönemi ise Kasım – Mart dönemini içeren 5 ayı içerir. Mevsimsellik hesaplaması yaparken yaz ve kış ayları ortalama aylık yolcu sayısı hesaplanmış mevsimsellik değeri ise ortalama aylık yaz yolcu sayısının ortalama aylık kış yolcu sayısına bölünmesi yoluyla hesaplanmıştır. Değer 1’den ne kadar yüksek ise ilgili hattı o denli yaz mevsimselliği olduğunu, 1’den ne kadar düşük ise de o denli kış mevsimselliği olduğunu göstermektedir. Yaz mevsimselliği olan hatlara ülkemizden en bariz örnek olarak Bodrum ve Dalaman hatlarını gösterebiliriz. Kış mevsimselliği olan hatta ise güney yarım kürede Afrika’nın en güneyinde bulunan Güney Afrika’nın Cape Town şehri örnek verilebilir.

2.5.7. Rakip Hava yollarının Kapasitesi

Goedeking (2010), pazar araştırması yaparken rekabetin değerlendirilmesi gereken önemli konulardan biri olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle pazara giriş kararını değerlendirirken hem pazara sunulan kapasite hem de pazardaki frekans bize pazardaki rekabetin seviyesini gösterir. Bununla birlikte, sunulan kapasite frekans eklenmesi veya daha düşük kapasiteli uçakların büyükleri ile değiştirilerek pazar kapasitesi arttırılabilir.

2.5.8. Rakip Hava yollarının Frekansı

Kapasite olarak, pazara sunulan frekans pazardaki diğer rekabet faktörüdür. Bir pazarda daha fazla frekans varsa, yolcunun seçebileceği çok fazla seçeneği olduğu anlamına gelir. Örneğin, hava yolu şirketinin belirli bir şehirden günlük dört veya daha fazla uçuşu varsa yolcu sabah, öğle, akşam uçuşlarını seçebilir. Özellikle iş yolculuğu yapan yolcular zamanlama konusunda çok katıdırlar ve bunun için daha yüksek ücret ödeme eğilimindedirler. Bu ise ilgili hattın ve dolayısıyla hava yolunun gelirini arttırıcı önemli bir unsurdur.

3. KARAR SÜRECİ VE KARAR TÜRLERİ

Bu bölümde kısaca bulanık analitik hiyerarşi metodunun ait olduğu çok kriterli karar verme (ÇKKV) literatürüne ilişkin inceleme yapılmıştır.

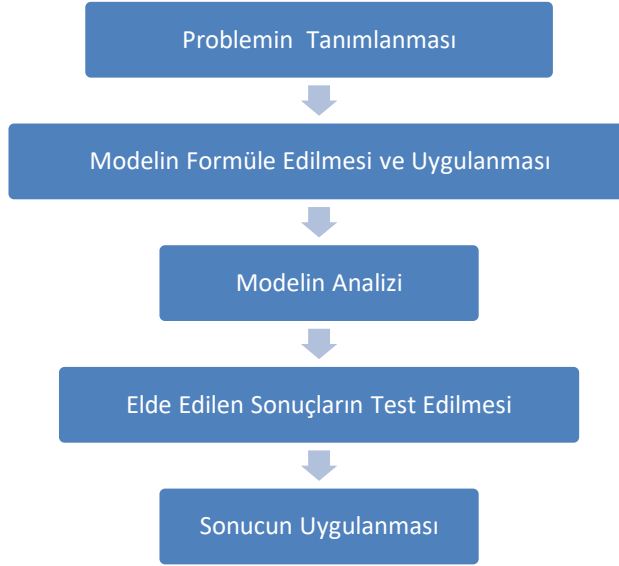
Karar verme süreci, iki veya daha fazla alternatif arasından seçim yapma sürecidir. Belirli bir hedefe ulaşmada veya belirli bir problemin çözümünü bulmak için kullanılır.

3.1. Karar Verme Süreci Aşamaları

Karar sürecinde problem çözmenin aşamaları bulunmaktadır. Bu aşamalar aşağıdaki gibi sıralanmıştır (Timor, 2011).

- I. Karar probleminin tanımlanması,
- II. Karar problemine ait karar unsurlarının tespit edilmesi,
- III. Karara ait amaç ve kısıtların tespiti
- IV. Modelin kurulması (formüle edilmesi)
- V. Alternatif çözümlerin tespiti

Yukarıda belirtilen adımlardan sonra veri toplanır. Toplanan verilerle karar problemine ilişkin problem denenerek sonuçlara göre elde edilen bulgular hakkında yorumlar yapılmaktadır. Şekil 15 bahsi geçen modelin aşamalarını göstermektedir.



Şekil 15: Karar Verme Süreci Çözüm Aşamaları

3.2. Karar Verme Bileşenleri

Karar verme sürecinde kararı etkileyen çeşitli bileşenler bulunmaktadır. Bu bileşenler aşağıda verilmiştir (Kuruüzüm, 1998).

A - Karar verici (Decision Maker): Problemleri, belirlediği amaçlar, hedefler ve kriterler ışığında çözüme ulaşmaya çalışan, yönlendiren, kontrol eden kişi ya da kişi topluluğudur.

B - Analist (Analyst): Problemleri tanımlanmasından probleme ait modelin kurulmasına sürecinin sonuna dek, karar verici ile iletişimde bulunan, belirli şartlar altında çözüm üretme sürecinin aşamalarında da bu iletişimi sürdüren, problem çözme konusunda uzman kişi veya kişi topluluğudur. Bazı durumlarda karar verici kişi ile analist aynı kişi veya grup olması mümkündür.

C - Kısıt: Problemlerin belirlenmiş amaç veya amaç gruplarını etkileyen hipotezler ile içsel ve dışsal kaynaklar veya parametrelerdeki kısıtlamalardır.

D - Amaç: Karar vericilerin, ulaşmak istedikleri yön veya farklı bir söyleyişle karar vericilerin talepleri doğrultusunda maksimizasyon veya minimizasyonu yapılmak istenen özelliklerdir.

E - Hedef: Ulaşılmak istenen nokta, belirlenen belirli bir zamanda yönelmek istenilen amaca ne kadar ulaşıldığını belirleyen terim, ulaşılan veya ulaşılamayan bir istek seviyesidir.

F - Kriter: Kriter performans etkinliğinin bir ölçüsü olarak belirtilir ve değerlendirmelerin ana omurgasını oluşturmaktadır. Çok amaçlı karar verme literatüründe “kriter”, amaç, hedef ve nitelik mefhumlarını da kapsayacak anlamda değerlendirilebilmektedir.

G - Nitelik: Karar vericinin talep ve gereksinimlerinde göreceli olarak özgür bir şekilde tanımlanmış olan “nitelik”, belirli bir kararın ne değerde ulaşılabildiğinin belirlenmesine olanak sağlayan bir ölçüt olarak tanımlanmaktadır.

H - Karar değişkeni: Karar vericinin belirlediği spesifik kararların her biri birer farklı karar değişkeni olma özelliğini taşır.

3.3. Karar Türleri

Karar türleri literatürde farklı sınıflandırmalara tabi tutulmaktadır. Bunlar şu şekilde sınıflandırılabilirler (Timor, 2011):

- I. İçerik bakımından kararlar
- II. Yönetim basamağı bakımında kararlar
- III. Süre bakımında kararlar
- IV. Karar vericilerin sayıları bakımında kararlar
- V. Nitelikleri açısından kararlar
- VI. Bilgi derecesine göre kararlar
- VII. Veriliş biçimlerine göre kararlar
- VIII. Verilişi sırası açısından kararlar
- IX. Yapıları açısından kararlar
- X. Konuları açısından kararlar
- XI. İlgili olduğu işletme etkinliği açısından kararlar

Ayrıca yapılan çalışmalarda karar türlerinin farklı kaynaklarda farklı şekilde sınıflandırıldıkları da görölmektedir. Bunlar:

- I. İşletmelerin yaşam ve gelişme evrelerine göre kararlar
- II. Kapsam ve önem derecesine göre kararlar
- III. Karar katılma derecesine göre kararlar
- IV. Karar organının örgüt içerisindeki yetki derecesine göre kararlar
- V. Karar sürecinde kullanılan yöntem ve verilerin kaynağına göre kararlar

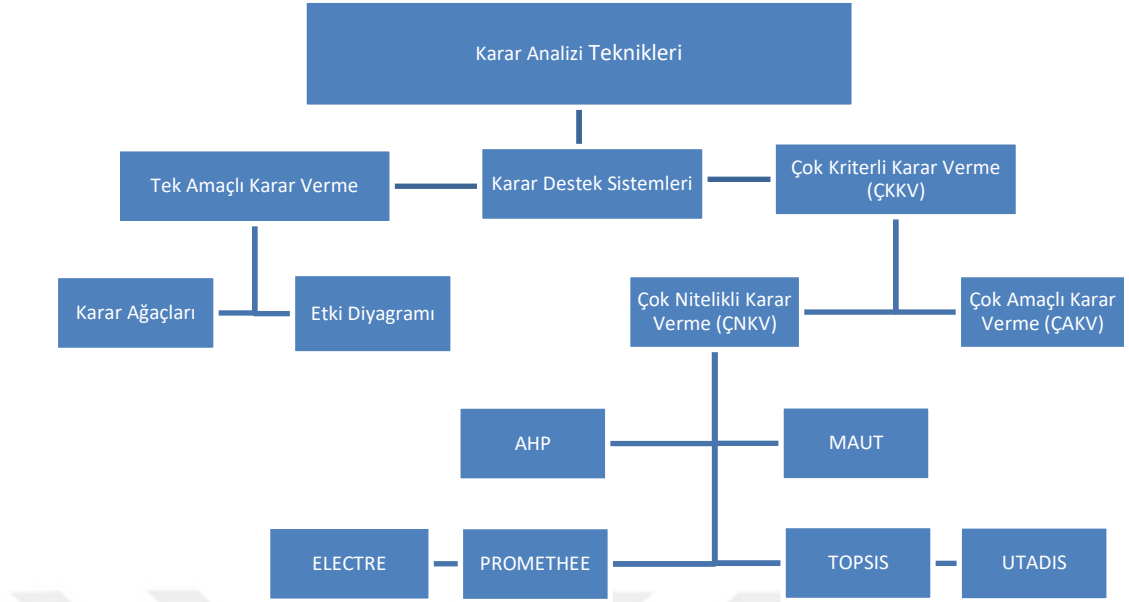
gibi farklı sınıflandırmalara ve bu sınıflandırmaların altında alt dallara da ayrılmaktadırlar.

3.4. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

Çok kriterli karar verme (ÇKKV), birden çok ve birbiriyle çelişen hedefleri içeren problemlerle ilgili olan bir yöneylem araştırma alanıdır. Problemlerde amaç sayısı daha fazla olduğu zaman, karar vermenin daha karmaşık hale geldiği açık bir gerçektir (Gürel, 2012).

Bir karar problemi, birden çok nitelik ve nicelik içeren kriter ve amaç gerektirdiğinde , bu tür problemler “Çok Kriterli Karar Verme” problemleri olmaktadır. “Çok kriterli karar verme yöntemleri, ölçülebilen ve ölçülemeyen stratejik ve operasyonel faktörleri eş zamanlı olarak değerlendirme olanağı veren, karar verme sürecine çok sayıda kişinin dahil edilebileceği analitik yöntemlerdir (Timor, 2011).

Şekil 16 Karar analizi tekniklerinin sınıflandırılmasını göstermektedir. Bu çalışmanın metodu olan Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (Fuzzy Analytic Hierarchy Process) Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinin alt dalı olan Çok Nitelikli Karar Verme tekniğinin, Electre (Elimination and Choice Translating Reality), Promethee (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation), Maut (Multiattribute Utility Theory), Topsis (Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution) ve Utadis (Utilities Additives Discriminantes) ile beraber alt dallarından biridir.



Şekil 16: Karar Tekniklerinin Sınıflandırılması

Timor, M. 2011. *Analitik Hiyerarşi Prosesi*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.

3.4.1. Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV)

Bir karar probleminde, birden çok nitelik ve nicelik içeren kriter ve amaç içerdiğinden, bu tür karar verme türüne “Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) tekniği olarak incelenmektedir.

İşletmecilik problemlerinin pek çoğu şartlar gereği “Çok Nitelikli”dir. Bu metotta kriterler arasında seçim yapılması gerektiğinden ve bir kritere ulaşmaya çalışırken diğer kriterden feragat etmek gerektiğinden optimum çözümün bulunması meşakkatli bir süreçtir (Timor, 2011).

Çok Nitelikli Karar Verme, literatürde karar analiz metodlarından çokça kullanılan, birden çok kriterin ele alınması ile alternatifler seçenekler arasından seçim yapılmasını, alternatiflerin gruplanmasını veya sıralanmasını temin eden yöntemleri içermektedir. Çok Nitelikli Karar Verme, birden çok kritere göre önem derecesini belirleme imkânı tanıyan teknikler içermektedir (Çiçek, 2013). Ele alınan kriterlerden en uygun alternatifi seçmek için çeşitli metodlar geliştirilmiştir. Bu metodlar yukarıda, Şekil 16’da belirtilmiştir.

4. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1970'li yıllarda Profesör Saaty'nin geliştirdiği, birden fazla kriter ihtiva eden komplike problemlerin çözümünde kullanılan bir karar verme metottur. AHP, karar vericilere komplike problemleri, problemin ana amacı, kriterleri (criteria / attributes / objectives), alt kriterler ve alternatifleri arasındaki bağlantıyı ortaya koyan bir hiyerarşik yapıda modellemelerine imkan sağlar. Karar vericilerin hem nesnel hem de öznel fikirlerini karar prosesine dahil edebilmesi AHP'nin en önemli özelliği olarak söylenebilir. Bir başka deyişle AHP, bilginin, tecrübenin, bireyin fikirlerinin ve önsezilerinin mantıklı bir şekilde kombine edildiği bir metottur. AHP geniş kullanım alanına sahip ve karar problemlerinde çokça kullanılan etkin bir yöntemdir (Kuruüzüm, Atsan, 2001).

AHP ile problem çözümünde, öncelikle hedef problem belirlenmekte, daha sonra hedeften yola çıkılarak Analitik Hiyerarşi Prosesi çözüm aşamaları uygulanmaktadır. AHP ile çözüm aşamaları aşağıdaki gibidir (Timor, 2011):

1. Hedef listesinin çıkarılması
2. Hedefleri gerçekleştirmek için gerekli kriterlerin listelenmesi
3. Herbir kriter için (n) muhtemel karar alternatifinin belirlenmesi
4. Hiyerarşik modelin belirlenmesi

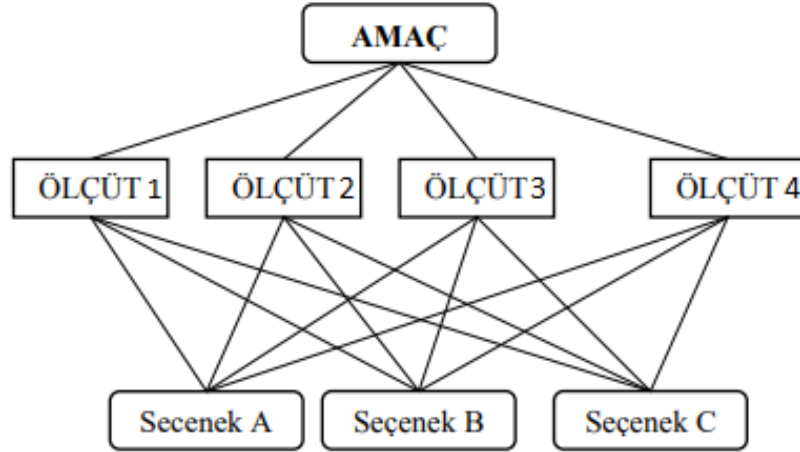
Analitik Hiyerarşi Prosesi ile öncelikleri belirleyerek düzenli bir şekilde karar vermek için aşağıdaki adımları uygulamamız gerekir (Saaty, 2008):

1. Sorunu tanımlamak ve ihtiyaç duyulan bilgi türünü belirlemek.
2. Karar hiyerarşisini, kararın hedefi ile en tepede, daha sonra orta seviyede kriterleri geniş bir perspektifle belirlemek ve en düşük seviyede de kriterlere bağlı alternatifleri (genellikle bir alternatifler kümesidir) yer alacak şekilde yapılandırmak.

3. Bir dizi ikili karşılaştırma matrisi oluşturmak. Her düzeydeki eleman aynı düzeydeki diğer elemanlarla karşılaştırmak ve bunu her düzey için uygulamak.
4. Karşılaştırmalardan elde edilen öncelikleri (ağırlıkları), aşağıdaki seviyedeki öncelikleri belirlemek için kullanmak ve bunu her eleman için yapmak. Daha, sonra işlemler alternatiflerin öncelikleri ve genel ağırlıkları tespit edilene dek sürdürmek.

İlgili kriter ve alternatifleri karşılaştırma yapmak için, karşılaştırıldıkları kriter veya alternatif bakımından kaç kez daha önemli veya baskın olduğunu 1 ile 9 arasında bir sayı ölçeği kullanarak hesaplanır. Bu sonuçların tutarlı olup olmadığı ayrıca değerlendirmek gerekir.

Şekil 17 örnek bir Analitik Hiyerarşi Prosesi yapısını göstermektedir. En üst seviyede amaç (hedef) bulunmakta, orta seviyede ölçütler (kriterler), en alt seviyede ise seçenekler (alternatifler) bulunmaktadır.



Şekil 17: Örnek Analitik Hiyerarşi Yapısı

Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanımının bazı avantaj ve dezavantajlar vardır. Avantajları (Bhutta vd. 2002'den aktaran Timor 2011):

- Analitik Hiyerarşi Prosesi, büyük ölçekli problemleri değerlendirebilecek katı olamayan bir modelleme yöntemidir.

- Kriterler, ikili olarak birbirleriyle ve her seviyede mukayese edilirler. Bu sayede, probleme ait matris büyümeksizin daha çok sayıda kriter probleme eklenebilmektedir.
- Öznel ve nesnel kriterleri içeren problemlerin çözümünde etkili bir metottur.
- Geniş bir uygulama alanına sahiptir ve konuyla alakalı çok sayıda yayın bulunmaktadır.

Dezavantaj ve sakıncaları ise şöyle sıralanabilir:

- Diğer yargısal tekniklerle benzer şekilde, bu tekniğin de karar vericilerin belirlediği yargılar tarafından manipüle edilebildiği belirtilmektedir. Bu hali ile sonuçları teyitinin analitik (bağımsız) bir sistemi bulunmadığı belirtilmektedir.
- Kriterlerin tamamının bağıl (göreceli) olması sebebiyle mutlak ölçekler belirlenemediği belirtilmektedir.
- Her yeni kriter ilave edildiğinde tüm sürecin baştan alınması gerekliliği eleştirilere sebep olmaktadır.
- Literatürde AHP ile yapılmış çok fazla uygulama var olmasına rağmen, AHP'nin ortaya çıkmasını takip eden dönemden başlayarak, Analitik Hiyerarşi Prosesi "Sıra Değişimi (Rank Reversal)" konusunda çok fazla kritik almış ve bu mevzuda karşıt fikirlerde çok sayıda makale yayınlanmıştır. Bu yayınlarda, Analitik Hiyerarşi Prosesi'nde karşılaşılan önemli problemlerden birinin "Sıra Değişimi" olduğu ortaya konulmuştur.

4.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (FAHP)

4.2.1. Bulanık Kümeler ve Üçgensel Bulanık Sayılar

Zadeh (1965) insan kararların doğasındaki belirsizlik ile başa çıkmak için bulanık küme teorisini ilk ortaya koymuştur. Metodu kullanırken dilsel terim ve üyelik derecelerini kullanmıştır. Bulanık küme her bir nesneye sıfır ile bir arasında değişen bir üyelik derecesi atayan bir üyelik işlevi ile karakterize edilir. Bu dereceler, bulanık kümeye ait özel elemanın kararlılık düzeyini gösterir. 0 sayısı ilgili nesnenin küme üyesi olmadığını gösterirken, 1 sayısı nesnenin kümenin tam üyesi, aradaki değerler

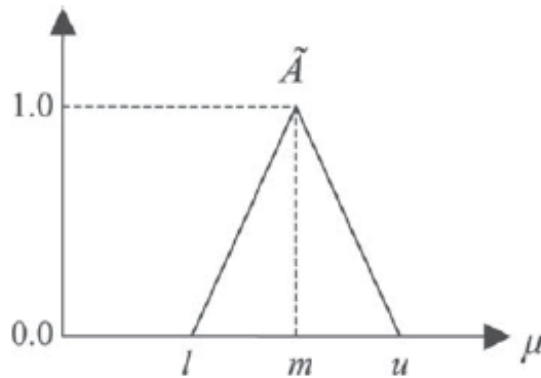
ise nesnenin kümeye ne derece ait olduğunu göstermektedir. Bu teori çok sayıda ÇKKV yöntemi ile beraber kullanılmaktadır (Önkoyun, 2018).

Dilsel bir değişken, değerleri doğal veya yapay bir dilde kelimeler veya cümleler olan bir değişkendir (Zadeh, 1975). Örnek olarak kişinin yaşı, 25, 15, 65, 45 gibi rakamsal değerler yerine genç, çok genç, genç değil, çok genç değil gibi dilsel değerlerle ifade edildiğinde bulanık değişkenler olarak tanımlanırlar (Bellman, Zadeh, 1977).

Dilsel değişken kavramı, geleneksel nicel terimlerdeki tanımlamaya uygun olmayacak kadar karmaşık veya iyi tanımlanmamış olan fenomenlerin yaklaşık değerlerini belirleme için bir araçtır. Dilbilimsel yaklaşımın temel uygulamaları, özellikle yapay zeka, dil bilimi, insan karar süreçleri, örüntü tanıma, psikoloji, hukuk, tıbbi tanı, ekonomi ve ilgili alanlarda kullanılmaktadır (Zadeh, 1975).

Her duruma göre farklı bulanık sayılar kullanmak mümkündür. Çalışmalarda, hesaplamadaki kolaylıkları sebebiyle nedeniyle üçgen bulanık sayılarla (TFN) çalışmak çoğu zaman tercih sebebidir. Üçgen bulanık sayılar, bulanık bir ortamda temsilde ve bilgi işlemenin teşvik edilmesinde faydalıdır. Üçgensel bulanık sayılar bulanık analitik hiyerarşi prosesine adapte edilmişlerdir (Ertuğrul, Karakaş, 2008).

Üçgensel bulanık sayılar, (l, m, u) şeklinde bir üçlü olarak ifade edilebilirler. l , m ve u değerleri sırasıyla bulanık durumu tanımlamaya mümkün olan en küçük değeri, en olası değeri ve mümkün olan en büyük değeri belirtirler (Deng, 1999). Üçgensel bulanık sayı örneği Şekil 18’de gösterilmiştir. Ayrıca çalışmamız için gerekli üçgensel bulanık sayılarda yapılan işlemler metodoloji bölümünde paylaşılmıştır.



Şekil 18: Üçgensel Bulanık Sayılar

4.2.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

İnsan hayatında genellikle çeşitli belirsizliklerle veya kararsız kalınan durumlar ile karşı karşıya kalınır. Karar vericiler kalitatif değerlerle birlikte duygu ve düşünceler de alınacak karara etki etmektedir. Bu ve benzeri durumlarda belirsizlik durumları ortaya çıkabilmektedir (Erdoğan, 2018).

Zadeh'e (1975) göre, günlük yaşamda kesin değerlerden daha fazla dilsel değişkenler ve dilsel terimler insan düşünce sistemini daha gerçekçi yansıtmaları sebebiyle kullanılmaktadırlar. Bu sebeple insan düşünce sistemini tanımlama ve modelleme için kelime ve dilsel ifadelerden yararlanılmaktadır (Çetişli, 2006). Çok kriterli karar verme tekniklerinden olan AHP metodunda verilen kararlarda, bu ve benzeri belirsizlik durumlarıyla ilgilenilmemektedir. Bu durumda çok sayıda araştırma tarafından Analitik Hiyerarşi Prosesi'nin en önemli dezavantajlarından olduğu belirtilmektedir. Birçok literatür araştırmasında da bu durumun AHP'nin önde gelen dezavantajlarından biri olduğu görülmektedir (Erdoğan, 2018).

Öznel algıları ve kesin olmama olgusunu etkili bir şekilde ele almak için, dilsel değerlendirmenin uygun ifadesini sağlayan bulanık sayılar AHP ile bütünleştirilmiştir (Calabrese ve diğ., 2016). Bulanık sayılar, gerçek dünyadaki karar alma problemlerini değerlendirmede öznel tercihleri etkileyen belirsizliklerle başa çıkmak için de kullanılır (Emrouznejad, Ho, 2017).

AHP'nin karar vericilerin kararlarına dayanarak ÇKKV sorunlarının nicel ve nitel kriterlerini kullanmadaki kolaylığına rağmen, BAHP bulanıklığı azaltabilir ve hatta ortadan kaldırabilir. Karar verme problemlerinin çoğunda var olan belirsizlik ve geleneksel AHP yaklaşımlarında karar vericilerin kesin olmayan yargılarına BAHP katkıda bulunabilir. BAHP'nin uygulama alanı son zamanlarda hızla büyüdü. Son yıllarda, birçok araştırmacı, bazı verilerin kesin olmadığı veya belirsiz olduğu durumlarla başa çıkmak için birçok uygulamada BAHP modellerini formüle etmiştir. BAHP yöntemi bu nedenle öznel değerlendirmelerle ilgili karar verme problemlerini çözmek için uygundur. Son zamanlarda işletme, yönetim, üretim, endüstri ve devlet yönetimi alanlarında en yaygın kullanılan ÇKKV yöntemleri arasındadır (Emrouznejad, Ho, 2017).

Bulanık Analitik Hiyerarşi yöntemi üzerinde zaman içerisinde geliştirilmiş yöntemler aşağıdaki gibidir (Turgut, 2015):

- Van Laarhoven ve Pedrycz (1983)
- Buckley BAHF metodu (1985)
- Chen (1996) 'in önerdiği metod (Bulanık Aritmetik Operasyonlar Yöntemi)
- Entropi ağırlığına bağlı Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi metodu
- Shannon Entropisi
- Üyelik fonksiyonun derecelendirme Değerine dayanan Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi metodu
- Dilsel önceliklendirmeye bağlı Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi metodu
- Chang' ın (1996) genişletilmiş analiz metodu

Van Laarhoven ve Pedrycz (1983), Saaty'nin Analitik Hiyerarşi Prosesi metodunun direkt uzantısı olan bir algoritma sunmuşlardır. Ağırlıkları (önceliklendirmeyi) AHP işlemleriyle tanımlamışlardır. Bahsi geçen çalışmada, Laarhoven ve Pedrycz üçgen bulanık sayıları kullanmışlardır. Hesaplama adımları AHP adımları ile net şekilde aynıdır. Lootsma'nın logaritmik en küçük kareler yöntemi, bulanık ağırlıklar ve bulanık performans puanları elde etmek için kullanmışlardır (Chen, Hwang, 1992).

Buckley de Van Laarhoven ve Pedrycz gibi Saaty'nin AHP yöntemini genişleterek bulanık karşılaştırma oranlarını birleştirdi. Van Laarhoven ve Pedrycz'in (1983) yönteminin iki soruna tabi olduğuna dikkat çekti. İlk olarak, elde edilen denklemlerin doğrusal denklemleri her zaman benzersiz bir çözüme sahip değildi. İkincisi, ağırlıkları belirlemek için mutlaka üçgen bulanık sayıları kullanma konusunda ısrar ediyorlardı (Kahraman, 2008).

Bulanık AHP çalışmalarının çoğunda Chang'in (1996) genişletilmiş analiz yöntemi kullanılmaktadır. Yöntem α kesim seviyelerini kullanmamakta ve üçgensel bulanık sayılarla işlem yapmaktadır. Bu çalışmada bu metodun kullanılması sebebiyle ayrıntılı matematiksel gösterimine metodoloji kısmında yer verilmiştir (Turgut, 2015).

Cheng'in (1996) geliştirmiş olduğu entropi bazlı modeli aşağıda belirtilen adımlarla tanımlanabilir (Kahraman, 2008):

Adım 1. Herhangi bir problem için hiyerarşi yapısı oluşturma.

Adım 2. Değerlendirme kriterlerinin üyelik fonksiyonunu oluşturma.

Adım 3. Performans puanını hesaplama.

Adım 4. Toplam ağırlıkları hesaplamak için bulanık AHP yöntemini ve entropi kavramlarını kullanma.



5. METODOLOJİ

5.1. Matematik Model ve Uygulama

5.1.1. Chang'in Genişletilmiş Analiz Metodunun İncelemesi

Bu çalışmada, Chang'in sentez yöntemi metoduna dayanan fakat onun eksiklerini eleştiren Wang ve diğ. (2008)'nin çalışması da göze alınarak oluşturulan Calabrese ve diğ. (2016) 'nin bulanık analitik hiyerarşi (FAHP) metodu kullanılmıştır. Yöntem, kriterlerin önceliklendirilmesinde ve alternatiflerin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Bulanık karşılaştırma matrislerinden görece ağırlıklar elde etmek için sunulan yöntemler arasında, Chang'in metodu (1996) uygulamadaki kolaylığı sebebiyle yaygın olarak uygulanır. Bununla birlikte, Wang ve diğ. (2008), bu metodun bazı değerlere (kriterlere, alt kriterlere veya alternatiflere) sıfır ataması yaparak onları karar analizinden dışlaması nedeniyle yanlış sonuçlara sebep olabileceğini ortaya koymuşlardır (Calabrese ve diğ., 2016). Bu nedenle bu çalışmada, Calabrese ve diğ. (2016) Chang'in "0" atama probleminin önüne geçen metodları kullanılmıştır. Yöntem, kriterlerin önceliklendirilmesinde ve alternatiflerin hesaplanmasında kullanılmıştır. İlerleyen paragraflarda Chang'in metodunun sınırlamalarının hangi yolla üstesinden geleceği gösterilecektir (Calabrese ve diğ. , 2013).

Chang'in metoduna göre, oluşturulan hiyerarşinin her bir seviyesi için linguistik (dilsel) ikili karşılaştırmalar üçgensel bulanık sayılara (TFN) dönüştürülür ve bulanık karşılaştırma matrisleri şu şekilde düzenlenir:

$$\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & \cdots & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) & \cdots & (l_{1n}, m_{1n}, u_{1n}) \\ (l_{21}, m_{21}, u_{21}) & \cdots & (1, 1, 1) & \cdots & (l_{2n}, m_{2n}, u_{2n}) \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & \cdots & (l_{n2}, m_{n2}, u_{n2}) & \cdots & (1, 1, 1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

olduğunda:

$$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) = \tilde{a}_{ji}^{-1} = \left(\frac{1}{u_{ji}}, \frac{1}{m_{ji}}, \frac{1}{l_{ji}} \right) \quad i, j = 1, \dots, n; \quad i \neq j \quad (2)$$

i ve j değerleri için linguistik (dilsel) yargıyı temsil eder; bu nedenle \tilde{A} kare ve simetrik bir matristir.

Her bir \tilde{A} satırı için, göreceli satır toplamını şu şekilde hesaplamak mümkündür:

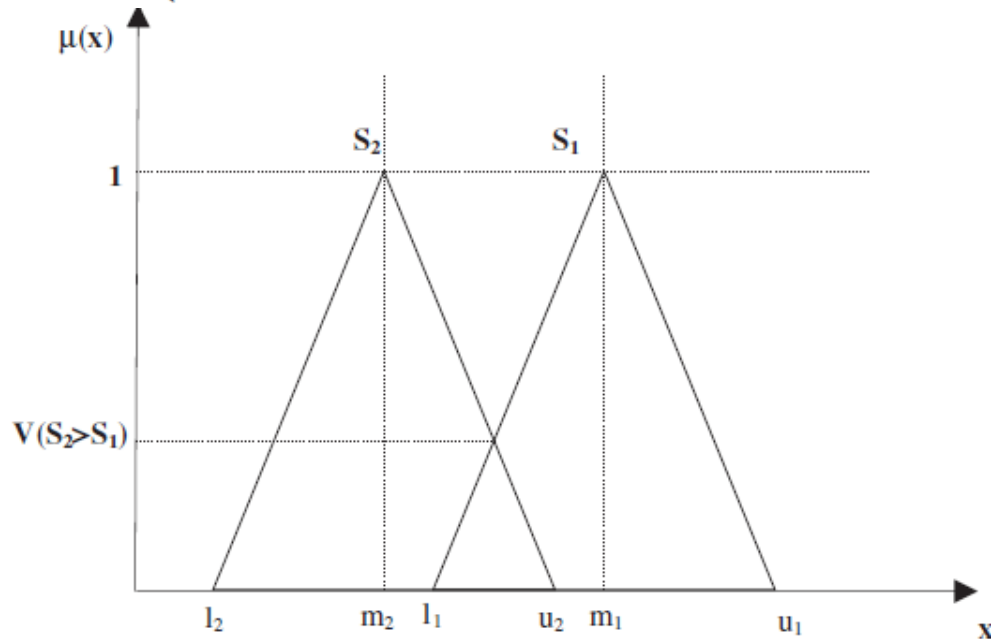
$$\tilde{RS}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} = \left(\sum_{j=1}^n l_{ij}, \sum_{j=1}^n m_{ij}, \sum_{j=1}^n u_{ij} \right) \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

Chang'ın normalizasyon formülünü Wang ve Elhag'ın (2006) düzeltmesini kullanarak değiştirildiğinde, normalize edilmiş \tilde{S}_i toplamını aşağıdaki gibi elde etmek mümkündür:

$$\begin{aligned} \tilde{S}_i &= \frac{\tilde{RS}_i}{\sum_{j=1}^n \tilde{RS}_j} \\ &= \left(\frac{\sum_{j=1}^n l_{ij}}{\sum_{j=1}^n l_{ij} + \sum_{k=1, k \neq i}^n \sum_{j=1}^n u_{kj}}, \frac{\sum_{j=1}^n m_{ij}}{\sum_{k=1, k \neq i}^n \sum_{j=1}^n m_{kj}}, \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}}{\sum_{j=1}^n u_{ij} + \sum_{k=1, k \neq i}^n \sum_{j=1}^n l_{kj}} \right) \\ &= (l_i, m_i, u_i) \quad i = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (4)$$

Normalize edilmiş \tilde{S}_i ($i = 1, \dots, n$) satır toplamı daha sonra olasılık derecesi kullanılarak karşılaştırılır (Şekil 19) :

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \begin{cases} 1 & \text{if } m_i \geq m_j \\ \frac{u_i - l_j}{(u_i - m_i) + (m_j - l_j)} & \text{if } l_j \leq u_i, i, j = 1, \dots, n; j \neq i \\ 0 & \text{aksi takdirde} \end{cases} \quad (5)$$



Şekil 19: S₁ ve S₂ 'nin Kesişim Noktası

Son olarak, her bir i değerinin göreceli net ağırlığı olasılık derecesi değerlerinin normalize edilmesi ile hesaplanır:

$$w_i = \frac{V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j | j = 1, \dots, n; j \neq i)}{\sum_{k=1}^n V(\tilde{S}_k \geq \tilde{S}_j | j = 1, \dots, n; j \neq k)} \quad i = 1, \dots, n \quad (6)$$

olduğunda

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j | j = 1, \dots, n; j \neq i) = \min_{j \in \{1, \dots, n\}, j \neq i} V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) \quad i = 1, \dots, n \quad (7)$$

Wang ve diğ. (2008) göreceli ağırlıkları hesaplamak için kullanılan bu yöntemi eleştirmektedirler. Her şeyden önce yöntemin kriterlere ve alternatiflere sıfır ağırlık atayabileceğini, bunun da gereksiz öğelerin ortadan kaldırılmasını sağladığını belirtiyorlar. Bu eleme hiyerarşik yapıyla zıtlık oluşturarak, kriterlerin ve alternatiflerin yanlış bir şekilde önceliklendirilmesine yol açabilir. Ayrıca, (6). denklem kullanarak hesaplanan ağırlıkların, kriterlerin ve alternatiflerin göreceli önemlerini temsil edemeyeceğini iddia ediyorlar. Bu nedenle (6). denklemin sadece TFN'leri karşılaştırmak için yararlı olduğunu, çünkü \tilde{S}_i ve \tilde{S}_j ile ilgili üyelik fonksiyonlarının en yüksek kesişme noktasını ifade eder (Şekil 19). Son olarak, Wang ve diğ. (2008), ikili karşılaştırma matrislerinin (1) tutarlı olması durumunda, net ağırlıkların (4) ile tanımlanan aralıklara ait olduğunu belirtmektedirler.

5.1.2. Bulanık AHP Ağırlıklarını Belirlemek İçin Yenilikçi Bir Yaklaşım

Calabrese ve diğ. (2016), Chang'in metodunun sınırlamalarının üstesinden gelmek için, Wang ve ark. (2008) eleştirilerini de göz önüne alarak, onun metodolojisinin bir varyasyonunu (çeşidi) önermişlerdir. Kullanılan metodoloji, sıfır ağırlık sorununa maruz kalmadan bulanık karşılaştırma matrisleri (1) ile kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin görece önemini belirler. Bu yaklaşım aşağıdaki adımlara dayanmaktadır.

Adım 1: Bulanık karşılaştırma matrislerini (1) net karşılaştırma matrislerine dönüştürme (Yager, 1981). TFN karşılaştırma formülü (Wang Y. M., Elhag, 2007):

$$a_{ij}(\tilde{a}_{ij}) = \frac{l_{ij} + m_{ij} + u_{ij}}{3} \quad (8)$$

$$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \quad \text{olduğunda}$$

Adım 2: Bu adımda metod her bir karşılaştırma matrisinin tutarlılığını hesaplamaktadır. Bu tutarlılık oranının ise %10'dan küçük olması gerektiğini belirtmektedir. Fakat problemin şartlarına ve karar vericelerin toleransına göre bu oranın arttırılıp, azaltılabileceğini belirtilmektedir. Sonuç olarak kullanılacak olan oranın değişkenlik gösterebileceği fakat tutarlı olmasının önemli olduğu ortaya koyulmaktadır. Bu nedene de dayanarak, biz ise problemimizde bu metodun tutarlılık yöntemini değil farklı bir tutarlılık metodunu kullanılmıştır. Bu metodun ayrıntılarını 5.1.3 Tutarlılık Kontrolü bölümünde bulabilirsiniz. Ayrıca eğer ki matrisler tutarlı değil ise yeni matrisler oluşturulması gerekmektedir. Matris tutarlılık kontrolleri tutarlılık oranı sağlanıncaya kadar devam ettirilmelidir.

Adım 3: Tutarlı bulanık karşılaştırma matrisinin her bir satırını toplayarak ve sonrasında (4). formül ile \tilde{S}_i 'yi elde etmek için satır toplamlarını normalize ederek her bir kriterin, alt kriterin ve alternatifin lokal öncelik ağırlığını belirler. Son olarak, net ağırlıklar aşağıdaki gibi bulanık ağırlıkları dönüştürerek hesaplanır:

$$w_i = S_i(\tilde{S}_i) = \frac{l_i + m_i + u_i}{3} \quad \text{where } \tilde{S}_i = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \quad (9)$$

normalizasyon yoluyla, normalize net ağırlıklar:

$$W = (w'_1, w'_2, \dots, w'_n) \quad (10)$$

Adım 4: Alt kriterlerin kriterlere göre ağırlıklandırılması: her alternatifin sırası, kendi ağırlığının, hiyerarşi boyunca alt kriterlere karşılık gelen yerel ağırlıklar ile çarpılması ile hesaplanır.

Bununla birlikte, iki veya daha fazla karar vericinin dahil olması durumunda, değerlendirme süreci her karar vericiden biri için farklı karşılaştırma matrisleriyle sonuçlanır. Bu nedenle, 1-4 arasındaki adımları uygulamadan önce, aşağıdaki gibi tek bir toplam matriste sentezlenmesi gerekir (Chang, 1996; Wang Y. M., Elhag, 2007). Bu noktada Calabrese (2016)'nin metodundan farklı ve ek olarak bireysel matrislerin birleştirilmesi aşamasında lamda kayısı uzman ağırlığı (önceliklendirmesi) olarak kullanılmıştır. Bu ise katılımcıların sonuca uzmanlıkları oranında etki etmesini ve ideal sonucun elde edilmesine yardımcı olacak bir adım olarak tanımlanabilir.

Calabrese (2016)'nin önermiş olduğu metoduna ek olarak bireysel matrislerin birleştirilmesi aşamasında lamda $w_i \geq 0$ $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ katsayısı uzman ağırlığı (önceliklendirmesi) olarak kullanılmıştır. $a_{ij} > 0$, $a_{ij} \times a_{ji} = 1$ ve $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 'nin bir karar matrisi olduğunu varsayıyoruz. A karar matrisinden, ve olduğunda, önceliklendirme (ağırlıklandırma) yöntemi $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ öncelikli kriter vektörünün elde edilme sürecini ifade eder.

$\lambda_k > 0$, $k = 1; 2; \dots, m$ ve $\sum_{k=1}^m \lambda_k = 1$ olduğunda, $D = \{d_1, d_2 \dots d_m\}$ karar vericiler (KV) kümesi, $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_m\}$ karar vericilerin ağırlık vektörüdür.

$E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ her KV için ilgili uzmanlık alanında geçirdikleri deneyim süreleridir ve λ_k her KV için aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$\lambda_k = \frac{e_k}{\sum_{k=1}^m e_k} \quad (11)$$

$A^{(k)} = (a_{ij}^{(k)})_{n \times n}$ KV d_k tarafından sağlanan karar matrisidir.

$w_i^{(k)}$, KV için kriterlerin öncelik vektörüdür ve aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$w_i^{(k)} = \frac{\left(\prod_{j=1}^n a_{ij}\right)^{1/n}}{\sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1}^n a_{ij}\right)^{1/n}} \quad (12)$$

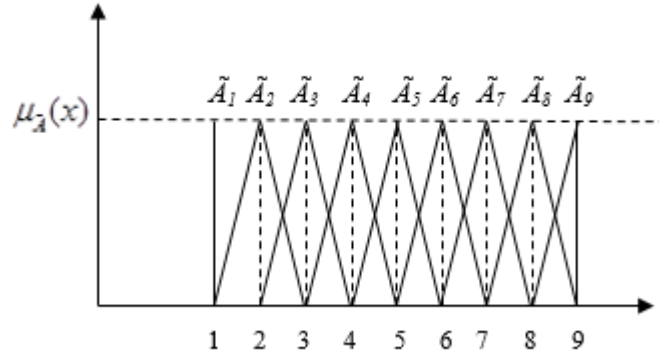
Bireysel ağırlıkların birleştirilmesi aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$w_i^{(w)} = \frac{\prod_{k=1}^m \left(w_i^{(k)}\right)^{\lambda_k}}{\sum_{i=1}^n \prod_{k=1}^m \left(w_i^{(k)}\right)^{\lambda_k}} \quad (13)$$

buradaki $w_i^{(w)}$ toplam ağırlık vektörüdür. Yukarıdaki birleştirilmiş matris 1-4 arasındaki adımlara girdi olarak kullanılır.

Birleştirme işleminden sonra, sonraki seçenek seçimleri için Calabrese (2016)'nin metodolojisi uygulanır.

Bulanık dilsel değişkenler olarak sayısal olmayan ifadeler, Saaty'nin (1977) dokuz birimli temel ölçeğini yansıtır (Şekil 20). Bu tezde, dilsel karşılaştırma terimlerini ve bunların Lo ve Wen'in (2010) ve Sun'ın (2010) makalelerindeki eşdeğer bulanık sayıları belirlenmiştir.



Şekil 20: Dilsel Değişken Kümesinin Bulanık Sayı Değerleri

Üçgenel bulanık sayıların karşılıkları Tablo 1’de verilmiştir. Yapılan karşılaştırma sonucu, karar vericinin verdiği cevaba istinaden üyelik fonksiyonu değerleri kullanılır. Eğer ki ifade tam ters yönde ise yine tablonun aynı satırındaki karşıt değer sütunu değerleri kullanılır.

Tablo 1: Üçgenel Bulanık Sayı Üyeliğinin İşlevleri İçin Dönüşüm (Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Önem Ölçeği)

Bulanık Değer	Dilsel Skala	Üyelik Fonksiyonu	Karşıt Değer
\tilde{A}_1	Eşit derecede önemli	(1,1,1)	(1,1,1)
\tilde{A}_2	Biraz önemli	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)
\tilde{A}_3	Orta derece önemli	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
\tilde{A}_4	Tercih derecesinde önemli	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
\tilde{A}_5	Daha önemli	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
\tilde{A}_6	Çok daha önemli	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
\tilde{A}_7	Çok fazla önemli	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
\tilde{A}_8	Çok daha fazla önemli	(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)
\tilde{A}_9	Son derece önemli	(8,9,9)	(1/9,1/9,1/8)

ÇKKV problemleri özellikle öznel değerlendirmeler içerdiğinden büyük zorluklar içerebilmekte ve karar vericilerin değerlendirmeleri yanlı, yetersiz veya subjektif olabilmektedir. Karar vericiler olgulara gereğinden fazla optimistik, pesimistik ve farklı bakabilmektedir. Bu nedenle kararların tutarlılığını analiz etmek önemlidir. Karar vericilerin bilgi, tecrübe ve değerlendirme yetenekleri eşit değil ise GKV ile seçimde kararlar ağırlıklandırılarak ortak karar matrisi oluşturulabilmektedir (Bulut ve diğ. 2012). Karar vericilerin uzmanlık alanlarının benzer olması, kişisel görüşlerinin farklı ağırlıklarla bir araya getirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu sayede oluşturulan grup, ortak hedefi gözetken yeni bir karar vericiye dönüşebilmektedir (Forman ve Peniwati, 1998).

Son tutarlılık kontrolünden sonra, FAHP prosedürü tamamlanır. Bulanık AHP uygulamaları için tutarlılık kontrolü ve CCI aşağıdaki bölümde açıklanmıştır.

5.1.3. Tutarlılık Kontrolü

Klasik AHP metodunda, her bir değerlendirme matrisi için tutarlılık değerinin 0,1'den az olması gerekmektedir. Bununla birlikte mevcut literatürde, bulanık genişletilmiş Çok Kriterli Karar Verme teknikleri çalışmalarının çoğu için tutarlılık kontrolü göz ardı edilmektedir. Bu ise alınan sonuçların istenilen doğrultuda çıkmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etkiyi bertaraf etmek amacıyla bu çalışmada her bir değerlendirme matrisinin tutarlılık oranını hesaplamak için Merkezi Tutarlılık İndeksi (CCI) (Duru ve diğ. 2012; Bulut ve diğ., 2012;) kullanılmıştır. Önerilen bu Merkezi Tutarlılık İndeksi'nin (CCI) tutarlılık kontrolünün hesaplanmasında ise Crawford ve Williams (1985)'in çalışmasına dayanan Aguar (2003)'ün yayınlamış olduğu geometrik tutarlılık indeksi makalesi referans alınmıştır. CCI birleştirilmiş matrislerin tutarlılık kontrolünde kullanıldığı gibi bireysel matrislerin tutarlılıklarının kontrolünde de kullanılmıştır. Bu sayede hem bireysel matrislerin tutarlılığı hem de birleştirilmiş matrislerin tutarlılığı gözden geçirilmiştir.

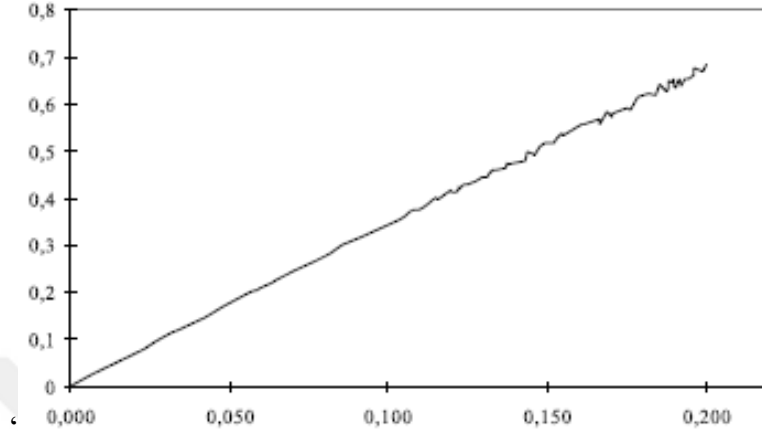
Merkezi tutarlılık endeksi (CCI) yönteminin hesaplanması aşağıdaki gibidir(Duru ve diğ. 2012):

$A=(a_{Lij}, a_{Mij}, a_{Uij})_{n \times n}$ bulanık değerlendirme matrisi olsun ve $w=[(w_{L1}, w_{M1}, w_{U1}), (w_{L2}, w_{M2}, w_{U2}), \dots, (w_{Ln}, w_{Mn}, w_{Un})]^T$ satır geometrik ortalama yöntemini (RGMM) kullanarak elde edilen öncelikli vektör olsun. Merkezi tutarlılık endeksi (CCI) 14. Denklem yoluyla hesaplanır.

$$CCI(A) = \frac{2}{(n-1)(n-2)} \sum_{i,j} \left(\log\left(\frac{a_{Lij} + a_{Mij} + a_{Uij}}{3}\right) - \log\left(\frac{w_{Li} + w_{Mi} + w_{Ui}}{3}\right) + \log\left(\frac{w_{Lj} + w_{Mj} + w_{Uj}}{3}\right) \right)^2 \quad (14)$$

$CCI(A)=0$ olduğunda, A 'nın tamamen tutarlı olduğunu düşünürüz. Merkezi tutarlılık endeksi eşik değerlerine göre, $n=3$ için $\overline{CCI} = 0.31$, $n=4$ için $\overline{CCI} = 0.35$ ve $n>4$ için $\overline{CCI} = 0.37$ 'dir. Bu makaledeki CCI değerine referans kaynak olan Aguar (2003)'ün yaptığı çalışmada Şekil 21'de görüleceği üzere Saaty'nin belirlemiş olduğu 0,10 tutarlık düzeyine karşılık gelen değer, $n=4$ için 0.35'dir. Bu değer, alternatifler

kümesinin 4 alternatiften oluşması sebebiyle alternatif tutarlılık hesabında kullanılmıştır. Benzer şekilde kriter kümemizin 8 adet elemandan oluşması ve 4'den büyük olması sebebiyle yine Aguar (2003)'ün aynı çalışmasında belirlemiş olduğu, $n > 4$ değeri için GCI eşik değeri (threshold) 0.37 (maksimum) kullanılmıştır.



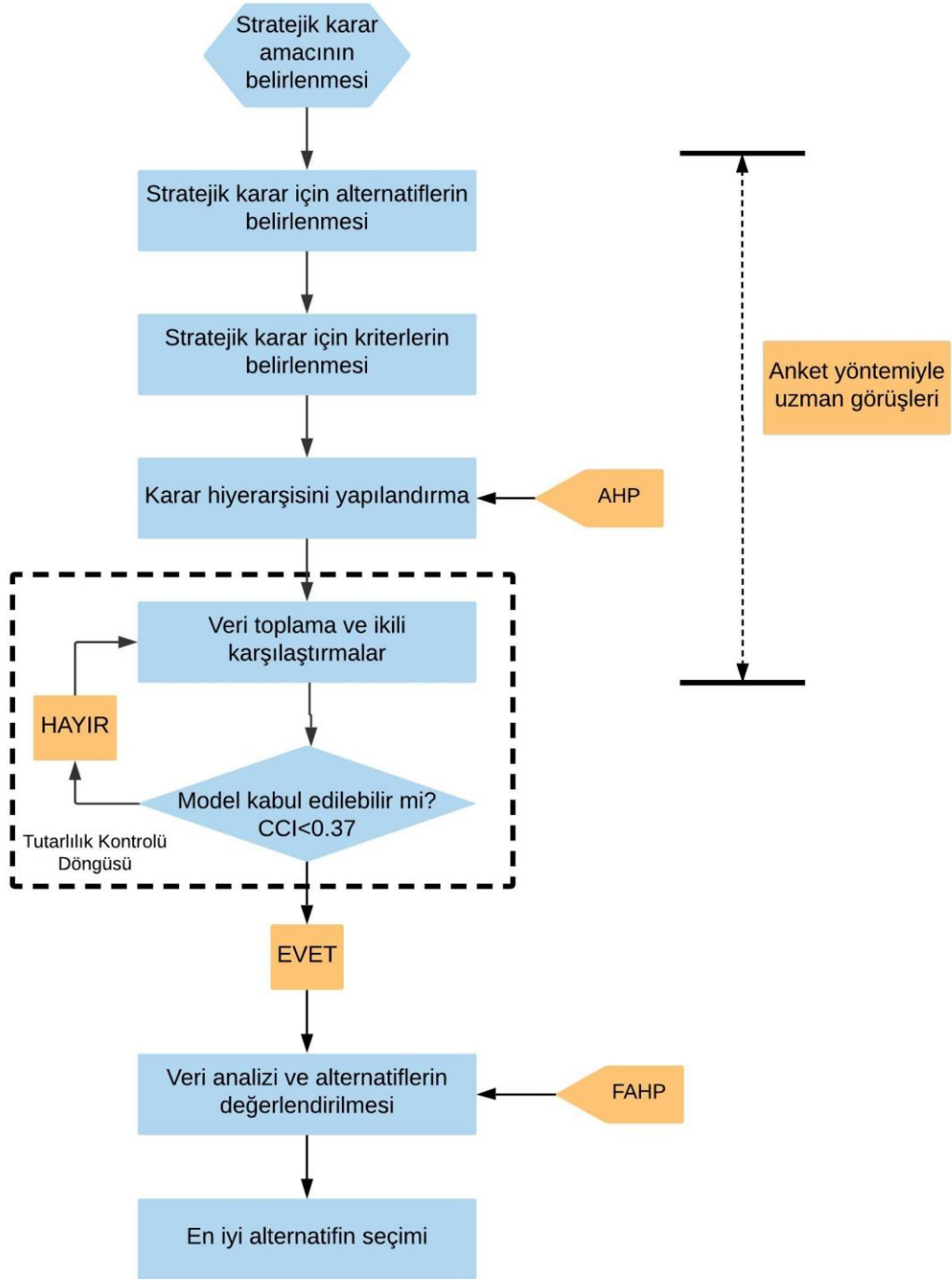
Şekil 21: Geometrik Tutarlılık İndeksi ve Tutarlılık İndeksi İlişkisi $n=4$

Aguar, J. 2003. The geometric consistency index : Approximated thresholds. *European Journal of Operational Research*, 147, 137–145.

5.1.4. Ampirik Çalışma ve Sonuçlar

Ampirik çalışmanın amacı, hava yolu taşımacılığının yatırım kararlarını etkileyen önemli kriterleri araştırarak hem kriter ağırlıklandırılmasını ortaya çıkarmak hem de yatırım yapılacak en uygun rotayı belirlemektir. Hava yolu şirketlerinin yeni veya hali hazırda ellerinde bulundurdukları uçaklarını kullanabilecekleri yeni hat planlamasının ideal çözümü problemi üzerinde durmuştur. Türk havacılık pazarında bulunan şirketler için özel bir karar alma vakası, sektör uzmanlarının da katılımıyla örnek bir analiz yapılmıştır.

Bu çalışmada problemin çözümü için Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi metodunun yeni bir yaklaşımı olan Calabrese (2016)'nin Bulanık AHP (FAHP) metodu uygulanmıştır (Calabrese ve diğ. 2013;2016). Bu yöntemin kullanılma nedeni klasik Bulanık AHP yöntemlerinde karşılaşılan kriter ve alternatiflere 0 atama probleminin önüne geçmesidir. Bu yöntem geleneksel yöntemin bir çeşidi olup, bu yöntemde Merkezi Tutarlılık İndeksi (CCI) kontrolü, uzman deneyimi önceliklendirilmesi ile birlikte uygulanmıştır. FAHP'nin akış prosedürü Şekil 22'de adım adım gösterilmiştir. FAHP, araştırmacıların CCI kontrolü yapmasına , uzman önceliklendirmesine izin verir.



Şekil 22: Metod Akış Prosedürü

Çalışmada ilk olarak uzman görüşleri ve literatür taraması yapılarak hava yolu taşımacılığında rota kararları için önemli kriterler belirlenmiştir. Farklı pozisyonlardan 13 sektör uzmanının ankete katılımı sağlanmıştır. Sektör uzmanları Saaty'nin 1-9'lu karşılaştırma ölçeği ile kriter karşılaştırması yapmışlardır. Bu uzmanların tecrübe ve

çalıştıkları pozisyonlar Tablo 2’de belirtilmiştir. Uzman tecrübeleri, bireysel matrislerin birleştirilmiş karar matrisine etkisini belirlemesi sebebiyle önem arz etmektedir.

Tablo 2: Karar Verici Tecrübe ve Pozisyonları

	Tecrübe	Pozisyon
Karar Verici 1	1	Uzman
Karar Verici 2	5	Analist
Karar Verici 3	10	Başkan
Karar Verici 4	5	Analist
Karar Verici 5	5	Analist
Karar Verici 6	5	Müdür
Karar Verici 7	1	Uzman
Karar Verici 8	3	Analist
Karar Verici 9	5	Analist
Karar Verici 10	6	Başkan Yrd.
Karar Verici 11	6	Müdür
Karar Verici 12	1	Uzman
Karar Verici 13	3	Analist

FAHP yaklaşımı, kriterlerin ve alternatiflerin ağırlıklarını belirlemek için kullanılır. FAHP yaklaşımının uygulaması sürecinde ikili karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur. Bu yaklaşımın ilk adımında, Saaty’nin 1-9’lu ölçeğinin ikili bulanık genişletilmiş karşılaştırma ölçeği kullanılarak her kriter için ağırlıklar ve öncelikler bulunmuştur (Tablo 1).

Yeni rota seçimi için sektör uzmanlarının görüşleri ve literatür taraması ile belirlenen 8 kriter ve kısaltmaları Tablo 3’de sunulmuştur. FAHP yaklaşımı kriterlerin ağırlıklarını hesaplamak için uygulanmaktadır.

Tablo 3: Yeni Rota Seçimi için Alternatifler ve Sembolleri

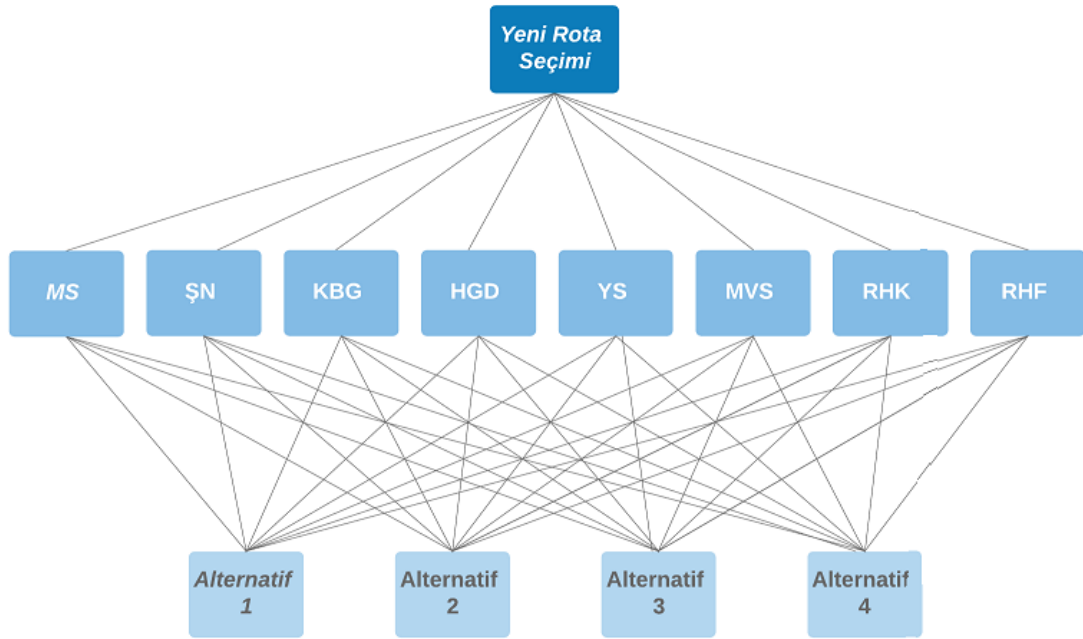
Kriterler	Kriterlere ait semboller
Mesafe	MS
Şehir Nüfusu	ŞN
Kişi Başına Düşen Gelir	KBG
Hattın Gelir Düzeyi	HGD
Yolcu Sayısı	YS
Mevsimsellik	MVS
Rakip Hava yollarının Kapasitesi	RHK
Rakip Hava yollarının Frekansı	RHF

Tablo 4’de Türk havacılık sektörü için belirlenen dört potansiyel yeni rota seçeneği ve kısaltmaları belirtilmiştir. Alternatif rotaların kriter özelliklerinin detayları ise Ek 3’de belirtilmiştir.

Tablo 4: Yeni Rota Seçimi için Alternatifler ve Sembolleri

Alternatifler	Alternatiflere ait semboller
Alternatif 1	A ₁
Alternatif 2	A ₂
Alternatif 3	A ₃
Alternatif 4	A ₄

Rota seçimi karar sürecinin hiyerarşisi ise Şekil 23’de gösterilmiştir. Hiyerarşinin ilk basamağı amacı, ikinci basamağı 8 adet kriteri, üçüncü basamağı ise 4 adet alterantifi göstermektedir.



Şekil 23: Yeni Rota Seçimi Karar Süreci Hiyerarşisi

Belirlenen 8 kriter ve 4 alternatif sonrası Ek 1 ve Ek 2’de ulaşılabilecek 9’lu anket yöntemi ile karar vericilerden tüm kriterleri birbiriyle karşılaştırılması istenmiştir.

13 adet KV anket uygulayıcılarının yaptıkları değerlendirmeler, aşağıdaki ikili bulanık karşılaştırma matrislerine aktarılmıştır. Kriterlerin kriterlerle karşılaştırmasını içeren bireysel bulanık değerlendirme matrisleri Tablo 5’de verilmiştir.

Tutarlılık açısından örnek olarak karar verici 1'in bulanık karar matrisi tutarlılık değeri (CCI) 11. denklemden belirtilen formül vasıtasıyla 0.02 bulunmuştur. CCI değerlerinde $n > 4$ olduğu takdirde, eşik değerimiz 0.37. Tutarlılık değerimiz 0'a ne kadar yakınsa o kadar tutarlı, 0'dan ne kadar uzaksa o denli tutarsız kabul edilmektedir. Çalışmamızda n ifademiz 8 olduğu ve 4'den büyük olduğu için ve 0.02 değeri 0.37 değerinden çok daha küçük olduğu için karar verici 1'in yaptığı değerlendirmenin oldukça tutarlı olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca tüm bireysel karşılaştırma matrisleri de bu kritik eşik değerinin altında bulunmuştur.

Lamda (λ), karar vericinin bu alandaki tecrübesini ve dolayısıyla zamana dayanan uzmanlığını göstermektedir. Bireysel bulanık önceliklendirme vektörü ve toplam ağırlık vektörü Tablo 6'da gösterilmektedir. Karar vericiler genellikle yolcu sayısı kriterinin en önemli kriter olduğunu ve hattın gelir düzeyinin ise ikinci, rakip hava yollarının kapasite kriterininse üçüncü en önemli kriter olduğunu belirtmişlerdir.

Kriterler için birleştirilmiş bulanık karar matrisi (AFJM) bireysel ikili matrislerden üretilir ve Tablo 7, birleştirilmiş bulanık karar matrisini gösterir. Literatürde bulanık ahp matrisinin birleştirilmesi örneklerinde tutarlılık oranı kullanımı oldukça kısıtlıdır. Fakat her bir karar verici için tutarlı olması gereken karşılaştırma ikilileri konu birleştirilmiş karar matrislerine gelince de tutarlı olması gerekliliği çok açıktır. Aksi takdirde yapılan değerlendirmelerde ciddi tutarsızlıklar olacaktır. Bu nedenle çalışmamızda birleştirilmiş karar matrisinin de tutarlılık kontrolü yapılmış olup, tutarlılık oranı 0.02 gibi son derece olumlu bir rakam çıkmıştır. Bu ise birleştirilmiş bulanık karar matrisimizin oldukça tutarlı bir değerlendirmeye sahip olduğunu göstermektedir.

Ortalama birleştirilmiş ağırlık (OAB - MAW) her kriter için sırasıyla, sırasıyla 0.06, 0.04, 0.04, 0.21, 0.32, 0.09, 0.13 ve 0.10 olarak hesaplanmıştır (Tablo 7). Yeni rota seçiminde en önemli kriter olarak 0,32 değeri ile yolcu sayısı kriteri tespit edilmiştir. Hattın gelir seviyesi ve rakip hava yolu şirketlerinin kapasitesi sırasıyla 0,21 ve 0,10 değerleri ile ikinci ve üçüncü seviyede önemde olduğu yargısına ulaşılmıştır.

Tablo 5: Karar Vericilerin Bireysel Karşılaştırma Matrisleri

KV_1 $\lambda = 0.018$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
MS	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(0,25 0,33 0,5)	(0,25 0,33 0,5)	(0,16 0,2 0,25)	(1 1 1)	(0,25 0,33 0,5)	(0,25 0,33 0,5)
ŞN	(1 2 3)	(1 1 1)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(0,16 0,2 0,25)	(2 3 4)	(0,33 0,5 1)	(0,33 0,5 1)
KBG	(2 3 4)	(1 1 1)	(1 1 1)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(1 2 3)	(0,33 0,5 1)	(0,33 0,5 1)
HGD	(2 3 4)	(1 2 3)	(1 1 1)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(2 3 4)	(1 1 1)	(1 1 1)
YS	(4 5 6)	(4 5 6)	(1 2 3)	(1 2 3)	(1 1 1)	(4 5 6)	(2 3 4)	(2 3 4)
MEV	(1 1 1)	(0,25 0,33 0,5)	(0,33 0,5 1)	(0,25 0,33 0,5)	(0,16 0,2 0,25)	(1 1 1)	(0,25 0,33 0,5)	(0,25 0,33 0,5)
RHK	(2 3 4)	(1 2 3)	(1 2 3)	(1 1 1)	(0,25 0,33 0,5)	(2 3 4)	(1 1 1)	(1 1 1)
RHF	(2 3 4)	(1 2 3)	(1 2 3)	(1 1 1)	(0,25 0,33 0,33)	(2 3 4)	(1 1 1)	(1 1 1)
KV_2 $\lambda = 0.089$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
MS	(1 1 1)	(0,25 0,33 0,5)	(0,16 0,2 0,25)	(0,14 0,16 0,2)	(0,11 0,12 0,14)	(0,25 0,33 0,5)	(2 3 4)	(4 5 6)
ŞN	(2 3 4)	(1 1 1)	(0,16 0,2 0,25)	(0,14 0,16 0,2)	(0,11 0,12 0,14)	(0,25 0,33 0,5)	(1 2 3)	(1 2 3)
KBG	(4 5 6)	(4 5 6)	(1 1 1)	(0,16 0,2 0,25)	(0,12 0,14 0,16)	(1 1 1)	(1 2 3)	(1 2 3)
HGD	(5 6 7)	(5 6 7)	(4 5 6)	(1 1 1)	(4 5 6)	(7 8 9)	(7 8 9)	(7 8 9)
YS	(7 8 9)	(7 8 9)	(6 7 8)	(0,16 0,2 0,25)	(1 1 1)	(5 6 7)	(5 6 7)	(5 6 7)
MEV	(2 3 4)	(2 3 4)	(1 1 1)	(0,11 0,12 0,14)	(0,14 0,16 0,2)	(1 1 1)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)
RHK	(0,25 0,33 0,5)	(0,33 0,5 1)	(0,33 0,5 1)	(0,11 0,12 0,14)	(0,14 0,16 0,2)	(1 1 1)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)
RHF	(0,16 0,2 0,25)	(0,33 0,5 1)	(0,33 0,5 1)	(0,11 0,12 0,14)	(0,14 0,16 0,16)	(1 2 3)	(1 2 3)	(1 1 1)
KV_3 $\lambda = 0.179$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
MS	(1 1 1)	(0,14 0,16 0,2)	(0,14 0,16 0,2)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)	(0,2 0,25 0,33)	(0,16 0,2 0,25)	(0,16 0,2 0,25)
ŞN	(5 6 7)	(1 1 1)	(0,25 0,33 0,5)	(0,2 0,25 0,33)	(0,2 0,25 0,33)	(0,25 0,33 0,5)	(0,2 0,25 0,33)	(0,2 0,25 0,33)
KBG	(5 6 7)	(2 3 4)	(1 1 1)	(0,25 0,33 0,5)	(0,2 0,25 0,33)	(0,25 0,33 0,5)	(0,25 0,33 0,5)	(0,25 0,33 0,5)
HGD	(7 8 9)	(3 4 5)	(2 3 4)	(1 1 1)	(1 1 1)	(2 3 4)	(2 3 4)	(2 3 4)
YS	(7 8 9)	(3 4 5)	(3 4 5)	(1 1 1)	(1 1 1)	(2 3 4)	(2 3 4)	(2 3 4)
MEV	(3 4 5)	(2 3 4)	(2 3 4)	(0,25 0,33 0,5)	(0,25 0,33 0,5)	(1 1 1)	(1 2 3)	(1 2 3)
RHK	(4 5 6)	(3 4 5)	(2 3 4)	(0,25 0,33 0,5)	(0,25 0,33 0,5)	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)	(1 1 1)
RHF	(4 5 6)	(3 4 5)	(2 3 4)	(0,25 0,33 0,5)	(0,25 0,33 0,33)	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)	(1 1 1)

Tablo 5 – devam

KV ₄	$\lambda = 0.089$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
	MS	(1 1 1)	(0,16 0,2 0,25)	(1 2 3)	(0,14 0,16 0,2)	(0,11 0,12 0,14)	(0,14 0,16 0,2)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)
	ŞN	(4 5 6)	(1 1 1)	(6 7 8)	(0,16 0,2 0,25)	(0,11 0,12 0,14)	(0,12 0,14 0,16)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)
	KBG	(0,33 0,5 1)	(0,12 0,14 0,16)	(1 1 1)	(0,14 0,16 0,2)	(0,11 0,12 0,14)	(0,12 0,14 0,16)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)
	HGD	(5 6 7)	(4 5 6)	(5 6 7)	(1 1 1)	(5 6 7)	(4 5 6)	(1 1 1)	(1 1 1)
	YS	(7 8 9)	(7 8 9)	(7 8 9)	(0,14 0,16 0,2)	(1 1 1)	(5 6 7)	(4 5 6)	(4 5 6)
	MEV	(5 6 7)	(6 7 8)	(6 7 8)	(0,16 0,2 0,25)	(0,14 0,16 0,2)	(1 1 1)	(0,12 0,14 0,16)	(0,12 0,14 0,16)
	RHK	(7 8 9)	(7 8 9)	(7 8 9)	(1 1 1)	(0,16 0,2 0,25)	(6 7 8)	(1 1 1)	(1 1 1)
	RHF	(7 8 9)	(7 8 9)	(7 8 9)	(1 1 1)	(0,16 0,2 0,2)	(6 7 8)	(1 1 1)	(1 1 1)
KV ₅	$\lambda = 0.089$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
	MS	(1 1 1)	(3 4 5)	(4 5 6)	(1 1 1)	(0,16 0,2 0,25)	(1 2 3)	(0,2 0,25 0,33)	(5 6 7)
	ŞN	(0,2 0,25 0,33)	(1 1 1)	(1 2 3)	(0,25 0,33 0,5)	(0,16 0,2 0,25)	(0,33 0,5 1)	(0,2 0,25 0,33)	(1 2 3)
	KBG	(0,16 0,2 0,25)	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)	(0,2 0,25 0,33)	(0,14 0,16 0,2)	(0,25 0,33 0,5)	(0,16 0,2 0,25)	(1 1 1)
	HGD	(1 1 1)	(2 3 4)	(3 4 5)	(1 1 1)	(0,25 0,33 0,5)	(3 4 5)	(0,33 0,5 1)	(5 6 7)
	YS	(4 5 6)	(4 5 6)	(5 6 7)	(2 3 4)	(1 1 1)	(4 5 6)	(1 2 3)	(8 9 9)
	MEV	(0,33 0,5 1)	(1 2 3)	(2 3 4)	(0,2 0,25 0,33)	(0,16 0,2 0,25)	(1 1 1)	(1 2 3)	(3 4 5)
	RHK	(3 4 5)	(3 4 5)	(4 5 6)	(1 2 3)	(0,33 0,5 1)	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)	(5 6 7)
	RHF	(0,14 0,16 0,2)	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)	(0,14 0,16 0,2)	(0,11 0,11 0,11)	(0,2 0,25 0,33)	(0,14 0,16 0,2)	(1 1 1)
KV ₆	$\lambda = 0.089$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
	MS	(1 1 1)	(2 3 4)	(0,2 0,25 0,33)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)	(0,25 0,33 0,5)	(0,14 0,16 0,2)	(0,16 0,2 0,25)
	ŞN	(0,25 0,33 0,5)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)	(0,14 0,16 0,2)	(0,12 0,14 0,16)	(0,12 0,14 0,16)
	KBG	(3 4 5)	(1 2 3)	(1 1 1)	(0,16 0,2 0,25)	(0,14 0,16 0,2)	(0,25 0,33 0,5)	(0,12 0,14 0,16)	(0,12 0,14 0,16)
	HGD	(7 8 9)	(7 8 9)	(4 5 6)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(5 6 7)	(1 2 3)	(1 2 3)
	YS	(7 8 9)	(7 8 9)	(5 6 7)	(1 2 3)	(1 1 1)	(4 5 6)	(5 6 7)	(5 6 7)
	MEV	(2 3 4)	(5 6 7)	(2 3 4)	(0,14 0,16 0,2)	(0,16 0,2 0,25)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(0,33 0,5 1)
	RHK	(5 6 7)	(6 7 8)	(6 7 8)	(0,33 0,5 1)	(0,14 0,16 0,2)	(1 2 3)	(1 1 1)	(1 2 3)
	RHF	(4 5 6)	(6 7 8)	(6 7 8)	(0,33 0,5 1)	(0,14 0,16 0,16)	(1 2 3)	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)

Tablo 5 – devam

KV_7 $\lambda = 0.018$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
MS	(1 1 1)	(4 5 6)	(6 7 8)	(4 5 6)	(0,25 0,33 0,5)	(2 3 4)	(0,33 0,5 1)	(3 4 5)
ŞN	(0,16 0,2 0,25)	(1 1 1)	(6 7 8)	(0,2 0,25 0,33)	(0,11 0,12 0,14)	(4 5 6)	(2 3 4)	(1 2 3)
KBG	(0,12 0,14 0,16)	(0,12 0,14 0,16)	(1 1 1)	(0,16 0,2 0,25)	(0,16 0,2 0,25)	(3 4 5)	(3 4 5)	(4 5 6)
HGD	(0,16 0,2 0,25)	(3 4 5)	(4 5 6)	(1 1 1)	(0,16 0,2 0,25)	(3 4 5)	(4 5 6)	(5 6 7)
YS	(2 3 4)	(7 8 9)	(4 5 6)	(4 5 6)	(1 1 1)	(5 6 7)	(3 4 5)	(4 5 6)
MEV	(0,25 0,33 0,5)	(0,16 0,2 0,25)	(0,2 0,25 0,33)	(0,2 0,25 0,33)	(0,14 0,16 0,2)	(1 1 1)	(3 4 5)	(4 5 6)
RHK	(1 2 3)	(0,25 0,33 0,5)	(0,2 0,25 0,33)	(0,16 0,2 0,25)	(0,2 0,25 0,33)	(0,2 0,25 0,33)	(1 1 1)	(3 4 5)
RHF	(0,2 0,25 0,33)	(0,33 0,5 1)	(0,16 0,2 0,25)	(0,14 0,16 0,2)	(0,16 0,2 0,2)	(0,16 0,2 0,25)	(0,2 0,25 0,33)	(1 1 1)
KV_8 $\lambda = 0.054$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
MS	(1 1 1)	(1 2 3)	(1 2 3)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(4 5 6)	(3 4 5)	(3 4 5)
ŞN	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)	(1 2 3)	(0,16 0,2 0,25)	(0,14 0,16 0,2)	(0,33 0,5 1)	(0,25 0,33 0,5)	(0,25 0,33 0,5)
KBG	(0,33 0,5 1)	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)	(0,2 0,25 0,33)	(0,2 0,25 0,33)	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)	(1 1 1)
HGD	(1 1 1)	(4 5 6)	(3 4 5)	(1 1 1)	(1 1 1)	(4 5 6)	(5 6 7)	(5 6 7)
YS	(1 2 3)	(5 6 7)	(3 4 5)	(1 1 1)	(1 1 1)	(3 4 5)	(2 3 4)	(2 3 4)
MEV	(0,16 0,2 0,25)	(1 2 3)	(1 2 3)	(0,16 0,2 0,25)	(0,2 0,25 0,33)	(1 1 1)	(1 2 3)	(1 2 3)
RHK	(0,2 0,25 0,33)	(2 3 4)	(1 1 1)	(0,14 0,16 0,2)	(0,25 0,33 0,5)	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)	(1 1 1)
RHF	(0,2 0,25 0,33)	(2 3 4)	(1 1 1)	(0,14 0,16 0,2)	(0,25 0,33 0,33)	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)	(1 1 1)
KV_9 $\lambda = 0.089$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
MS	(1 1 1)	(6 7 8)	(6 7 8)	(1 1 1)	(6 7 8)	(3 4 5)	(6 7 8)	(6 7 8)
ŞN	(0,12 0,14 0,16)	(1 1 1)	(1 1 1)	(0,12 0,14 0,16)	(0,2 0,25 0,33)	(0,2 0,25 0,33)	(1 1 1)	(1 1 1)
KBG	(0,12 0,14 0,16)	(1 1 1)	(1 1 1)	(0,2 0,25 0,33)	(3 4 5)	(1 2 3)	(1 2 3)	(1 2 3)
HGD	(1 1 1)	(6 7 8)	(3 4 5)	(1 1 1)	(1 1 1)	(1 1 1)	(3 4 5)	(3 4 5)
YS	(0,12 0,14 0,16)	(3 4 5)	(0,2 0,25 0,33)	(1 1 1)	(1 1 1)	(1 1 1)	(1 1 1)	(1 1 1)
MEV	(0,2 0,25 0,33)	(3 4 5)	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)	(1 1 1)	(1 1 1)	(0,2 0,25 0,33)	(0,2 0,25 0,33)
RHK	(0,12 0,14 0,16)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(0,2 0,25 0,33)	(1 1 1)	(3 4 5)	(1 1 1)	(1 1 1)
RHF	(0,12 0,14 0,16)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(0,2 0,25 0,33)	(1 1 1)	(3 4 5)	(1 1 1)	(1 1 1)

Tablo 5 – devam

KV ₁₀ $\lambda = 0.107$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
MS	(1 1 1)	(2 3 4)	(1 2 3)	(1 1 1)	(0,25 0,33 0,5)	(1 2 3)	(0,33 0,5 1)	(1 2 3)
ŞN	(0,25 0,33 0,5)	(1 1 1)	(1 2 3)	(0,33 0,5 1)	(0,2 0,25 0,33)	(0,33 0,5 1)	(0,25 0,33 0,5)	(0,33 0,5 1)
KBG	(0,33 0,5 1)	(0,33 0,5 1)	(1 1 1)	(0,2 0,25 0,33)	(0,16 0,2 0,25)	(0,25 0,33 0,5)	(0,2 0,25 0,33)	(0,33 0,5 1)
HGD	(1 1 1)	(1 2 3)	(3 4 5)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(1 2 3)	(0,33 0,5 1)	(1 2 3)
YS	(2 3 4)	(3 4 5)	(4 5 6)	(1 2 3)	(1 1 1)	(3 4 5)	(2 3 4)	(1 2 3)
MEV	(0,33 0,5 1)	(1 2 3)	(2 3 4)	(0,33 0,5 1)	(0,2 0,25 0,33)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(1 2 3)
RHK	(1 2 3)	(2 3 4)	(3 4 5)	(1 2 3)	(0,25 0,33 0,5)	(1 2 3)	(1 1 1)	(2 3 4)
RHF	(0,33 0,5 1)	(1 2 3)	(1 2 3)	(0,33 0,5 1)	(0,33 0,5 0,5)	(0,33 0,5 1)	(0,25 0,33 0,5)	(1 1 1)
KV ₁₁ $\lambda = 0.107$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
MS	(1 1 1)	(7 8 9)	(5 6 7)	(0,14 0,16 0,2)	(0,11 0,12 0,14)	(0,16 0,2 0,25)	(3 4 5)	(3 4 5)
ŞN	(0,11 0,12 0,14)	(1 1 1)	(0,2 0,25 0,33)	(0,11 0,11 0,12)	(0,11 0,11 0,12)	(0,25 0,33 0,5)	(0,14 0,16 0,2)	(0,12 0,14 0,16)
KBG	(0,14 0,16 0,2)	(3 4 5)	(1 1 1)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)	(0,2 0,25 0,33)	(0,2 0,25 0,33)	(0,16 0,2 0,25)
HGD	(5 6 7)	(8 9 9)	(7 8 9)	(1 1 1)	(1 1 1)	(4 5 6)	(0,33 0,5 1)	(5 6 7)
YS	(7 8 9)	(8 9 9)	(7 8 9)	(1 1 1)	(1 1 1)	(8 9 9)	(4 5 6)	(5 6 7)
MEV	(4 5 6)	(2 3 4)	(3 4 5)	(0,16 0,2 0,25)	(0,11 0,11 0,12)	(1 1 1)	(0,2 0,25 0,33)	(0,16 0,2 0,25)
RHK	(0,2 0,25 0,33)	(5 6 7)	(3 4 5)	(1 2 3)	(0,16 0,2 0,25)	(3 4 5)	(1 1 1)	(0,14 0,16 0,2)
RHF	(0,2 0,25 0,33)	(6 7 8)	(4 5 6)	(0,14 0,16 0,2)	(0,14 0,16 0,16)	(4 5 6)	(5 6 7)	(1 1 1)
KV ₁₂ $\lambda = 0.018$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
MS	(1 1 1)	(6 7 8)	(4 5 6)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(2 3 4)	(0,25 0,33 0,5)	(0,25 0,33 0,5)
ŞN	(0,12 0,14 0,16)	(1 1 1)	(0,33 0,5 1)	(0,16 0,2 0,25)	(0,12 0,14 0,16)	(0,25 0,33 0,5)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)
KBG	(0,16 0,2 0,25)	(1 2 3)	(1 1 1)	(0,2 0,25 0,33)	(0,14 0,16 0,2)	(0,33 0,5 1)	(0,14 0,16 0,2)	(0,14 0,16 0,2)
HGD	(1 1 1)	(4 5 6)	(3 4 5)	(1 1 1)	(0,25 0,33 0,5)	(2 3 4)	(0,2 0,25 0,33)	(0,2 0,25 0,33)
YS	(1 2 3)	(6 7 8)	(5 6 7)	(2 3 4)	(1 1 1)	(5 6 7)	(0,33 0,5 1)	(0,33 0,5 1)
MEV	(0,25 0,33 0,5)	(2 3 4)	(1 2 3)	(0,25 0,33 0,5)	(0,14 0,16 0,2)	(1 1 1)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)
RHK	(2 3 4)	(7 8 9)	(5 6 7)	(3 4 5)	(1 2 3)	(7 8 9)	(1 1 1)	(1 1 1)
RHF	(2 3 4)	(7 8 9)	(5 6 7)	(3 4 5)	(1 2 2)	(7 8 9)	(1 1 1)	(1 1 1)

Tablo 5 – devam

KV_{13} $\lambda = 0.054$	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
MS	(1 1 1)	(5 6 7)	(0,25 0,33 0,5)	(0,12 0,14 0,16)	(0,11 0,12 0,14)	(0,12 0,14 0,16)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)
ŞN	(0,14 0,16 0,2)	(1 1 1)	(5 6 7)	(0,16 0,2 0,25)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)
KBG	(2 3 4)	(0,14 0,16 0,2)	(1 1 1)	(0,14 0,16 0,2)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)	(0,11 0,12 0,14)
HGD	(6 7 8)	(4 5 6)	(5 6 7)	(1 1 1)	(6 7 8)	(5 6 7)	(0,33 0,5 1)	(0,33 0,5 1)
YS	(7 8 9)	(7 8 9)	(7 8 9)	(0,12 0,14 0,16)	(1 1 1)	(7 8 9)	(7 8 9)	(6 7 8)
MEV	(6 7 8)	(7 8 9)	(7 8 9)	(0,14 0,16 0,2)	(0,11 0,12 0,14)	(1 1 1)	(0,16 0,2 0,25)	(0,14 0,16 0,2)
RHK	(7 8 9)	(7 8 9)	(7 8 9)	(1 2 3)	(0,11 0,12 0,14)	(4 5 6)	(1 1 1)	(1 1 1)
RHF	(7 8 9)	(7 8 9)	(7 8 9)	(1 2 3)	(0,12 0,14 0,14)	(5 6 7)	(1 1 1)	(1 1 1)

Tablo 6: Karar Vericilerin Bireysel Bulanık Önceliklendirme Vektörü ve Yeni Rota Seçimi Kriterlerinin Birleştirilmiş Ağırlık Vektörü

	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF
KV ₁	(0,04 0,04 0,04)	(0,08 0,08 0,09)	(0,1 0,1 0,11)	(0,14 0,13 0,13)	(0,28 0,3 0,29)	(0,04 0,04 0,04)	(0,14 0,14 0,13)	(0,14 0,14 0,13)
KV ₂	(0,04 0,04 0,04)	(0,04 0,04 0,05)	(0,08 0,09 0,09)	(0,42 0,4 0,39)	(0,28 0,27 0,26)	(0,05 0,05 0,06)	(0,03 0,03 0,03)	(0,03 0,04 0,04)
KV ₃	(0,02 0,02 0,01)	(0,04 0,04 0,04)	(0,06 0,06 0,07)	(0,25 0,25 0,24)	(0,26 0,26 0,25)	(0,11 0,13 0,14)	(0,11 0,11 0,11)	(0,11 0,11 0,1)
KV ₄	(0,01 0,02 0,02)	(0,03 0,03 0,03)	(0,01 0,01 0,01)	(0,23 0,23 0,23)	(0,25 0,26 0,26)	(0,06 0,06 0,06)	(0,18 0,18 0,17)	(0,18 0,18 0,17)
KV ₅	(0,12 0,12 0,11)	(0,04 0,05 0,05)	(0,03 0,03 0,03)	(0,15 0,14 0,14)	(0,34 0,34 0,32)	(0,08 0,09 0,1)	(0,17 0,18 0,19)	(0,03 0,02 0,02)
KV ₆	(0,02 0,02 0,02)	(0,02 0,01 0,01)	(0,03 0,03 0,03)	(0,21 0,22 0,23)	(0,37 0,35 0,33)	(0,07 0,07 0,07)	(0,13 0,14 0,14)	(0,11 0,11 0,12)
KV ₇	(0,18 0,18 0,2)	(0,09 0,09 0,09)	(0,06 0,06 0,06)	(0,16 0,15 0,15)	(0,36 0,36 0,35)	(0,05 0,05 0,05)	(0,04 0,04 0,05)	(0,02 0,02 0,02)
KV ₈	(0,16 0,18 0,19)	(0,04 0,04 0,05)	(0,05 0,05 0,05)	(0,3 0,27 0,24)	(0,23 0,24 0,24)	(0,06 0,07 0,08)	(0,06 0,06 0,06)	(0,06 0,06 0,05)
KV ₉	(0,38 0,38 0,37)	(0,04 0,04 0,04)	(0,07 0,09 0,1)	(0,2 0,2 0,19)	(0,07 0,07 0,07)	(0,06 0,06 0,06)	(0,06 0,06 0,07)	(0,06 0,06 0,07)
KV ₁₀	(0,12 0,12 0,12)	(0,05 0,05 0,06)	(0,04 0,04 0,04)	(0,13 0,13 0,13)	(0,28 0,28 0,26)	(0,09 0,09 0,1)	(0,17 0,18 0,18)	(0,07 0,07 0,08)
KV ₁₁	(0,09 0,09 0,09)	(0,01 0,01 0,01)	(0,02 0,02 0,02)	(0,24 0,24 0,25)	(0,37 0,36 0,34)	(0,05 0,05 0,06)	(0,07 0,08 0,09)	(0,1 0,1 0,1)
KV ₁₂	(0,1 0,1 0,11)	(0,02 0,02 0,02)	(0,02 0,03 0,03)	(0,09 0,08 0,08)	(0,16 0,17 0,2)	(0,03 0,03 0,04)	(0,27 0,26 0,25)	(0,27 0,26 0,24)
KV ₁₃	(0,02 0,02 0,02)	(0,02 0,02 0,02)	(0,02 0,02 0,02)	(0,19 0,2 0,23)	(0,3 0,29 0,27)	(0,07 0,06 0,06)	(0,17 0,17 0,17)	(0,18 0,18 0,17)
Birleştirilmiş Ağırlık	(0,04 0,04 0,04)	(0,02 0,02 0,02)	(0,02 0,02 0,03)	(0,25 0,25 0,24)	(0,38 0,38 0,37)	(0,05 0,05 0,06)	(0,11 0,12 0,12)	(0,08 0,08 0,08)

Tablo 7: Yeni Rota Seçim Kriterleri İçin Birleştirilmiş Bulanık Karar Matrisi

	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MVS	RHK	RHF	OBA
MS	(1 1 1)	(1,21 1,89 2,89)	(0,7 1,17 1,79)	(0,17 0,2 0,25)	(0,08 0,11 0,17)	(0,41 0,67 1,03)	(0,27 0,4 0,65)	(0,58 0,88 1,31)	0,06
ŞN	(0,34 0,52 0,82)	(1 1 1)	(0,53 0,89 1,49)	(0,07 0,1 0,17)	(0,05 0,06 0,09)	(0,15 0,24 0,46)	(0,1 0,15 0,24)	(0,13 0,21 0,36)	0,04
KBG	(0,55 0,84 1,41)	(0,66 1,11 1,87)	(1 1 1)	(0,09 0,12 0,17)	(0,08 0,1 0,16)	(0,18 0,31 0,56)	(0,13 0,2 0,32)	(0,18 0,27 0,46)	0,04
HGD	(3,99 4,79 5,57)	(5,8 9,63 13,58)	(5,58 8,14 10,93)	(1 1 1)	(0,63 0,86 1,38)	(4,34 7,1 10,08)	(0,94 1,52 2,63)	(2,28 3,66 5,25)	0,21
YS	(5,77 8,69 11,76)	(11,04 15,17 19,41)	(6,17 9,1 12,38)	(0,72 1,14 1,57)	(1 1 1)	(7,17 10,16 13,21)	(3,2 5,33 8,04)	(3,76 6,11 8,91)	0,32
MVS	(0,96 1,48 2,42)	(2,16 4,1 6,51)	(1,77 3,18 5,31)	(0,09 0,14 0,23)	(0,07 0,09 0,13)	(1 1 1)	(0,22 0,4 0,71)	(0,27 0,51 0,89)	0,09
RHK	(1,53 2,48 3,68)	(4,03 6,31 9,18)	(3,06 4,89 7,52)	(0,37 0,65 1,05)	(0,12 0,18 0,31)	(1,38 2,46 4,37)	(1 1 1)	(1 1,29 1,62)	0,13
RHF	(0,76 1,12 1,71)	(2,76 4,63 7,36)	(2,16 3,58 5,53)	(0,19 0,27 0,43)	(0,11 0,16 0,16)	(1,11 1,94 3,59)	(0,61 0,77 0,99)	(1 1 1)	0,10

CCI = 0,02

Diğer kriterlerin önem derecesi sırasıyla FR 0.10, MV 0.09, MS 0.06, KBG 0.04 ve ŞN 0.04 olarak tespit edilmiştir. Birleştirilmiş ağırlık vektörünü hesaplamak için karar vericilerin (λ) uzman öncelik vektörü, her karar vericinin bireysel öncelik vektörü ile çarpılmaktadır

Daha sonra alternatifler için benzer adımlar izlenir. İkinci adımda karar vericiler, her bir alternatifi diğer alternatiflerle bulanık karar matrisindeki her bir kriter için karşılaştırdılar. Alternatifler için bireysel bulanık değerlendirme matrisinden üretilen birleştirilmiş bulanık karar matrisleri (AFJM), Tablo 8'de verilmiştir. Tablo 8, karar vericilerin bireysel bulanık karar matrislerinden hesaplanan, her kriter altında toplanan bulanık yargı matrisini göstermektedir. Tüm alternatif değerlendirmeleri, CCI değerlerinin, $n=4$ için 0.35 eşik değerinin altında olması sebebiyle tutarlı bulunmuştur.

Yolcu sayısı, hattın gelir düzeyi, mesafe ve mevsimsellik kriterlerine göre, Alternatif Rota 2 en uygun seçenek olarak bulunmuştur. Ek 3'de bulunan alternatiflerin verileri incelenecek olursa, yolcu sayısı kriteri açısından 215.459 yolcuyla Alternatif 2'nin en yüksek yolcu sayısına sahip olması yapılan değerlendirmeyi teyit etmesi açısından önemlidir. Yine en yüksek gelir düzeyine, en düşük mesafeye sahip olması da diğer veri değerlendirmelerinin tutarlılığı açısından önem arz etmektedir.

Alternatif Rota 3, kişi başına düşen gelir düzeyi, rakip havayollarının pazara sunmuş olduğu kapasite ve yine rakip havayollarının pazara sunmuş olduğu frekans açısından tercih edilen rota olmuştur. İlgili rota 6.252 haftalık kapasite ile rekabetin en düşük olduğu ve 23.460\$ gelir seviyesi ile alternatifler arasında en yüksek kişi başına gelir seviyesine sahip ülke içerisinde bulunmaktadır. Ayrıca ilgili pazardaki kapasite ve frekans derinliğinin diğer rotalara göre görece daha sınırlı olması bu rotayı ön plâna çıkaran etmenlerdendir.

Alternatif Rota 1 yaklaşık 21 milyon nüfusuyla, şehir nüfusu kriteri açısından en çok tercih edilen rota olmuştur. Ayrıca mesafe, mevsimsellik ve kişi başına düşen gelir kriterleri açısından da en çok tercih edilen 2. rota konumundadır.

Alternatif Rota 4 ise yalnızca pazara sunulan kapasite ve frekans kriterleri açısından 2. tercih edilen rota olması sebebiyle araştırmada en az tercih edilen rota olmuştur.

Tablo 8: Yeni Rota Alternatifleri İçin Birleştirilmiş Bulanık Karar Matrisleri

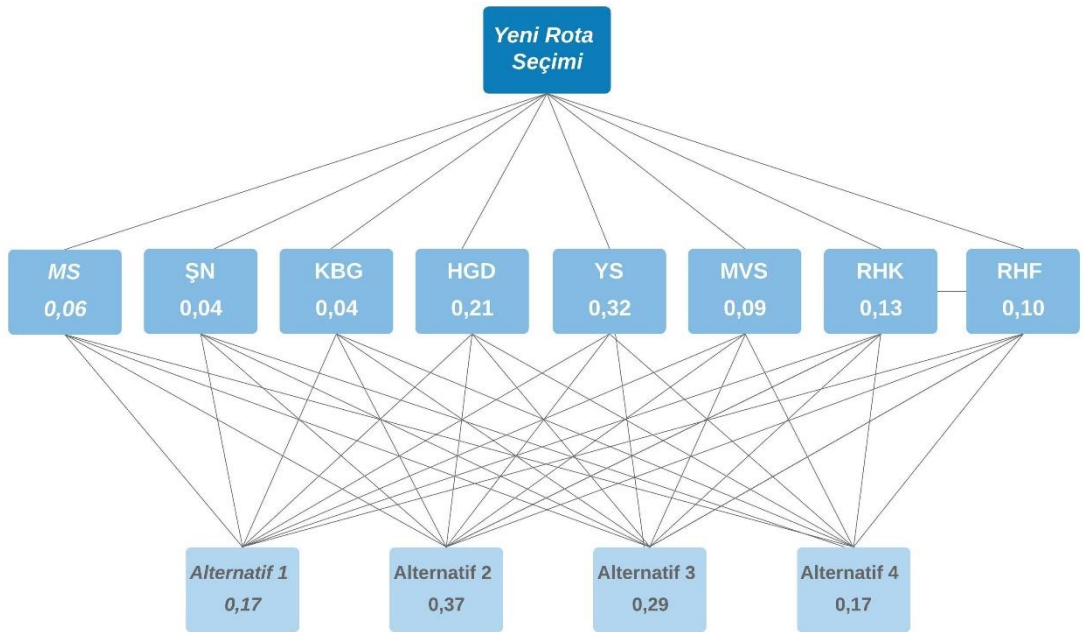
	A1	A2	A3	A4	OBA	
MS	A1	(1 1 1)	(0,42 0,52 0,74)	(2,04 3,12 4,16)	(1,41 2,47 3,5)	0,26
	A2	(1,35 1,9 2,38)	(1 1 1)	(2,51 3,59 4,62)	(1,94 2,96 4)	0,38
	A3	(0,23 0,31 0,47)	(0,21 0,28 0,4)	(1 1 1)	(0,52 0,69 1,02)	0,16
	A4	(0,28 0,4 0,7)	(0,24 0,33 0,51)	(0,97 1,44 1,9)	(1 1 1)	0,19
CCI = 0.01						
ŞN	A1	(1 1 1)	(1,93 3,1 4,17)	(4,99 6,03 6,98)	(3,71 4,78 5,8)	0,35
	A2	(0,23 0,32 0,51)	(1 1 1)	(3,08 4,14 5,17)	(1,37 2,33 3,24)	0,29
	A3	(0,14 0,16 0,2)	(0,19 0,24 0,32)	(1 1 1)	(0,31 0,42 0,72)	0,16
	A4	(0,17 0,2 0,26)	(0,3 0,42 0,72)	(1,38 2,32 3,21)	(1 1 1)	0,20
CCI = 0.02						
KBG	A1	(1 1 1)	(2,28 3,2 4,07)	(0,23 0,29 0,4)	(3,58 4,71 5,77)	0,25
	A2	(0,24 0,31 0,43)	(1 1 1)	(0,15 0,19 0,24)	(1,63 2,49 3,26)	0,17
	A3	(2,49 3,35 4,32)	(4,04 5,23 6,28)	(1 1 1)	(6,03 7,14 7,8)	0,47
	A4	(0,17 0,21 0,27)	(0,3 0,4 0,61)	(0,12 0,14 0,16)	(1 1 1)	0,12
CCI = 0.03						
HGD	A1	(1 1 1)	(0,16 0,19 0,25)	(0,2 0,26 0,38)	(0,28 0,4 0,69)	0,09
	A2	(4,21 5,29 6,31)	(1 1 1)	(2,05 3,15 4,19)	(2,78 3,89 4,95)	0,46
	A3	(2,6 3,74 4,81)	(0,23 0,31 0,48)	(1 1 1)	(1,54 2,59 3,62)	0,28
	A4	(1,44 2,49 3,51)	(0,2 0,25 0,35)	(0,27 0,38 0,64)	(1 1 1)	0,17
CCI = 0.03						
YS	A1	(1 1 1)	(0,12 0,14 0,17)	(0,18 0,22 0,28)	(1,8 2,7 3,55)	0,13
	A2	(5,7 6,74 7,71)	(1 1 1)	(3,22 4,35 5,38)	(6,99 8 8,58)	0,49
	A3	(3,47 4,52 5,55)	(0,18 0,22 0,3)	(1 1 1)	(5,13 6,15 7,16)	0,30
	A4	(0,28 0,36 0,55)	(0,11 0,12 0,14)	(0,13 0,16 0,19)	(1 1 1)	0,08
CCI = 0.06						
MEV	A1	(1 1 1)	(0,68 0,75 0,85)	(1,43 2,04 2,65)	(1,21 1,63 2,1)	0,26
	A2	(1,16 1,32 1,46)	(1 1 1)	(1,58 2,21 2,86)	(1,2 1,63 2,11)	0,32
	A3	(0,37 0,48 0,69)	(0,34 0,45 0,63)	(1 1 1)	(0,37 0,57 1)	0,19
	A4	(0,47 0,61 0,82)	(0,47 0,61 0,82)	(0,99 1,74 2,65)	(1 1 1)	0,24
CCI = 0.12						
RHK	A1	(1 1 1)	(0,57 0,75 1,04)	(0,39 0,48 0,63)	(0,44 0,59 0,88)	0,18
	A2	(0,95 1,31 1,73)	(1 1 1)	(0,42 0,52 0,69)	(0,5 0,7 1,17)	0,22
	A3	(1,58 2,05 2,54)	(1,43 1,88 2,34)	(1 1 1)	(0,9 1,58 2,47)	0,34
	A4	(1,13 1,69 2,26)	(0,85 1,41 1,98)	(0,4 0,63 1,1)	(1 1 1)	0,26
CCI = 0.24						
RHF	A1	(1 1 1)	(0,96 1,17 1,34)	(0,38 0,48 0,62)	(0,41 0,51 0,69)	0,18
	A2	(0,74 0,85 1,03)	(1 1 1)	(0,36 0,44 0,56)	(0,38 0,48 0,62)	0,18
	A3	(1,59 2,08 2,57)	(1,75 2,24 2,74)	(1 1 1)	(1,01 1,29 1,49)	0,34
	A4	(1,43 1,92 2,41)	(1,59 2,07 2,58)	(0,66 0,77 0,98)	(1 1 1)	0,30
CCI = 0.00						

Tablo 9, BAHP yaklaşımını kullanarak hava taşımacılığında yeni rota seçimi hakkında karar vermek için alternatif rotaların nihai sonuçlarını göstermektedir. Karar vericilerin kriterler arasında en yüksek önem derecesi verdikleri sırasıyla yolcu sayısı 0.32, hattın gelir düzeyi 0.21, rakip hava yollarının kapasitesi (hattın rekabet düzeyi)

0.13 ve rakip havayollarının frekansı 0.13 kriterleri alternatiflerin seçiminde önemli rol oynamışlardır. Bu nedenlerle Alternatif Rota 2, tüm kriterleri göz önünde bulundurarak 0.49 ağırlığı ile en uygun yeni rota olarak tercih edilmektedir. Alternatif 2'nin en uygun alternatif olarak seçilmesinin sebebi karar vericilerin 1. ve 2. sırada önem derecesi atfettikleri kriterlerde Alternatif 2'nin diğer alternatif hatlara tercih etmeleridir. Her ne kadar Alternatif 3 karar vericilerin 0.13 ve 0.10 gibi ağırlıklarda önem verdikleri rakip havayollarının kapasitesi ve rakip havayollarının frekansı kriterlerinde ilk sırada olsa da diğer kriterlerde yeterince başarılı olamaması onu en uygun yeni rota olarak belirlenmesi için yeterli olmamıştır. Yeni rota seçimi için en uygun ikinci rota Alternatif 3, üçüncü rota ise Alternatif 1 ve dördüncü rota ise Alternatif 4 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 9: Final Ağırlık Matrisi

	MS	ŞN	KBG	HGD	YS	MEV	RHK	RHF	Ağırlık
	0.06	0.04	0.04	0.21	0.32	0.09	0.13	0.10	
A1	0.26	0.35	0.25	0.09	0.13	0.26	0.18	0.18	0.17
A2	0.38	0.29	0.17	0.46	0.49	0.32	0.22	0.18	0.37
A3	0.16	0.16	0.47	0.28	0.30	0.19	0.34	0.34	0.29
A4	0.19	0.20	0.12	0.17	0.08	0.24	0.26	0.30	0.17



Şekil 24: Yeni Rota Seçimi Karar Süreci Hiyerarşisi Ağırlıkları

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Özellikle son 30 yıldır dünya havacılık sektörü yüksek büyüme oranları göstermektedir. Gelecek dönem projeksiyonları ise geçtiğimiz 30 yıldaki kadar olmasa da havacılık sektörünün büyüme oranlarının diğer sektörlere göre görece yüksek olacağını ortaya koymaktadır. Bu görece yüksek büyüme oranları ise, kârlılığı düşük olan hava yollarını pazardan pay ve reputasyon kaybına uğramamak için yeni yatırımların içerisine itecektir. Hava yolu şirketleri için en önemli yatırımlardan biri, yeni uçaklar satın alarak filolarını genişletmek ve bu uçakları mevcut kapasitelerini arttırmak ya da yeni hatlar açarak mevcut ağ yapısını beslemektir. Açılacak yeni hatlar ise ilk yatırım maliyetleri katlanılacak olması ve devamında hava yolu ağ yapısına yapacağı faydası nedeniyle önem arz etmektedir. Yeni hat açılışında seçilecek rotada yapılacak bir hata şirketler için milyon dolarlarla ölçülecek zararlara sebep olabilir. Bu ve benzeri nedenlerle hava yolu şirketleri için yeni rota seçimi önemli bir karar verme problemidir. Bu problemi şirketlerin somut verilerin analizi ve konu uzmanlarının ortak görüşüyle çözmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada yeni rota açılması yoluyla yatırım yapacak hava yolu şirketleri için literatür taraması ve endüstri araştırması vasıtasıyla en önemli 8 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler; mesafe, şehir nüfusu, kişi başına düşen gelir, hattın gelir düzeyi, yolcu sayısı, mevsimsellik, rakip hava yollarının kapasitesi ve rakip hava yollarının frekansıdır. Bu kriterler 13 konu uzmanı tarafından Bulanık Analitik Hiyerarşi Metodu vasıtasıyla ikili karşılaştırmalar yapılarak değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucu yolcu sayısı kriteri 0.32 ağırlıkla yeni hat seçiminde en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışma sonucu hattın gelir düzeyi (0.21), rakip hava yollarının pazara sunduğu kapasite (0.13) kriterleri de diğer önemli kriterler olarak tespit edilmiştir. Rakip havayollarının pazara sunduğu frekans (0.10), mevsimsellik (0.09), mesafe (0.06), kişi başına düşen gelir (0.04) ve şehir nüfusu (0.04) sırasıyla diğer kriterler ve tespit edilen önem dereceleridir.

Kriter ağırlıkları hesaplanmasından sonra aynı 13 uzmandan aynı metod vasıtasıyla her bir kriter altında alternatifleri karşılaştırmaları istenmiştir.

Karşılaştırmalar sonucu Alternatif 2 en önemli iki kriter açısından en tercih edilen hat olması sebebiyle de yeni rota seçimi için en uygun hat olarak en yüksek ağırlık derecesini (0.37) almıştır.

Bu çalışmada kullanılan Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi metodu, problemin özü ve doğası gereği konu uzmanları tarafında ortak karar alınması gereken bir problem olması sebebiyle tercih edilmiştir. Çalışmada sektör uzmanlarının deneyim düzeyleri bireysel bulanık karar matrislerinin birleştirilmiş son bulanık karar matrisine etkisini belirlemiştir. Bu sayede hiyerarşik yapıda karar alan şirketler için çok uygun bir model ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi metodunda çok kullanılmayan tutarlılık kontrolü, CCI kontrolü ismiyle hem bireysel karar matrislerinde hem de birleştirilmiş karar matrislerinde kullanılmıştır. Bu sayede anketlerden elde edilen verilerin tutarlılığı iki aşamalı olarak test edilmiştir.

Çalışma neticesinde hava yolu şirketleri yeni rota açılması yoluyla yapacakları yatırımları için yol gösterici bir model ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Hava yolu şirketleri hem bu metodu bire bir yeni rota seçimi problemlerinde kullanabilmeleri hem de sektör uzmanları tarafından ağırlıklandırılan kriterlerin önem derecelerini kullanmaları sayesinde çalışmadan fayda sağlayabilirler. Ayrıca havacılıkta yeni rota seçimi problemi üzerine çalışacak öğrenci ve akademisyenlere de, bu problemin çözümü için sunulan örnek bir çalışma olarak farklı bir perspektif sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Aguar, Juan. 2003. The geometric consistency index : Approximated thresholds. **European Journal of Operational Research** c. 147.: 137–45.
- Alamdari, Fariba, Simon Fagan. 2005. Impact of the Adherence to the Original Low-cost Model on the Profitability of Low-cost Airlines. **Transport Reviews** c. 25. s. 3: 377–92. doi:10.1080/01441640500038748.
- Barros, Alexandre G De, A K Somasundaraswaran, S C Wirasinghe. 2007. Evaluation of level of service for transfer passengers at airports. **Journal of Air Transport Management** c. 13.: 293–98. doi:10.1016/j.jairtraman.2007.04.004.
- Bellman, R E, L A Zadeh. 1977. Local and Fuzzy Logics.
- Belobaba, Peter, Amedeo Odoni, Cynthia Barnhart. 2009. **The Global Airline Industry**. Chippenham: WILEY.
- Berry, Steven T. 1992. Estimation of a Model of Entry in the Airline Industry. **The Econometric Society** c. 60. s. 4: 889–917.
- Boguslaski, C., H. Ito, D. Lee. 2004. Entry Patterns in the Southwest Airlines Route System. **Review of Industrial Organization** c. 25(3):. 317–350. doi:10.1007/s11151-004-1970-5.
- Bulut, Emrah, Okan Duru, Tuba Keçeci, Shigeru Yoshida. 2012. Use of consistency index , expert prioritization and direct numerical inputs for generic fuzzy-AHP modeling : A process model for shipping asset management. **Expert Systems With Applications** c. 39. s. 2. Elsevier Ltd: 1911–23. doi:10.1016/j.eswa.2011.08.056.
- Burghouwt, Guillaume. 2007. **Airline Network Developments in Europe and its Implications for Airport Planning**. London, United Kingdom: Ashgate.
- Burghouwt, Guillaume, Jaap De Wit. 2005. Temporal configurations of European airline networks c. 11.: 185–98. doi:10.1016/j.jairtraman.2004.08.003.
- Çabukel, Betül. 2011. Havacılık Sektöründe Uluslararası Pazara Giriş Stratejileri. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Bilgi Üniversitesi.
- Calabrese, Armando, Roberta Costa, Nathan Leviaidi, Tamara Menichini. 2016. A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Method to Support Materiality Assessment in Sustainability Reporting. **Journal of Cleaner Production** c. 121. Elsevier Ltd: 248–64. doi:10.1016/j.jclepro.2015.12.005.
- . 2019. Integrating sustainability into strategic decision-making: A fuzzy AHP method for the selection of relevant sustainability issues. **Technological**

- Forecasting and Social Change** c. 139. s. March. Elsevier: 155–68. doi:10.1016/j.techfore.2018.11.005.
- CAPA. 2014. Air travel rises with a country's wealth. Law of nature, or can government policy make a difference?
- Çetişli, Bayram. 2006. Öznitelik seçiminde dilsel kuvvetli sinir bulanık sınıflayıcı kullanımı. **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh.Mim.Fak.Dergisi**, sayı 2.
- Chang, Da Yong. 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. **European Journal of Operational Research** c. 95. s. 3: 649–655. doi:10.1016/0377-2217(95)00300-2.
- Chen, Shu-Jen, Ching-Lai Hwang. 1992. Fuzzy Multi-Attribute Decision-Making: Methods and Applications. **Berlin:Springer**.
- Çiçek, Hülya. 2013. Filo Seçim Problemlerine Optimizasyon Teknikleri ile Yaklaşım. Marmara Üniversitesi.
- Çiftçi, Muharrem Enis. 2014. Design and Analysis of a New Regional Hub in Turkey. Yüksek Lisans Tezi. Fatih University.
- Crawford, Gordon, Cindy Williams. 1985. A Note on the Analysis of Subjective Judgment Matrices. **Journal of Mathematical Psychology** c. 29.: 387–405.
- Deng, Hepu. 1999. Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison c. 21.: 215–31.
- Dennis, Nigel. 2007. End of the free lunch ? The responses of traditional European airlines to the low-cost carrier threat c. 13.: 311–21. doi:10.1016/j.jairtraman.2007.04.005.
- Doganis, Rigas. 2010. **Flying Off Course IV: Airline Economics and Marketing**. London, United Kingdom: Routledge.
- Dunn, Abe. 2008. Do low-quality products affect high-quality entry? Multiproduct firms and nonstop entry in airline markets. **International Journal of Industrial Organization** c. 26. s. 5: 1074–1089. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ijindorg.2007.10.001.
- Duru, Okan, Emrah Bulut, Shigeru Yoshida. 2012. Regime switching fuzzy AHP model for choice-varying priorities problem and expert consistency prioritization: A cubic fuzzy-priority matrix design. **Expert Systems With Applications** c. 39. s. 5. Elsevier Ltd: 4954–64. doi:10.1016/j.eswa.2011.10.020.
- Emrouznejad, Ali, William Ho. 2017. **Fuzzy Analytic Hierarchy Process**. Taylor & Francis Group, LLC.
- Erdoğan, Kevser Neslihan. 2018. Bankacılık Sektöründe Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Topsis ile Finansal Performans Değerlendirmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi.

- Ertuğrul, İrfan, Nilsen Karakaş. 2008. Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection, 783–95. doi:10.1007/s00170-007-1249-8.
- European Commission. 2017. Annual Analyses of the EU Air Transport Market 2016.
- Forsyth, Peter. 2007. The impacts of emerging aviation trends on airport infrastructure c. 13.: 45–52. doi:10.1016/j.jairtraman.2006.10.004.
- Genç, Ramazan Muhammed. 2017. Havayollarında Bağlantılı Uçuşlarda Bağlantı Kalitesinin Ölçülmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Ticaret Üniversitesi.
- Gillen, David, Ashish Lall. 2004. Competitive advantage of low-cost carriers : some implications for airports c. 10.: 41–50. doi:10.1016/j.jairtraman.2003.10.009.
- Goedeking, Philipp. 2010. **Networks in aviation: Strategies and structures**. Berlin: Springer. doi:10.1007/978-3-642-13764-8.
- Great Circle Map. 2019. <http://www.gcmap.com/mapui?P=LON-TLV,+LON-IST-TLV>.
- Grosche, Tobias, Franz Rothlauf, Armin Heinzl. 2007. Gravity models for airline passenger volume estimation. **Journal of Air Transport Management** c. 13. s. 4: 175–183. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jairtraman.2007.02.001.
- Gürel, Sinem. 2012. A Fuzzy AHP Approach for Financial Performance Evaluation of Airline Companies. Kadir Has Üniversitesi.
- Haybat, Sertaç. 2011. Pegasus – The Success Story of a Low-cost Airline. London, United Kingdom.
- Homsombat, Winai, Zheng Lei, Xiaowen Fu. 2014. Competitive effects of the airlines-within-airlines strategy – Pricing and route entry patterns. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review** c. 63. Elsevier Ltd: 1–16. doi:10.1016/j.tre.2013.12.008.
- <https://www.flypgs.com/faydali-bilgiler/ucusun-icin-bilgiler/ucus-noktalari>. 2019.
<https://www.flypgs.com/faydali-bilgiler/ucusun-icin-bilgiler/ucus-noktalari>.
- Hüschelrath, Kai, Kathrin Müller. 2013. Patterns and Effects of Entry in U . S . Airline Markets. **Journal of Industry, Competition, and Trade** c. 13(2). s. February 2011: 221–53. doi:10.1007/s10842-011-0115-4.
- IATA. 2013. **Airline Marketing Course eTextbook**. International Air Transport Association.
- Januszewski, Silke, Mara Lederman. 2003. Entry Patterns of Low-Cost Airlines.
- Kahraman, Cengiz. 2008. **Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Optimization: Theory and Applications with Recent Developments**. Springer. doi:10.1007/978-0-387-76813-7.
- Klophaus, Richard, Roland Conrady, Frank Fichert. 2012. Journal of Air Transport

- Management Low cost carriers going hybrid : Evidence from Europe. **Journal of Air Transport Management** c. 23. s. December 2011. Elsevier Ltd: 54–58. doi:10.1016/j.jairtraman.2012.01.015.
- Kuruüzüm, Ayşe. 1998. **Karar Destek Sistemlerinde Çok Amaçlı Yöntemler**. Akdeniz Üniversitesi.
- Kuruüzüm, Ayşe, Nuray Atsan. 2001. Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. **Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi**, 83–105.
- Liu, Chia-mei. 2009. Entry Behaviour and Financial Distress : An Empirical Analysis of the US Domestic Airline Industry. **Journal of Transport Economics and Policy** c. 43. s. May: 237–56.
- Lo, Ying-fu, Ming-hui Wen. 2010. A fuzzy-AHP-based technique for the decision of design feature selection in Massively Multiplayer Online Role-Playing Game development. **Expert Systems With Applications** c. 37. s. 12. Elsevier Ltd: 8685–93. doi:10.1016/j.eswa.2010.06.059.
- Önkoyun, Selvi. 2018. Aralık Değerli Pisagor Bulanık AHS ile Tahlisiye İstasyonu Kuruluş Yeri Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Papatheodorou, Andreas, Zheng Lei. 2006. Leisure travel in Europe and airline business models : A study of regional airports in Great Britain. **Journal of Air Transport Management** c. 12.: 47–52. doi:10.1016/j.jairtraman.2005.09.005.
- Reynolds-Feighan, Aisling. 2001. Traffic distribution in low-cost and full-service carrier networks in the US air transportation market c. 7.: 265–75.
- Saaty, Thomas L. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology** c. 15. s. 3: 234–81. doi:10.1016/0022-2496(77)90033-5.
- Saaty, Thomas L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process c. 1. s. 1.
- Sinclair, Robert A. 1995. An Empirical Model of Entry and Exit in Airline Markets. **Review of Industrial Organization** c. 10. s. 5: 541–57.
- Sun, Chia-Chi. 2010. A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. **Expert Systems With Applications** c. 37. s. 12. Elsevier Ltd: 7745–54. doi:10.1016/j.eswa.2010.04.066.
- Timor, Mephare. 2011. **Analitik Hiyerarşi Prosesi**. İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Turgut, Emre Çağlar. 2015. Tedarik Zinciri Yönetiminde AHP ve Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi, Yeni Yöntem Önerileri ve Uygulamaları. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Wang, Ying-Ming, Taha M.S. Elhag. 2006. On the Normalization of Interval and Fuzzy Weights. **Fuzzy Sets and Systems** c. 157.: 2456–71. doi:10.1016/j.fss.2009.03.009.

- Wang, Ying Ming, Taha M.S. Elhag. 2007. A fuzzy group decision making approach for bridge risk assessment. **Computers and Industrial Engineering** c. 53. s. 1: 137–48. doi:10.1016/j.cie.2007.04.009.
- Wang, Ying Ming, Ying Luo, Zhongsheng Hua. 2008. On the extent analysis method for fuzzy AHP and its applications. **European Journal of Operational Research** c. 186. s. 2: 735–47. doi:10.1016/j.ejor.2007.01.050.
- Williams, George. 2002. **Airline Competition: Deregulations Mixed Legacy**. England, United Kingdom: Ashgate.
- Wit de, Jaap, Jan Veldhuis, Guillaume Burghouwt, Hidenobu Matsumoto. 2009. Competitive position of primary airports in the Asia-Pacific rim. **Pacific Economic Review** c. 14. s. 5: 639–50. doi:10.1111/j.1468-0106.2009.00476.x.
- Yager, Ronald R. 1981. A procedure for ordering fuzzy subsets of the unit interval. **Information Sciences** c. 24. s. 2: 143–61. doi:10.1016/0020-0255(81)90017-7.
- Zadeh, Lotfi A. 1965. Fuzzy Sets. **Information and Control** c. 8. s. 3: 338–353. doi:https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X.
- . 1975. The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning-I. **Information Sciences** c. 8. s. 3: 199–249. doi:10.1016/0020-0255(75)90036-5.

EKLER

Ek 1.

YENİ HAT SEÇİMİ İÇİN BELİRLENEN KRİTERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI ANKETİ

Anketi Dolduranın

Yaşı: İş Deneyimi: Yıl Çalıştığı Pozisyon:
.....

Açıklama: Ekte sunulan anket bir hava yolu şirketinin açacağı yeni hat seçiminde etkili olabilecek kriterlerin karşılaştırılması ve buna dayalı olarak karar verilmesi amacıyla yapılacak bir bilimsel çalışmada kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Anketin doldurulmasına katkı sağlaması amacıyla aşağıda belirlenen kriterlerle ilgili tanımlamaları okumanız yararlı olacaktır.

Belirlenen dokuz (9) temel kriter ve bunlarla ilgili tanımlamalar;

1. Mesafe (Maliyet)

Bu kriter yeni hat olarak belirlenen alternatif yerlerin hub noktasına olan uzaklığını ifade eder

2. Şehir Nüfusu

Hattın açılacağı şehirde yaşayan insan sayısı

3. Kişi başına gelir seviyesi

Hattın açılacağı ülkede yaşayan potansiyel yolcunun gelir seviyesi

4. Hattın gelir düzeyi

Açılması planlanan hattın anlamlı pazarlara olan gelir düzeyi

5. Yolcu Sayısı

Uçulması planlanan havalimanından anlamlı pazarlara olan yolcu sayısı

6. Mevsimsellik

Açılması planlanan hattın yıl boyunca yolcu dalgalanması

7. Rakip Hava yollarının Kapasitesi

Hattın açılacağı havalimanında farklı hava yollarının sunduğu haftalık kapasite

8. Rakip Hava yollarının Frekansı

Hattın açılacağı havalimanında farklı hava yollarının uçuş (frekans) sıklığı
Lütfen Dikkat;

Aşağıda örnek olarak verilen anket sizlerin dolduracağı anketi açıklamak amacıyla hazırlanmıştır. Anket çalışmasının amacı her bir kriteri kendi içinde diğer kriterlerle karşılaştırmak ve bu yolla her kriterin üstünlüğünü ya da önem derecesini açığa çıkarmaktır. Önem derecesi '1' den başlayıp '9' a kadar büyümektedir.

Örneğin:

*Eğer **Mesafe (Maliyet)** ve **Şehir Nüfusu kriterlerini** karşılaştırırsak, ilk satırda Mesafenin (maliyet), Şehir Nüfusu kriterinde **8 kat** daha fazla (Çok Çok Önemli) öneme sahip olduğu görülecektir. İkinci satırda da **Mesafenin (Maliyet), Kişi Başına Gelir Seviyesi** kriteriyle karşılaştırdığımızda, Mesafe kriterinin Kişi Başına Gelir Seviyesi kriterine göre **4 kat** daha fazla (Önemli)önemli olduğunu tespit etmiş oluruz. Dikkat edecek olursak, Sol sütunda bulunan kriteri aynı satırda bulunan sağ sütundaki kriterle karşılaştırmış oluyoruz.*

Yukarıda açıklandığı üzere anket yapmaktaki amacımız her bir kriterin önem derecesini açığa çıkarmaktır. Bunu gerçekleştirmek amacıyla kriterleri birbirleriyle karşılaştırma yöntemi kullanılmaktadır.

	Çok çok önemli	Ara Değer	Çok önemli	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Makul/orta	Ara Değer	Eşit	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Çok çok önemli	
Mesafe (Maliyet)		X																Şehir Nüfusu
Mesafe (Maliyet)												X						Kişi Başına Gelir Seviyesi

ANKETİMİZ BAŞLIYOR LÜTFEN DİKKATLİCE İŞARETLEYİNİZ!

Hat Seçimi İçin Anket Çalışması

	Çok çok Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Makul / Orta	Ara Değer	Eşit	Ara Değer	Makul / Orta	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Çok çok Önemli	
Mesafe (Maliyet)																		Şehir Nüfusu
Mesafe (Maliyet)																		Kişi başına gelir seviyesi
Mesafe (Maliyet)																		Hattın Gelir Düzeyi
Mesafe (Maliyet)																		Yolcu Sayısı
Mesafe (Maliyet)																		Mevsimsellik
Mesafe (Maliyet)																		Rakip Hava yollarının Kapasitesi
Mesafe (Maliyet)																		Rakip Hava yollarının Frekansı
Şehir Nüfusu																		Kişi başına gelir seviyesi
Şehir Nüfusu																		Hattın gelir düzeyi
Şehir Nüfusu																		Yolcu Sayısı
Şehir Nüfusu																		Mevsimsellik
Şehir Nüfusu																		Rakip Hava yollarının Kapasitesi
Şehir Nüfusu																		Rakip Hava yollarının Frekansı
Kişi başına gelir seviyesi																		Hattın gelir düzeyi
Kişi başına gelir seviyesi																		Yolcu Sayısı

Kişi başına gelir seviyesi																				Mevsimsellik
Kişi başına gelir seviyesi																				Rakip Hava yollarının Kapasitesi
Kişi başına gelir seviyesi																				Rakip Hava yollarının Frekans
Hattın gelir düzeyi																				Yolcu Sayısı
Hattın gelir düzeyi																				Mevsimsellik
Hattın gelir düzeyi																				Rakip Hava yollarının Kapasitesi
Hattın gelir düzeyi																				Rakip Hava yollarının Frekans
Yolcu Sayısı																				Mevsimsellik
Yolcu Sayısı																				Rakip Hava yollarının Kapasitesi
Yolcu Sayısı																				Rakip Hava yollarının Frekans
Mevsimsellik																				Rakip Hava yollarının Kapasitesi
Mevsimsellik																				Rakip Hava yollarının Frekans
Rakip Hava yollarının Kapasitesi																				Rakip Hava yollarının Frekans

Ek 2.

YENİ HAT SEÇİMİ İÇİN BELİRLENEN ALTERNATİFLERİN HER BİR KRİTER İÇİN KARŞILAŞTIRILMASI ANKETİ

Anketi Dolduranın

Yaşı: İş Deneyimi: Yıl Çalıştığı Pozisyon:
.....

Açıklama: Bu çalışmanın birinci adımında bir hava yolu için açılacak yeni hat seçiminde belirlenen kriterlerin önem dereceleri açığa çıkarıldı. İkinci adım olan bu anket, belirlenen ve özellikleri verilen 4 farklı alternatifin her bir kriter başlığı altında karşılaştırılmasını amaçlamaktadır. Anketin doldurulmasına katkı sağlaması amacıyla kriterler hakkında bilgi aşağıdaki gibi verilmiştir.

Belirlenen dokuz (9) temel kriter ve bunlarla ilgili tanımlamalar;

1. Mesafe (Maliyet)

Bu kriter yeni hat olarak belirlenen alternatif yerlerin hub noktasına olan uzaklığını ifade eder

2. Şehir Nüfusu

Hattın açılacağı şehirde yaşayan insan sayısı

3. Kişi başına gelir seviyesi

Hattın açılacağı ülkede yaşayan potansiyel yolcunun gelir seviyesi

4. Hattın gelir düzeyi

Açılması planlanan hattın anlamlı pazarlara olan gelir düzeyi

5. Yolcu Sayısı

Uçulması planlanan havalimanından anlamlı pazarlara olan yolcu sayısı

6. Mevsimsellik

Açılması planlanan hattın yıl boyunca yolcu dalgalanması

7. Rakip Hava yollarının Kapasitesi

Hattın açılacağı havalimanında farklı hava yollarının sunduğu haftalık kapasite

8. Rakip Hava yollarının Frekansı

Hattın açılacağı havalimanında farklı hava yollarının uçuş (frekans) sıklığı

Alternatif Hatların Özellikleri

A Alternatifi

Mesafe (Maliyet)	: 11,432 km
Şehir Nüfusu	: 20,999,000
Kişi Başına Düşen Gelir Seviyesi	: 17,534 USD
Hattın Gelir Düzeyi	: 7,3 ¢
Yolcu Sayısı	: 103,861
Mevsimsellik	: 1.19 (Yaz/Kış)
Rakip Havayollarının Kapasitesi	: 15,969
Rakip Hava yollarının Frekansı	: 47

B Alternatifi

Mesafe (Maliyet)	: 10,248 km
Şehir Nüfusu	: 12,902,000
Kişi Başına Düşen Gelir Seviyesi	: 15,615 USD
Hattın Gelir Düzeyi	: 8,8 ¢
Yolcu Sayısı	: 215,459
Mevsimsellik	: 1.17 (Yaz/Kış)
Rakip Hava yollarının Kapasitesi	: 14,602
Rakip Hava yollarının Frekansı	: 50

C Alternatifi

Mesafe (Maliyet)	: 13,087 km
Şehir Nüfusu	: 6,507,000
Kişi Başına Düşen Gelir Seviyesi	: 23,460 USD
Hattın Gelir Düzeyi	: 8,1 ¢
Yolcu Sayısı	: 159,790
Mevsimsellik	: 0.71 (Yaz/Kış)
Rakip Hava yollarının Kapasitesi	: 6,252
Rakip Hava yollarının Frekansı	: 21

D Alternatifi

Mesafe (Maliyet)	: 12,215 km
Şehir Nüfusu	: 9,898,000
Kişi Başına Düşen Gelir Seviyesi	: 12,195 USD
Hattın Gelir Düzeyi	: 7,9 ¢
Yolcu Sayısı	: 75,565
Mevsimsellik	: 1.04 (Yaz/Kış)
Rakip Hava yollarının Kapasitesi	: 8,981
Rakip Hava yollarının Frekansı	: 23

Aşağıda örnek olarak verilen anket sizlerin dolduracağı anketi açıklamak amacıyla hazırlanmıştır. Anket çalışmasının amacı her bir alternatifi kendi içinde, ilgili kriter başlığı altında karşılaştırılmasını ve bu yolla her alternatifin üstünlüğünü ya da önem derecesini açığa çıkarmaktır. Önem derecesi '1' den başlayıp '9' a kadar büyümektedir.

Örneğin:

Şehir nüfusu kriteri başlığı altında üç alternatifi karşılaştırma örneği aşağıda verilmiştir. İlk satırda A alternatifi ile B alternatifi karşılaştırılmış ve B alternatifi, A alternatifinden Önemli (4 kat) bulunmuştur. İkinci satırda ise A alternatifi C alternatifi ile karşılaştırılmış ve A alternatifi C alternatifinden Çok ÖNEMLİ (9 kat) bulunmuştur. Dikkat edecek olursak, Sol sütunda bulunan alternatifi aynı satırda bulunan sağ sütundaki alternatifle karşılaştırmış oluyoruz. Aynı şekilde A Alternatifi, D ile karşılaştırılmış ve A Alternatifi D'den 5 kat önemli bulunmuştur.

	Çok çok Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Eşit	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Çok çok Önemli
A						X											B
A	X																C
A					X												D

ANKETİMİZ BAŞLIYOR LÜTFEN DİKKATLİCE İŞARETLEYİNİZ!

Not: Her bir kritere göre alternatifleri karşılaştırırken, yukarıda Alternatiflerin bu kriterlere göre verilen özelliklerini göz önünde bulundurmalısınız. Rakamların rengini değiştirerek önem derecelerini belirtebilirsiniz.

Mesafe (Maliyet) Kriterine Göre

	Çok çok Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Eşit	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Çok çok Önemli
A																	B
A																	C
A																	D
B																	C
B																	D
C																	D

Şehir Nüfusu Kriterine Göre

	Çok çok Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Eşit	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Çok çok Önemli
A																	B
A																	C
A																	D
B																	C
B																	D
C																	D

Kişi Başına Gelir Seviyesi Kriterine Göre

	Çok çok Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Eşit	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Çok çok Önemli	
A																		B
A																		C
A																		D
B																		C
B																		D
C																		D

Hattın Gelir Düzeyi Kriterine Göre

	Çok çok Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Eşit	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Çok çok Önemli	
A																		B
A																		C
A																		D
B																		C
B																		D
C																		D

Yolcu Sayısı Kriterine Göre

	Çok çok Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Eşit	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Çok çok Önemli	
A																		B
A																		C
A																		D
B																		C
B																		D
C																		D

Mevsimsellik Kriterine Göre

	Çok çok Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Eşit	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Çok çok Önemli	
A																		B
A																		C
A																		D
B																		C
B																		D
C																		D

Rakip Hava yollarının Kapasitesi Kriterine Göre

	Çok çok Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Eşit	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Çok çok Önemli	
A																		B
A																		C
A																		D
B																		C
B																		D
C																		D

Rakip Hava yollarının Frekansı Kriterine Göre

	Çok çok Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Eşit	Ara Değer	Makul/Orta	Ara Değer	Önemli	Ara Değer	Çok Önemli	Ara Değer	Çok çok Önemli	
A																		B
A																		C
A																		D
B																		C
B																		D
C																		D

Ek 3.

		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
Mesafe (Maliyet)	km	11,431	10,248	13,086	12,215
Şehir Nüfusu		20,990,000	12,902,000	6,506,000	9,898,000
Kişi Başına D. Gelir	usd	17,534	15,615	23,459	12,195
Gelir Düzeyi	¢	7.2	8.8	8.0	7,9
Yolcu Sayısı		103,86	215,459	159,769	75,565
Mevsimsellik		1,18	1,16	0,71	1.04
Kapasite (Rekabet)		15,968	14,601	6,252	8,981
Frekans (Rekabet)		47	50	21	23



ÖZ GEÇMİŞ

1987 yılında İstanbul'da dünyaya gelmiştir. Lisans eğitimini İstanbul Fatih Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği'nden (İngilizce) olarak 2009 yılında mezun olmuştur. Daha sonra Yıldız Teknik Üniversitesi İşletme Yönetimi tezli yüksek lisans programında eğitim hayatına devam etmiştir.

2010 yılında başladığı profesyonel kariyerinde yaklaşık 1 yılı yazılımcılık, 3 yıl havayolu Ekip Planlama Mühendisliği, 3 yıl havayolu Ağ (Network) Planlama Analisti olarak çalışmıştır. Hali hazırda özel sektörde Planlama Müdürü olarak çalışma hayatını sürdürmektedir.

Yazar iyi derecede İngilizce bilmektedir.