



**T.C. İSTANBUL T CARET
ÜNİVERSİTESİ**

FEN B LİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAVAYOLLARINDA BAĞLANTILI UÇUŞLARDA BAĞLANTI
KALİTESİNİN ÖLÇÜLMESİ**

Ramazan Muhammed GENÇ

**Danışman
Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
İSTANBUL - 2017**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Ramazan Muhammed GENÇ tarafından hazırlanan "**Havayollarında Bağlatılı Uçuşlarda Bağlantı Kalitesinin Ölçülmesi**" adlı tez çalışması 10/07/2017 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda (YÜKSEK LİSANS) **TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ**
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Jüri Üyesi **Prof. Dr. Ali Fuat GÜNERİ**
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyesi **Yrd. Doç Dr. Ali Osman KUŞAKÇI**
İstanbul Ticaret Üniversitesi



Onay Tarihi : 21/07/2017


Doç. Dr. Necip ŞİMŞEK
Enstitü Müdürü

AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Tarih: 21/07 /2017

İmza



Ramazan Muhammed GENÇ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. HAVACILIKTA AĞ	3
2.1. Ağ Yönetimi Fazı.....	3
2.2. Ağ Sistemleri Stratejileri.....	4
2.2.1. Noktadan Noktaya (PP).....	4
2.2.2. Topla-Dağıt (HS).....	5
2.2.3. Çoklu Merkez (MH)	7
2.3. Hava Yolları Rekabeti.....	7
2.3.1. Direk Rekabet	7
2.3.2. Direk/Merkez Rekabeti.....	7
2.3.3. İç Bölge Rekabeti	8
2.3.4. Merkez/Merkez Rekabeti.....	8
2.4.Ağ Bağlantısı.....	8
2.5.Bank Yapısı Dizaynı: Dalga Yapısı	9
2.6.Havacılık Terminolojisi ve Ağ Performansı İçin Tanımlar	11
3. LİTERATÜR İNCELEMESİ	14
3.1. Genel Prosedür.....	17
3.1.1. Merkez Bağlantı Modeli-Merkezlilik (Burgouwt)	17
3.1.2. Erşilebilirlik Modelleri (Burgouwt)	18
3.2. Literatürdeki Modeller	19
3.2.1. Doganis ve Dennis, 1989	19
3.2.2. Bootsma Bağlantı Modeli.....	20
3.2.3. Ağırlıklı Bağlantı Modeli	20
3.2.4.Danesi Bağlantı Modeli.....	21
3.2.5.Netscan Bağlantı Modeli	21
4. VAKA ANALİZLERİ	25
4.1.Vaka 1: Farklı Dalga Yapısındaki İki Farklı Tarife İçin Ağ Yapısının Değerlendirilmesi.....	25
4.1.1. Veriler ve Tarifeler.....	25
4.1.2. Doganis ve Dennis Bağlantı Modeli.....	27
4.1.3. Bootsma Bağlantı Modeli.....	28
4.1.4. Ağırlıklı Bağlantı Modeli.....	29
4.1.5. Danesi Bağlantı Modeli.....	29
4.1.6. Netscan Bağlantı Modeli.....	30
4.1.7. Vaka Analizi Özeti	31
4.2.Vaka 2: Bağlantılı Uçuşlarda Bağlantı Kalitesinin Belirlenmesi (MAVTteorisiileyenimodel).....	33
4.2.1. Veriler ve Tanım	33
4.2.2. Metodoloji ve Değişkenler	34

4.2.3. Bağlantı Süresi.....	35
4.2.4. Haftalık Bağlantı Sayısı (Frekans)	39
4.2.5. Haftalık Pazar Yolcusu.....	40
4.2.6. Merkez Seçimi.....	40
4.2.7. Faktörlerin Ağırlıklandırılması (AHP Metodu İle).....	43
4.2.8. Uygulama	46
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
KAYNAKLAR.....	51

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi Havayollarında Bağlantılı Uçuşlarda Bağlantı Kalitesinin Ölçülmesi

Ramazan Muhammed GENÇ

**İstanbul Ticaret Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ
2017, 54 sayfa**

Havayolları yaptıkları çalışmalarında 1950’li yıllardan sonra uçuş planlarında matematiksel yöntemlere, yöneylem araştırma tekniklerine ağırlık verilmesiyle büyük gelişme sağlamışlardır. Havayolları hizmet verdiği direkt uçuşlarının yanında hublarını etkin bir şekilde kullanarak müşterilerine bağlantılı uçuşlarla daha fazla seçenek sunmaktadır. Amerika ve Avrupa’daki birçok havayolları hublarını kullanarak sürdürülebilir rekabet avantajı sağlamıştır, bunun yanında uçuş programlarını bu hublardaki seçenekleri düşünerek planlamalarını yapmıştır. Bağlantılı uçuşlarda birim fiyat düşük olması, karının daha fazla olması ve daha sık uçuş seçeneği sağlaması, bağlantılı uçuşların önemini vurgulamaktadır. Hali hazırda yapılan uçuşlara, bağlantıdan müşteri katkısı yapılması, sabit gider değişmediğinden karı artırmaktadır. Tüm bu olumlu etkenlerle beraber hubların bulunduğu ülkelere gelen ve giden yolcu sayısını arttırarak, ekonomilere katkıda bulunması yadsınamaz bir gerçektir. Herhangi bir şehrin hub olarak seçilebilmesi, şehrin dünya genelinde yolcu hareketleri potansiyeli olan rota üzerinde olması, birçok şehrin kolay ulaşılabilir mesafede kalması, kısacası coğrafi konumunun elverişli olması gerekmektedir. Bağlantılı uçuşlarda Asya ve Avrupa’yı birbirine bağlayan İstanbul, coğrafi, kültürel ve ekonomik olarak adeta bir köprü niteliğindeki stratejik konumu ile lojistik üs olma potansiyeli taşımaktadır. Üç tarafının denizlerle çevrili olması, gelişmekte olan

ekonomilere yakınlığı, transit ülke olması, artan dış ticaret hacmi, gelişmiş ulaşım altyapısı ve filosu Türkiye'nin lojistik üssü olmasını kolaylaştırmaktadır. Çalışmada varolan bağlantılı uçuşlarda bağlantılı uçuşlarda bağlantı yapılacak şehrin seçimindeki etkenler değerlendirilmiştir. Bağlantı yapılacak şehrin seçimi etkenlerinin incelenmesi sonucu , hub şehirde artan turizmin etkisi belirlenebilecektir. Kurulan matematiksel modelde yolcu tercihlerine etkisi yüksek olan hub şehrin bağlantı sağlama ihtimali ve bağlantılı uçuşlarda aktarma merkezi olarak tercih edilme faktörleri kısıt olarak kullanılmaktadır. Model kurulurken havacılık sektöründe deneyimli network planlama ve tarife uzmanlarının görüşleri dikkate alınmıştır. Örnek bir çalışma yapılması için aralarında İstanbul'u hub olarak kullanmakta olan Türk Hava Yolları'nın da içinde bulunduğu 5 farklı bağlantılı havayolu taşıyıcısının hublarından verdikleri bağlantılar analiz edilmiştir. Çalışma neticesinde karlılık, rekabet avantajı ve müşteri memnuniyeti, dolayısıyla hub şehire gelecek olan turist sayısının artışı açısından yarar sağlayacaktır. Yapılan bu çalışma Türkiye'deki havayolu şirketlerine, havalimanlarını işleten şirketlere, havacılık alanında girişimlerde bulunacak kişi ve şirketlere bir sonraki hub şehir için fikir vermesi ve içinde bulundukları rekabetde pozisyonlarını anlamaları adına yardımcı olacaktır.

Bu çalışmada, havayollarında aktarmalı uçuşlarda belirli parametrelere göre bağlantı kalitesinin ölçümü yapılmıştır. Bağlantı kalitesi endeksinde yer alacak faktörler belirlenmiştir. Kurulan matematiksel modelde yolcu tercihlerine etkisi yüksek olan bağlantı süresi ve bağlantı frekansı faktörleri kısıt olarak kullanılmaktadır. İki farklı türden faktörü tek bir indekste toplayabilmek için MAVT (Mutlti Attribute Value Theory) den yararlanılmıştır. Örnek bir çalışma yapılarak seçilen bir uçuş rotası için belirlenmiş havayollarının sundukları bağlantıların kalite puanları hesaplanmıştır. Bu çalışmanın amacı havayolu şirketlerinin sahip olduğu hublarda yaptığı bütün bağlantılı uçuşları endekse göre 100 üzerinden hesaplanarak skorlanmasıdır.

Anahtar Sözcükler: Bağlantılı Uçuşlarda Bağlantı Kalitesi Ölçümü , , Göbek ve İspit Ağları, Havayolu Bağlantılı Yolcu Taşıma, Havayolu Taşımacılığı, Havayolu Bağlantılı Yolcu Taşıma, MAVT

ABSTRACT

Quality Index at Connect Air Transport

Ramazan Muhammed GENÇ

**İstanbul Commerce University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Industrial Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ

2017, 54 Pages

In this research, measurement of connection quality on connect flights is made. The factors which are take place in quality index have been identified. The scenarios are tested under certain expectation of airline network experts. Connection time and connection frequency are used as constraints while establishing mathematical model. MAVT theory is used for adding connection time and connection frequency together. MAVT theory uses for collecting two or more different types of factors . A sample of determining connection score for selected route is performed.

The aim of research is calculating connection quality score of connect flights.

Keywords: *Air Transportation, Connect Air Transport, Quality Index at Connect Air Transport, Hub and Spoke Systems, MAVT*

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan, tüm araştırma sürecimi untulmaz ve değerli kılan saygıdeğer Danışman Hocam Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ'ye en derin saygılarımla teşekkürlerimi sunarım.

Tüm araştırma sürecim boyunca maddi ve manevi desteklerinin yanı sıra, motivasyon ve sabrımı toparlayabilmem adına anlayışlı davranışları ve sonsuz destekleri için biricik annem, babam ve kardeşlerime teşekkür ederim.

Ramazan Muhammed GENÇ
İstanbul, 2017

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 2.1. Ağ Yönetimi Fazları (Cento, 2009)	4
Şekil 2.2. Noktadan Noktaya ve Topla-Dağıt Ağlar (Goedeking, 2010)	5
Şekil 2.3. PP ve HS Örneği	6
Şekil 2.4. PP ve HS için İhtiyaç Duyulan Uçuş Sayısı (Goedeking, 2010)	6
Şekil 2.5. Hava Yolu Ağ Rekabeti Dört Tip Ağ (Burghouwt, 2008) (a)direk (b)Direk/merkez (c) İç Bölge (d) Merkez/Merkez.....	7
Şekil 2.6 Ağ Bağlantısı (Matsumoto). (a)Direk bağlantı, (b)aktarmalı bağlantı, (c)ileri bağlantı, (d)merkez bağlantı	9
Şekil 2.7 Dalga Yapısı	9
Şekil 2.8 Solda 1990 Amsterdam üzerinde KLM hava yolu dalga yapısı, 1999 yılındaki dalga yapısı (Burghouwt,2005).....	10
Şekil 2.9 Solda 2009-2010 Kış Amsterdam üzerinde KLM hava yolu dalga yapısı, 2009-2010 Kış yılındaki dalga yapısı	10
Şekil 2.10 Kesintisiz Pazar	11
Şekil 2.11 Direk/Doğrudan Pazar	12
Şekil 3.1 Merkez Bağlantı (Redondi, 2010).....	18
Şekil 3.2 Hava Alanı Erişilebilirliği (Redondi, 2010).....	19
Şekil 4.1 Değerlendirme İçin Alt Bölgeler	26
Şekil 4.2 Türk Hava Yolları Ağ Yapısı.....	26
Şekil 4.3 Vaka İçin Anlamlı Bağlantı Bölgeleri.....	27
Şekil 4.4 Doganis ve Dennis Bağlantı Modeline Göre Değerlendirme.....	28
Şekil 4.5 Bootsma Bağlantı Modeline Göre Değerlendirme	28
Şekil 4.6 Ağırlık Bağlantı Modeline Göre Değerlendirme.....	29
Şekil 4.7 Danesi Bağlantı Modeline Göre Değerlendirme	30
Şekil 4.8 Netscan Bağlantı Modeline Göre Değerlendirme.....	31
Şekil 4.9 İki parametrenin birbirine bağlı üstel dağılım şeklinde değişimi..	37
Şekil 4.10 Örnek hava yolunda bağlantı zamanına göre birikimli taşıyan yolcu miktarı	37

ÇİZELGELER

	Sayfa
Çizelge 2.1 PP ve HS için Rotaların Sayısı	5
Çizelge 3.1 Bağlantılı Ölçütleri (Düşük ve Orta Karmaşıklık), (Redondi, 2010)	15
Çizelge 3.2 Bağlantılı Ölçütleri (Yüksek Karmaşıklık), (Redondi, 2010)	16
Çizelge 3.3 Doganis ve Dennis Bağlantı Modeli (Redondi, 2010)	19
Çizelge 3.4 Bootsma Bağlantı Modeli (Redondi, 2010)	20
Çizelge 3.5 Ağırlıklı Bağlantı Modeli (Redondi, 2010)	21
Çizelge 3.6 Danesi Bağlantı Modeli (Redondi, 2010)	22
Çizelge 3.7 Net Scan Bağlantı Modeli (Redondi, 2010)	23
Çizelge 4.1 Hub seçimi değişkenleri	41
Çizelge 4.2 Hub seçimi formüller	41
Çizelge 4.3 Hub seçimi bölgeler	42
Çizelge 4.4 Hub için Doğu&Batı Nokta Sayısı	42
Çizelge 4.5 Hub için Doğu&Batı Bölge Sayısı	42
Çizelge 4.6 Hub şehirler bağlantı kaabiliyet skorları	43
Çizelge 4.7. Viyana<-> İstanbul <-> Bakü arasında gerçekleşen uçuşlardaki puanlar	44
Çizelge 4.8 Prag <-> İstanbul <-> Bakü arasında gerçekleşen uçuşlardaki puanlar	44
Çizelge 4.9. Paris<-> İstanbul <-> Bakü arasında gerçekleşen uçuşlardaki puanlar	44
Çizelge 4.10 AHP Uzman Karar Vericilerin Faktör Ağırlık Görüşleri.....	45
Çizelge 4.11 Normalizasyon Sonrası Faktör Ağırlıkları	46
Çizelge 4.12 Hava Yolları ve Hub İsimleri	46
Çizelge 4.13 Bağlantı Süresi ve Fekansı Referans Değerleri	47
Çizelge 4.14 Inbound Bağlantı Süre ve Günleri	47
Çizelge 4.15 Outbound Bağlantı Süre ve Günleri	48
Çizelge 4.16 Haftalık Bağlantı Sayısı	48
Çizelge 4.17 Hava Yolu Taşıyıcıları Bağlantıları ve Kalite Skorları	49

SEMBOLLERİN VE KISALTMALARIN LİSTESİ

AA	Amerika
AF	Orta ve Güney Afrika
AMS	Amsterdam
ARN	Stokholm
ME	Orta Doğu
CDG	Paris
CIS	Rusya ve Orta Asya
DOM	Domestic (Türkiye)
FCO	Roma
FE	Uzak Doğu
FRA	Frankfurt
HS	Topla Dağıt
IATA	The International Air Transport Association
IST	İstanbul
MCT	Maksimum Bağlantı Süresi
Mct	Minimum Bağlantı Süresi
ME	Orta Doğu
MUC	Munich
NAF	Kuzey Afrika
SA	Uzak Doğu
Pax	Yolcu
PP	Noktadan Noktaya
TK	Turkish Airlines (*IATA code)

1. GİRİŞ

Havacılık büyük ve büyüyen bir sektör. Aynı zamanda ülkelerin ekonomik büyümesinin, uluslararası yatırımlarının ve kıtalar arası turizmlerinin birer yol göstericisidir. Bu yüzden rekabeti kaçınılmaz kılan bir çok piyasa oyuncusu mevcut ve bu rekabet hava yollarını daha verimli hale getirmektedir.

Üç farklı hava ağı stratejisi mevcut. Noktadan noktaya (PP), topla-dağıt (HS) veya çoklu hub. Topla-dağıt ağlar taşıyıcılara fazla sayıda ve yüksek frekanslarda destinasyonlar arası bağlantı verebilmeyi mümkün kılar. Topla-dağıt operasyonlarının artması hava alanları ve hava yolları arasındaki rekabetin yapısını değiştirdi. Hava yolları artık iki yönde de rekabet etmek durumundalar. Biri doğrudan hizmet, diğeri aktarma merkezleri üzerinden aktarmalı hizmet. Hava yolları en çok tercih edilebilir olabilmek için, ağ performanslarını ve aktarma merkezlerinin rekabetçi konumunu belirlemek zorundalar.

Bir topla-dağıt ağ tasarımı, uçakların iniş ve kalkış saatlerini tasarlayarak merkezlerdeki bağlantıya odaklanır. Bu tasarım giden ve gelen uçuşların bağlantısını belirler. Dalga giden ve gelen uçuşların zamanlarına göre dizayn edilir, merkezdeki en yoğun zamanı gösterir. Ek olarak muhtemel gecikmeler ile eksik bağlantıları göz önüne çıkarır (Alderrighia, 2005).

Sistemin dezavantajı transfer süreleridir. Bir diğer deyişle bekleme süresidir. Bekleme süresini azaltmak için yolcuya uçuş yaklayabilecek şekilde yüksek frekanslı uçuşlar planlanmalıdır. Arttırılan frekans bağlantı sürelerini azaltmaya yardımcı olurken, giden ve gelen uçuşları minimum bağlantı süresiyle koordine etmek daha yüksek öneme sahiptir (Dennis, 1998). Bu ağ performansının ölçülmesini ciddi şekilde önemli kılmaktadır.

Havacılık endüstrisi ağ performansını ölçebilmek için birçok model ortaya koymuştur. Çalışmada, Dogan,s & Dennis, Bootsma, Weighted, Danesi bağlantı ve Netscan merkez bağlantısı ve havalimanı erişilebilirliğini ölçmek için bağlantı modellerini çalışacağız. Her model yolcu erişilebilirliğini ve akatrma merkezinin

konum olarak merkeziliğini göz önüne almaktadır. Modeller; frekans, bağlantı süreleri ve bağlantı sayıları bakımından performans ölçmektedir.

İkinci bölümde havacılık endüstrisi kısaca tanıtıldı. Ortak ağ sistemi stratejileri açıklandı ve topla-dağıt metodu vurgulandı. Ek olarak, hava yollarının ağ tiplerinden dolayı rakabetleri açıklandı. Son olarak, gerekli havacılık terminolojisi açıklandı.

Üçüncü bölümde, Redondi, 2010 alıştırması öncülüğünde bir literatür taraması sunuldu. Genel olarak, ağ performansı literatürü metodolojilerinin karmaşıklığına göre iki gruba ayrılmıştır. Bootsma, Danesi, Matsumoto, Burghouwt ve Doganis'e ait olan Doğanis & Dennis, Bootsma, ağırlıklı, Danesi bağlantısı ve Netscan bağlantı modelleri adı verilen düşük ve orta karmaşıklık yöntemleri anlatılmaktadır.

Son bölümde sorun tanımlanmış ve iki örnek vaka sunulmuştur. Verilen veriler ve değerlendirme işlevine göre çözümleme yöntemleri açıklanmıştır. Birinci vakada, Türk Hava Yolları (TK) ağ performansı diğer rakiplerin Avrupa merkezlerindeki performanslarıyla, Doganis & Dennis, Bootsma, Ağırlıklı, Danesi bağlantılı modellerine göre kıyaslandı. Son olarak ikinci durumda, hava yollarının merkezleri üzerinden yaptıkları bağlantılı uçuşlar için merkez ağ tasarımının kalitesini ölçebilecek, bekleme süresi, frekans ve bağlantı sağlanan noktalar arası yolcu potansiyeli etkilerini içeren yeni bir ağırlıklı fonksiyon tasarlandı. Farklı türdeki değişkenleri tek bir indekste toplayabilmek için Çoklu Özellik Değer Teorisi (MAVT) 'den yararlanılmıştır.

Bu çalışmada sunulan analiz hava limanları veya havayolları için rakip havaalanları veya havayolları ile bağlantılı olarak ağ performansını ve rekabet konumunu belirlemede yararlı olabilir.

2. HAVACILIK AĞI

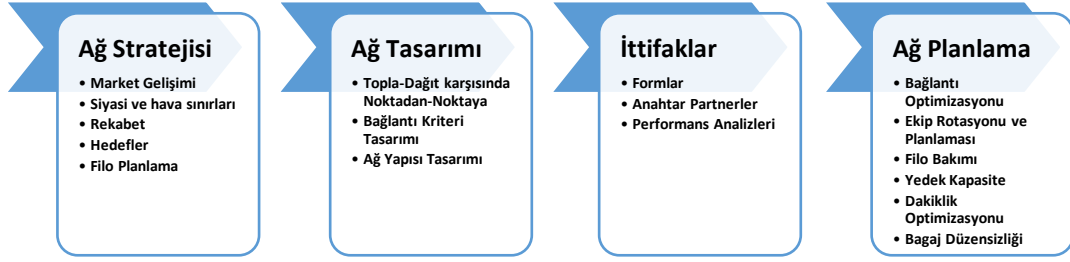
Bu bölümde havacılık endüstrisi kısaca tanıtıldı. Ortak ağ sistemi stratejileri açıklandı ve topla-dağıt metodu vurgulandı. Ek olarak, hava yollarının ağ tiplerinden dolayı rakabetleri açıklandı. Son olarak, gerekli havacılık terminolojisi açıklandı.

2.1 Ağ Yönetimi Fazı

Değişkenleri sonsuz sayıda olmasına rağmen, ağ yönetimi dört ana aşamaya ayrılabilir. Birinci aşama, ağ stratejisinin belirlenmesi için gereken uzun vadeli bir perspektiftir. Finansal ve siyasi bağlam gibi dış güçler için pazar gelişimi göz önünde bulundurmak sürekli önem arz etmektedir. Günümüzde bu süreç dış etkenlerin kontrolü altından, stratejik girdi olarak uçak ve kapasite planlaması yapılması tersine çevrilmiştir.

İkinci aşamada, taktik planlama olarak da adlandırılan ağ tasarımı adı verilen orta vadeli bir perspektif vardır. Aşama, temelde ağ sistem stratejisini belirledikten sonra iki aşamadan oluşur; Bağlantı kriterleri tasarımı ve dalga bank yapısı tasarımıdır. Bu adımlar, önümüzdeki sezonun planının ürün ve üretim gereksinimlerini karşılamak üzere hazırlanmaktadır.

Üçüncü aşama, ittifak kurarak ağını güçlendirmektir. Kod paylaşımları ve özel fiyatlandırma anlaşmaları (SPA), karşılıklı belirlenen uçuşlarda aynı ürünleri paylaşmak üzere hava yolları arasında imzalanan ortak anlaşmalardır. Ağ planlama aşaması, bağlantı optimizasyonu, ekip rotasyonu planlaması, filo bakımı, yedek kapasite, dakiklik optimizasyonu ve bagaj düzensizliğini içeren kısa vadeli ve devam eden bir aşamadır.



Şekil 2.1 Ağ Yönetimi Fazları (Cento, 2009)

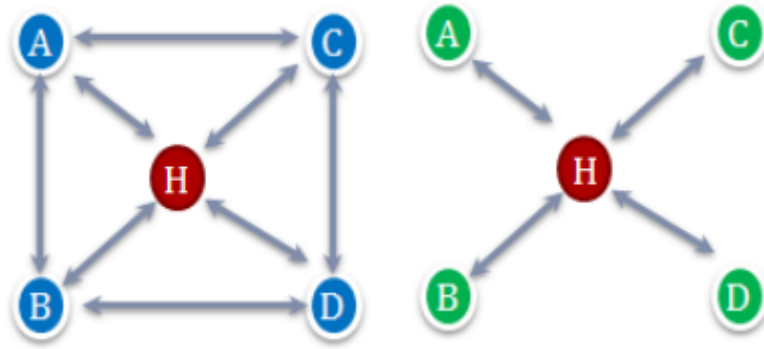
2.2 Ağ Sistemleri Stratejileri

Ağ, gelir ve maliyet oluşturma ana sürücüsü olduğu kadar rekabetçi güç veya zayıflık kaynağı da olduğu için hava yollarının kilit stratejik bir unsurudur. (Gillen, 2005), ağ stratejisini havayolu stratejisinin ayrılmaz bir parçası ve ağ yapısını talep tarafı dışsalıkları ve belirsizliğin yanı sıra arz tarafı şebeke ekonomisinin bir fonksiyonu olarak görür. Ağ yapılandırması sadece maliyet unsuru olmadığı için, bir ağ stratejisi gelir avantajlarına da katkıda bulunabilir. Ağ yapısı, tam bağlantılı veya noktadan noktaya (PP), topla-dağıt(HS), ittifaklı (tamamen sözleşmeli) veya bu stratejilerin bir karışımına olabilecek şekilde değişiklik gösterebilir. Bu noktada, temel olarak taşıyıcıların oynadığı ağ sistemi stratejilerini üç gruba ayırıyoruz; Noktadan noktaya (PP), topla-dağıt (HS) veya çoklu merkez (MH).

2.2.1 Noktadan Noktaya (PP)

Trafik akışları zamansal ve mekansal olarak dağınık olduğunda noktadan noktaya ağ yapısına tercih edilir. Ağ, “baz” diye adlandırılan bir veya birkaç hava alanı üzerinden

hava yollarının varılacak diğer noktalara servis vermesiyle oluşturulur. Noktalar arası bağlantı sağlanmaz. Noktalar doğrudan birbirlerine bağlanır.



Şekil 2.2 Noktadan Noktaya ve Topla-Dağıt Ağlar (Goedeking, 2010)

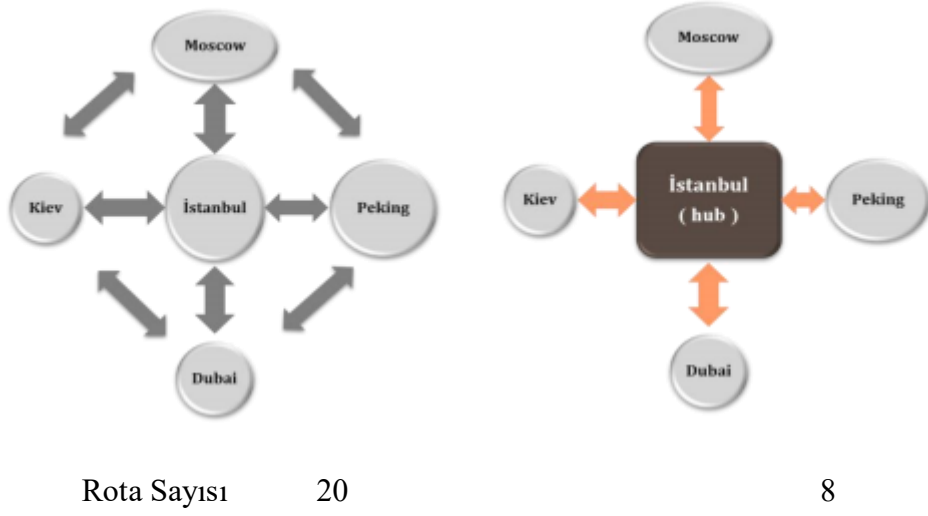
2.2.2 Topla-Dağıt (HS)

Topla-dağıt, tüm yolcuların bir merkeze uçtuğu ve ardından son varış yerlerine olan başka bir uçuşu yine bu merkez üzerinden yakaladıkları bir ağıdır (Lederer ve diğerleri, 1998). Yüksek yoğunlukta bir hava trafiği olduğunda, topla-dağıt tercih edilebilir bir ağ modelidir. Topla-dağıt ağ yapısı, noktadan noktaya ağ modeline göre, daha az uçağa ihtiyaç duyarak ve daha az arz koltuk kilometre (ASK) üreterek daha fazla kalkış ve varış noktası arasında toplam operasyon maliyetleri düşük olacak şekilde servis sağlama imkanı vermektedir (Belobaba, 2009).

Çizelge 2.1 PP ve HS için Rotaların Sayısı

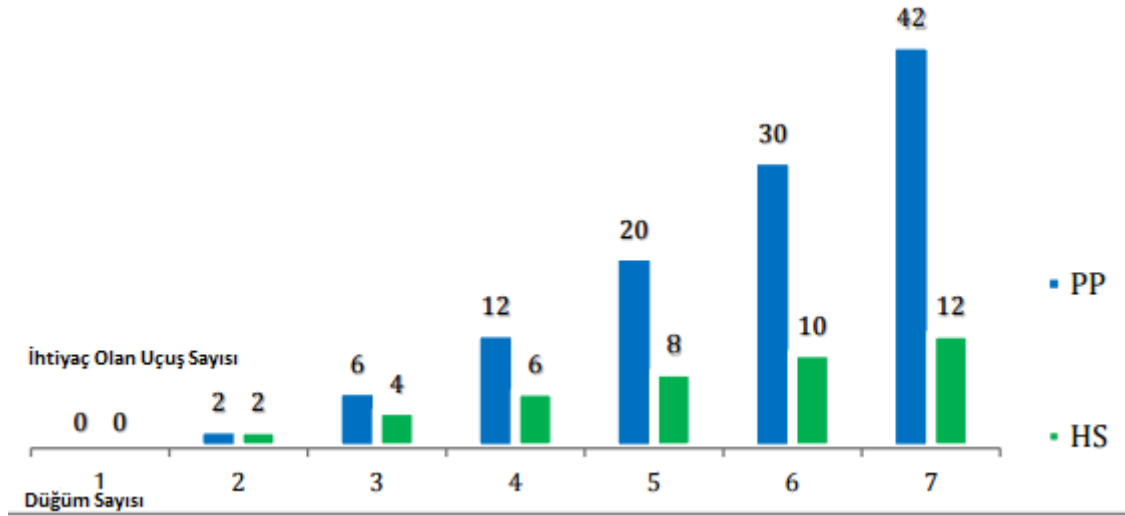
	Noktadan Noktaya	Topla-Dağıt
Yönlü Rotaların Sayısı	$n \times (n-1)$	$2 \times (n-1)$
Yönsüz Rotaların Sayısı	$n \times (n-1)/2$	$(n-1)$

Bir HS ağ tasarımı, uçuşların kalkış ve iniş saatlerinin tasarımından meydana gelecek olan merkezler üzerindeki bağlantı üzerine odaklanmaktadır. Sistemin dezavantajı transfer süreleridir. Arttırılan frekans bağlantı sürelerini azaltmaya yardımcı olurken, giden ve gelen uçuşları minimum bağlantı süresiyle koordine etmek daha yüksek öneme sahiptir (Dennis, 1998). Öte yandan, sistemin avantajı, size farklı kalkış ve varış yerlerine yönelik talepleri karşılayacak ürün çeşitleri sunma şansı verebilmektir. HS, etkin bağlantı sayısı açısından çarpıcı faydalar sağlamaktadır.



Şekil 2.3 PP ve HS Örneği

Her bir strateji için gereken uçuş sayısı aşağıda verilmektedir. PP ve HS stratejisi arasındaki uçurum, düğüm sayısıyla katlanarak artmaktadır.



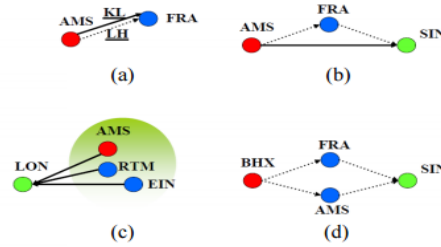
Şekil 2.4 PP ve HS için İhtiyaç Duyulan Uçuş Sayısı (Goedeking, 2010).

2.2.3 Çoklu Merkez (MH)

Kapsama alanlarını arttırmak ve detay pazarlara servis verebilmek için hava yolları birden fazla merkeze ihtiyaç duymaktadırlar. MH yukarıdaki stratejilerin bir karışımıdır.

2.3 Hava Yolları Ağ Rekabeti

Hava Yolları ağları vasıtasıyla dört temel yollar rekabet ederler. Bu dört yol Şekil 2.5’de sunulmuştur.



Şekil 2.5 Hava Yolu Ağ Rekabeti Dört Tip Ağ (Burghouwt, 2008) (a)direk (b)Direk/merkez (c) İç Bölge (d) Merkez/Merkez.

2.3.1 Direk Rekabet

A ve B havayolları, Şekil 2.5’de bir örnek verildiğinde, baş başa yarışırken, Amsterdam-Frankfurt şehir çiftliği pazarında, bu tür bir yarışmaya doğrudan rekabet deniyor. Bilet fiyatı, uçuş sıklığı ve sadakat yolcunun seçiminde etkili olacak faktörlerdir.

2.3.2 Direk/Merkez Rekabeti

Uzun mesafeleri şehir çifti olan pazarlarda, hem doğrudan hem de bir aktarma merkezi vasıtasıyla bağlantılar mevcut olabilir. Bu tip rekabete direk/merkez rekabeti adı verilir. Şekil 2.5’de resmedildiği gibi Amsterdam Singapur arası KLM ve Singapur Hava Yolları servis vermekteyken, Lufthansa Hava Yolu Frankfurt

üzerinden verdiği bağlantılı uçuş ile rekabette yer almaktadır. Yolcu tercihi için ek olarak uçuş süresi ve transfer süresi ana faktörlerdir. Bağlantılı uçuşların transfer süresi ve uçuş süresi daha uzun olursa, yolcu seçim olasılığı azalır. Gerçek hayatta görülmüştür ki; direk uçuşun olduğu pazarlarda, direk uçuş yapan hava yoluna yoğunluk artarken, bağlantılı uçuş yapan taşıyıcıdaki tercih düşmektedir (Matsumoto).

2.3.3 İç Bölge Rekabeti

A ve B hava yolu aynı şehir çifti pazarında servis sağlıyorlarsa ve yaklaşık olarak servis verdikleri alan benzerse bu tip rekabete iç bölge rekabeti adı verilir. Örneğin, Şekil 2.5’de hava yolu A ve B Londra-Randstad şehirleri arası market için rekabet etmektedirler. Bu rekabette yolu seçimi, bilet fiyatı, yüksek frekans, iyi ek tarife ve yolcu sadakati ile değişkenlik gösterebilir.

2.3.4 Merkez/Merkez Rekabeti

Marketteki çift şehirlerde hiç direk servis sağlayan taşıyıcı bulunmamaktaysa, birçok hava yolu/ ittifak kendi merkezleri üzerinden transfer yolcu taşıyarak rekabet etmektedirler. Diğer bakış açısıyla, bu tür rekabet olan pazarda direk uçuş sağlayabilen taşıyıcı aslan payını elde eder (Burghouwt, 2008).

2.4 Ağ Bağlantısı

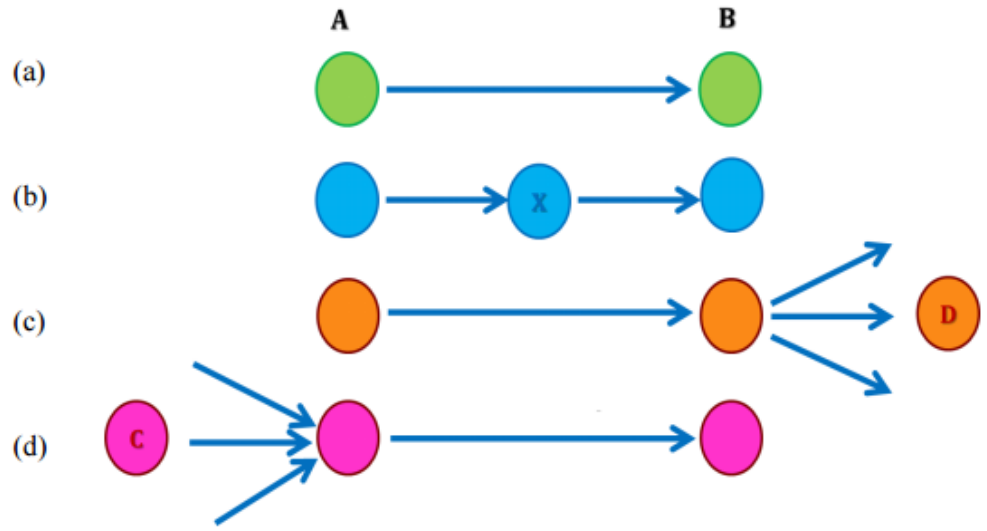
Matsumoto’ya göre Şekil 2.6’da gösterildiği gibi dört çeşit ağ bağlantısı tanımlanmıştır.

(a)Direk Bağlantı: A ve B arası merkez üzerinden aktarma olmaksızın direk uçuşlar

(b)Aktarmalı Bağlantı:A ve B arası bir merkez üzerinden aktarmalı şekilde uçuşlar

(c)İleri Bağlantı:Merkez üzerinden A ve B arası bağlantı sağlarken, B ötesindeki noktalara bağlantı sağlanması

(d) Merkez Bağlantısı: A noktası gerisindeki noktalardan B noktasına sağlana bağlantılar



Şekil 2.6 Ağ Bağlantısı (Matsumoto). (a)Direk bağlantı, (b)aktarmalı bağlantı, (c)ileri bağlantı, (d)merkez bağlantı.

Aktarmalı bağlantı için bağlantının ölçülmesi sektördeki rekabet ve servisin kalitesi açısından daha çok önem arz etmektedir.

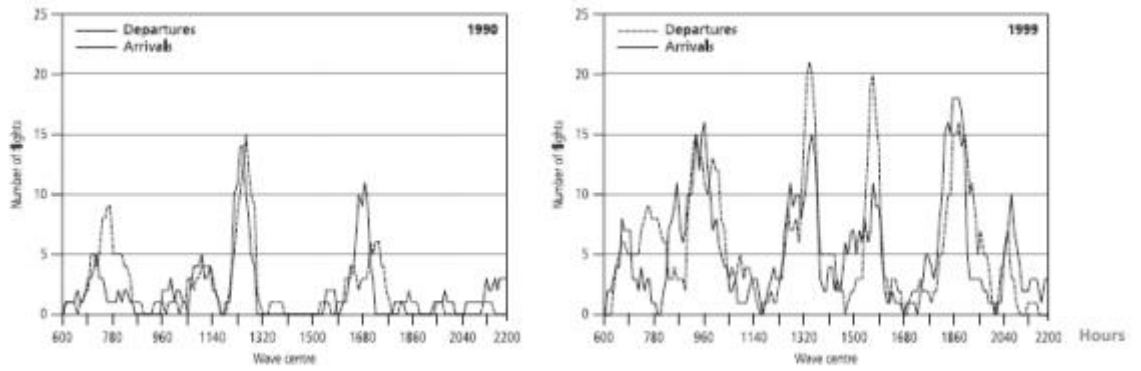
2.5 Bank Yapısı Diyaznı: Dalga Yapısı

Dalga yapısı gelen uçuşları gelen bank kısmında, giden uçuşları giden bankında zamanlarına göre göstermektedir. Çoğunlukla yalnızca bir günün sıkıştırılmış zaman çizelgesunu göstermektedir.



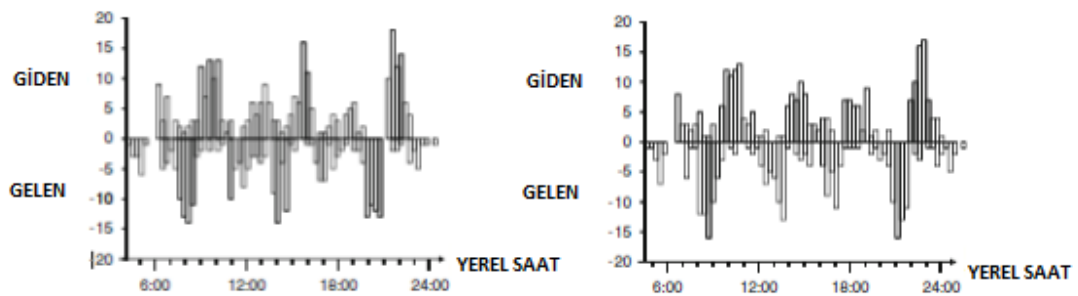
Şekil 2.7 Dalga Yapısı

Dalga yapısı giden ve gelen uçuşlar arasındaki bağlantıyı belirler. Dalga giden ve gelen uçuşların zamanlarına göre dizayn edilir, merkezdeki en yoğun zamanı gösterir. Ek olarak muhtemel gecikmeler ile eksik bağlantıları göz önüne çıkarır (Alderrighia, 2005). Hiçbir havaalanının sınırsız maksimum kapasitesi bulunmadığından, bir havayolunun bir merkeze eklenmesi iki ana seçeneğe sahiptir (Dennis, 2001). İlk olarak mevcut dalgaların kenarına uçuşlar ekleyebilir. İkinci olarak, yeni dalgalar geliştirebilir. 1970'lerden sonra havayolları, dalga yapısal tasarımı üzerine ağırlarını tasarlamaya başlamışlardır.



Şekil 2.8 Solda 1990 Amsterdam üzerinde KLM hava yolu dalga yapısı, sağda 1999 yılındaki dalga yapısı (Burghouwt,2005)

Avrupa'da zamanla, büyük oyuncular rekabet avantajlarını artırmak için 1990 ile 1999 yılları arasında bankanın yapısal tasarımına yeni dalgalar eklemişlerdir. Şekil 2.8'de, 1990 ve 1999 yılları için KLM'nin genel dalga yapıları Amsterdam'da verilmektedir. 1990 yılında toplam uçuş sayısı maksimum uçuş sayısı olarak 15'e ulaşmıştır. Bu sayı 1999'da 20'den fazladır. KLM'in günlük dalga sayısı altıdır.



Şekil 2.9 Solda 2009-2010 Kış Amsterdam üzerinde KLM hava yolu dalga yapısı, sağda 2009-2010 Kış yılındaki dalga yapısı (Goedeking, 2005)

2000 yılından sonra havayolu şirketi mevcut dalgalarına yeni uçuşlar ekleyerek dalgalarını derinleştirmiştir. Şekil 2.9'da, 2009-2010 kış ve 2009-2010 kış saatlerine göre KLM kış tarifelerinin dalga yapısı sunulmaktadır. Şekilde, yapının her dalgası için uçuş sayısındaki artış görülmektedir.

2.6 Havacılık Terminolojisi ve Ağ Performansı İçin Tanımlar

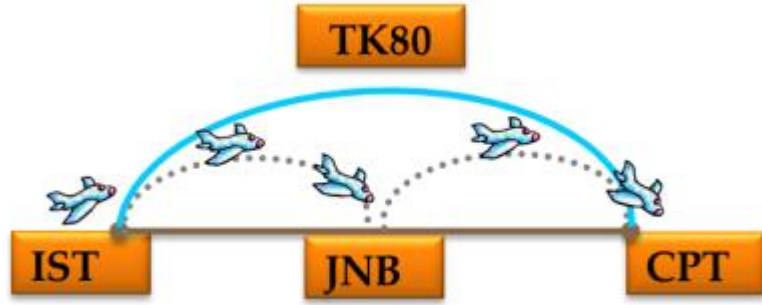
Havayolu endüstrisinde havayolu ağ performansı ile ilgili birçok ortak ölçek bulunmaktadır. Bu noktada, bazı ölçekleri ve tanımları sunmaktayız.

Kesintisiz Pazar: Bir uçuş numarası ile belirtilir. Çünkü kalkış ve varış noktası arası tek bir bacağa sahiptir.



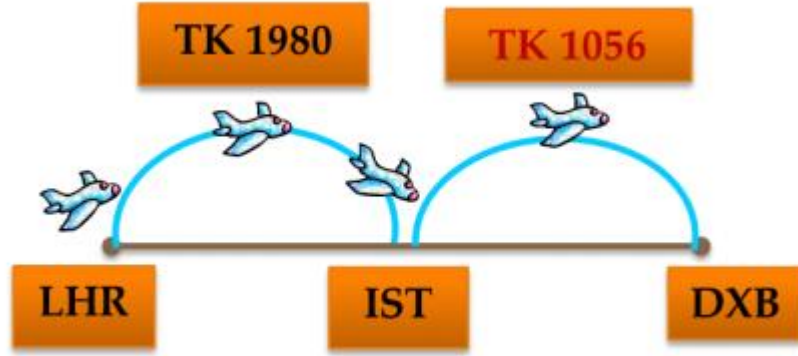
Şekil 2.10 Kesintisiz Pazar

Direk/Doğrudan Pazar: Bir uçuş numarası ile gösterilmektedir. Bu tip uçuşlarda en az iki bacak bulunmaktadır.



Şekil 2.11 Direk/Doğrudan Pazar

Bağlantılı Pazar: Birden fazla uçuş numarası ile gösterilmektedir. Bu uçuşlardan en az bir duruk ve iki uçuş bacağı bulunmaktadır.



Şekil 2.12 Bağlantılı Pazar

Doluluk Oranı: Doluluk oranı, trafiğin sunulan kapasiteye oranını temsil eden çıktı olarak tanımlanabilir (Belobaba,2009). Doluluk oranı tek bir bir bacaklı uçuş için, yolcu sayısının uçaktaki koltuk sayısına bölünmesiyle tanımlanmaktadır.

Minimum Bağlantı Süresi (MCT): Bir bağlantı, minimum bağlantı süresi içermelidir. Minimum bağlantı süresi bağlantının, iç hat-dış hat, dış hat-dış hat yada iç hat-iç hat arası türlere göre belirlenmektedir.

En az bir uluslararası segmentle bağlantıda genellikle gümrük prosedürlerine ihtiyaç duyduğundan, iki kısa mesafeli iç hat arasındaki bağlantıdan daha uzun bir MCT talep etmektedir (Goedeking, 2010).

Maksimum Bağlanma Süresi (Dolaşım, gelen ve giden bacaklardaki toplam mesafelerin oranı olarak tanımlanır): Literatürlerin çoğunda, bağlantılar " maksimum bağlantı süresi " adı verilen sabit bir zaman penceresi ile tanımlanır. Maksimum bağlantı süresinin arkasındaki fikir, MCT ve MaxCT arasındaki anlamlı bağlantıları belirlemektir. Doganis ve Dennis (1989), tüm bağlantılar için sabit bir maksimum bağlantı süresi 90 dakika önerirken, Bootsma (1997), kıta uçuşlarının bağlantısı için 180 dakika, bir kıtalararası uçuş olması durumunda 300 dakika ve kıtalar arası uçuşların bağlantısı için 720 dakika öneriyor. Danesi (2006), 90 ila 180 dakika arasında değişen bir dizi değer düşünmektedir.

Detour: Dolambağlı yol olarak da tanımlanmaktadır. Gelen ve giden bacakların toplam mesafesinin, gelen bacağın kalkış noktası ile giden bacağın varış noktası ile mesafesi arasındaki mesafeye oranıdır.

3. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Redondi, 2010 alıştırması öncülüğünde bir literatür taraması sunuldu. Genel olarak, ağ performansı literatürü metodolojilerinin karmaşıklığına göre iki gruba ayrılmıştır. Bootsma, Danesi, Matsumoto, Burghouwt ve Doganis'e ait olan Doğanis & Dennis, Bootsma, ağırlıklı, Danesi bağlantısı ve Netscan bağlantı modelleri adı verilen düşük ve orta karmaşıklık yöntemleri anlatılmaktadır.

Burghouwt G. ve J. de Wit (2005) Ağırlıklı bağlantı modelinde , 60 dakika minimum bağlanma süresi (MCT), EU bağlantıları için maksimum bağlantı süresi (MaxCT) 180 dakika, MaxCT dış hat-dış hat bağlantıları için ise 720 dakika olarak kullanılır. Detour 1.4 olarak alınır.

Daha önceki çalışmalardan olan Veldhuis (1997) modelinde merkez üzerindeki bağlantılarda MCT tüm bağlantılar için 60 dakika alınmıştır. Bootsma'nın Bootsma Bağlantısı (Bootsma, 1997) adıyla yaptığı çalışmasında, MCT 60 dakika tüm bağlantılar için alınmıştır. EU bağlantıları için MCT 180 dakika, EU 'dan kıtalar arası ve tersi bağlantılarda ise MaxCT 300 dakika alınmıştır. Kıtalararası diğer tüm bağlantılar için MaxCT 720 dakika olarak Kabul edilmiştir.

Danesi Bağlantı Modeli (Danesi, 2006), tüm bağlantılar için MCT 60 dakika kabul eder. Avrupa bağlantıları için MaxCT 120, diğer bağlantıların MaxCT kabulü ise 180 dakikadır.

Çizelge 3.1 Bağlantılı Ölçütleri (Düşük ve Orta Karmaşıklık), (Redondi, 2010)

Model	Kısa Tanımlama	Temel Referanslar
Merkez potansiyeli modeli	Gelen uçuş X giden uçuş frekansı	Danesi (1998)
“Doganis ve Dennis” bağlantı modeli	Bağlantı sayıları, direk olmayan uçuşlar minimum bağlantı süresi ve maksimum bağlantı süresi ile kısıtlıdır. Detour faktörü ile sınırlandırılır.	Doganis (Doganis 1989) ve Dennis (1994a,1994b)
“Bootsma” bağlantı modeli	Bağlantı sayıları, direk olmayan uçuşlar minimum bağlantı süresi ve maksimum bağlantı süresi ile kısıtlıdır. Bu bağlantılar kısıtlara göre “mükemmel”, “iyi” ve “zayıf” olarak anlandırılır.	Bootsma (1997)
WNX (ağırlıklı bağlantı sayısı) modeli	Direk ve dolaylı bağlantıların sayısı, bağlantıların detour faktörü ve transfer zamanlarına göre olan bağlantı kaliteleri ile oranlanır.	Burghouwt & de Wit (2004), Burghouwt (2007)
Netscan bağlantı modeli	Direk ve dolaylı bağlantıların sayısı, bağlantıların detour faktörü ve transfer zamanlarına göre olan bağlantı kaliteleri ile oranlanır.	Veldhuis (1997), Burghouwt & Veldhuis (2006), Veldhuis ve Kroes (2002), Matumoto ve diğerleri (2008)
Danesi bağlantı modeli	Direk ve dolaylı bağlantıların sayısı, bağlantıların detour faktörü ve transfer zamanlarına göre olan bağlantı kaliteleri ile oranlanır.	Danesi (2006)

Doganis ve Dennis bağlantıları, (Doganis ve Dennis 1989), tüm bağlantılar için 60 dakika MCT'yi ve tüm bağlantılar için 90 dakika olan MaxCT'yi ölçüp sonra her uygun bağlantıyı değerlendirdiler.

Budde, A., J. de Wit ve G. Burghouwt (2008), tüm bağlantılarda 60 dakika kesme noktaları olan MCT'yi kullanarak bir dizi bağlantı örneği kullandı. Desenler istatistiksel olarak önemli bir model olarak tanınmalıdır.

Guimerà ve ark. (2005) merkez bağlantısını inceler ve en kısa yol uzunluğunu ölçerler. Bağlantı, kalkış noktasından varış noktasına, adımların sayısına göre en kısa yoldan gelmeli ve her yaşanabilir kalkış ve varış noktası bağlantı için ağırlıklandırılmalıdır.

Çizelge 3.2 Bağlantılı Ölçütleri (Yüksek Karmaşıklık), (Redondi, 2010)

Model	Kısa Tanımlama	Temel Referanslar
En kısa yol merkezliği	İki nokta arası minimum sayıdaki rota sayıdaki bağlantıların sayısı	Shaw (1993) , Cronrath ve ark. (2008), Malighetti ve ark. (2008)
En kısa yol erişilebilirliği	Ağdaki herhangi bir hava alanine ulaştıracak adımların ortalama sayısı	Shaw (1993) , Cronrath ve ark. (2008), Malighetti ve ark. (2008)
Hızlı yol merkezliği	İki nokta arası en hızlı yolları için bağlantı sayısı	Malighetti ve ark. (2008), Paleari ve ark. (2010)
Hızlı yol erişilebilirliği	Ağdaki herhangi bir diğer hava alanına ulaşmak için ortalama yolculuk mesafesi	Malighetti ve ark. (2008), Paleari ve ark. (2010)
Bütün zirve bağlantısı modeli	Bir skalar değeri ile ağırlıklandırılmış üç veya daha az uçuş bölümü ile olası yolların toplamı	Ivy (1993), Ivy ve ark. (1995)
Bağlantı sayısı deseni	Önemli istatistiki gelen ve giden bağlantıların desen sayısı	Budde ve ark. (2008)

Diğer hub bağlantı ölçüsüne, Hızlı Yol Uzunluğu adı verilir (Malighetti, 2008). Kesme noktası koşulları, tüm bağlantılar için 60 dakika olan MCT, mesafelere dayalı 1.25 maksimum detour faktörüdür. Seyahat için varış noktasının uygun bir şekilde bağlanması, seyahat süresi bakımından en hızlı yoldan gelmelidir.

3.1 Genel Prosedür

3.1.1 Merkez Bağlantı Modeli-Merkezlilik (Burgouwt, 2010,2013)

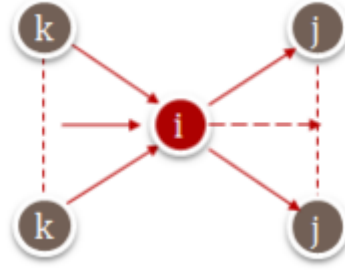
Hub bağlantısında, çalışma kapsamında sunulan tüm tedbirlerin aynı temel ilkelere sahip olması nedeniyle, tedbirler iki adımlı bir prosedür olarak sunulabilir. Ara hava alanının hub bağlantı ölçüsü Şekil 2'de gösterilmektedir.

1. Adım: Kalkışı havaalanı k ile varış noktası havaalanı j arasındaki bağlantıyı, hava limanından geçen ve ölçütlere bağlı olarak bazı tanımlanmış koşulları karşılayan yerleri tanımlayın. Burghouwt ve Redondi (2010) çalışmasında bu koşullara "kesme noktası" koşulları ve sonuçtaki bağlantılar "yaşanabilir" bağlantılar denir.
2. Adım: ifade formül (3.1)'de tanımlanmıştır.

(3.1)

$$\text{Merkez Bağlantı Ölçümü} = \sum_{i=1}^n f(c_{j,i,k})$$

Burada **n**, canlı bağlantıların sayısıdır ve **f (c j-i-k)**, uygulanan önlem ile ilgili ağırlıklandırma fonksiyonu olarak adlandırdığımız **j-i - k** bağlantısının özelliklerinin bir fonksiyonudur.



Şekil 3.1 Merkez Bağlantı (Redondi, 2010)

3.1.2 Erişilebilirlik Modelleri (Burghouwt, 2010,2013)

Çalışmada sunulan erişilebilirlik modellerinin ölçütleri aynı esaslara sahiptir.

Tedbirler iki adımlı bir prosedür olarak sunulabilir. Bir havaalanının erişilebilirlik ölçüsü I Şekil 3.2'de sunulmaktadır.

1. Adım: j havaalanından, havaalanına doğrudan bağlı, i havalimanından başlayarak, bir kısmını karşılayan varış havaalanına k yapılan tüm bağlantıları tanımlayın

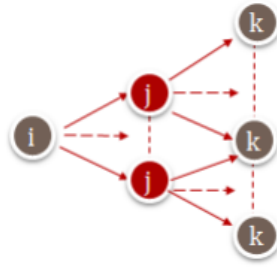
Ölçüye bağlı olarak tanımlanmış koşulları tanımlar. Bu koşullara "kesme noktası" koşulları denir ve sonuçtaki bağlantıların "uygulanabilir" bağlantıları (Burghouwt ve Redondi 2010).

2. Adım: ifade formül (3.2)'de tanımlanmıştır.

(3.2)

$$\text{Erişilebilirlik Ölçümü} = d + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n f(c_{j,i,k})$$

Burada **d** ilk terimi, doğrudan bağlantıyı belirtirken, başlangıç havaalanı **i** den gelen uçuşların sayısı olarak ölçülür. İkinci olarak **i** hava alanı çıkışlı uçuların sayısı **m**, **n** ise **j** hava alanında ki bağlanılabilir uçuş sayısı olarak belirtilmiştir. **f(c_{i-jk})**, uygulanan ölçüye göre ağırlıklandırma fonksiyonu olarak adlandırılan ve uygulanabilir bağlantı **j-i-k**'nin özelliklerinin bir fonksiyonudur.



Şekil 3.2 Hava Alanı Erişilebilirliği (Redondi, 2010)

3.2 Literatürdeki Modeller

3.2.1 Doganis ve Dennis, 1989

Bağlantı ölçümü minimum ve maximum transfer sürelerini de içermektedir. Bu model merkez bağlantısını ölçen temel modellerden biridir.

Çizelge 3.3 Doganis ve Dennis Bağlantı Modeli (Redondi, 2010)

Model	Dogan ve Dennis Bağlantı Modeli
Temel Referans	Doganis ve Dennis (1989)
Uygulama	Merkez bağlantıları ve hava alanı erişilebilirliği
Kısıtlar	-minimum bağlantı süresi tüm bağlantılar için 60 dakika -maksimum bağlantı süresi tüm bağlantılar için 90 dakika
Her bağlantı için fonksiyonlar	$f=1$
Uygulama yazılımı	Microsoft Access - Düşük Karmaşıklık

3.2.2 Bootsma Bağlantı Modeli

Bu model bağlantının belirlenen minimum ve maksimum bağlantı sürelerini karşılama durumuna göre bağlantıyı, “mükemmel”, “iyi” ve “zayıf” olarak sınıflandırmaktadır.

Çizelge 3.4 Bootsma Bağlantı Modeli (Redondi, 2010)

Model	Bootsma Bağlantı Modeli
Temel Referans	Bootsma (1997)
Uygulama	Merkez bağlantıları ve hava alanı erişilebilirliği
Kısıtlar	-minimum bağlantı süresi tüm bağlantılar için 60 dakika -Avrupa bağlantıları için maksimum bağlantı süresi 180 dakika -Avrupa-Kıtalararası bağlantılarda maksimum bağlantı süresi 300 dakika, -Kıtalararası geliş ve gidiş olan uçuşlarda maksimum bağlantı süresi 720 dakika
Her bağlantı için fonksiyonlar	$f=1$
Uygulama yazılımı	Microsoft Access - Düşük Karmaşıklık

3.2.3 Ağırlıklı Bağlantı Modeli

Direk ve bağlantılı uçuşların, detour faktörleri ve transfer sürelerine göre Kalite indeksleri için ağırlıklandırılan bu model, farklı bölgeler için farklı minimum ve maksimum bağlantı süreleri de içermektedir.

Çizelge 3.5 Ağırlıklı Bağlantı Modeli (Redondi, 2010)

Model	Ağırlıklı Bağlantı Modeli
Temel Referans	Burghouwt, G. ve J. de Wit (2005)
Uygulama	Merkez bağlantıları ve hava alanı erişilebilirliği
Kısıtlar	-minimum bağlantı süresi tüm bağlantılar için 60 dakika -Avrupa bağlantıları için maksimum bağlantı süresi 180 dakika -Kıtalararası geliş ve gidiş olan uçuşlarda maksimum bağlantı süresi 720 dakika
Her bağlantı için fonksiyonlar	$f = WI = \frac{2.4 + TI + RI}{3.4}; WI \text{ ağırlıklı dolaylı bağlantı;}$ $TI = 1 - \frac{1}{MaxCT - MCT}; TI \text{ transfer indeksi;}$ T: bağlantı transfer zamanı; MaxCT bağlantı için maksimum bağlantı süresi; MCT bağlantı için minimum bağlantı süresi; $RI = 1 - (2 * \frac{R}{2} - 2 * \frac{1}{2}); RI \text{ rota indeksi;}$ R detour faktörü; $R = IDT / DTT \quad IDT \text{ gerçekleşen uçuş süresi}$ DTT great circle mesafesi üzerinden tahmini uçuş süresi
Uygulama yazılımı	Microsoft Access - Düşük Karmaşıklık

3.2.4 Danesi Bağlantı Modeli

Direk ve dolaylı bağlantılar transfer ve detour süresi ile ağırlıklandırılmıştır. Detour faktörü maksimum 1,5 'dir.

Çizelge 3.6 Danesi Bağlantı Modeli (Redondi, 2010)

Model	Danesi Bağlantı Modeli
Temel Referans	Danesi (2006)
Uygulama	Merkez bağlantıları ve hava alanı erişilebilirliği
Kısıtlar	-minimum bağlantı süresi tüm bağlantılar için 60 dakika -Avrupa bağlantıları için maksimum bağlantı süresi 120 dakika -Diğer tüm bağlantılar için MaxCT 180 dakika
Her bağlantı için fonksiyonlar	$f = \tau \cdot \delta$; τ ağırlıklı bağlantı süresi; δ: detour faktörü ağırlığı; $\tau = \frac{\text{if } CT_{bu} < 90' \text{ veya } CT_{int} < 120' \Rightarrow \tau = 1}{\text{diğeri } \tau = 0.5}$; TI CT_{bu} = Avrupa için bağlantı süresi; CT_{int} = Diğer yerler için bağlantı süresi; $\tau = \frac{\text{if } RF < 1.2 \Rightarrow \delta = 1}{\text{diğeri } \delta = 0.5}$; TI RF: detour faktörü
Uygulama yazılımı	Microsoft Access - Düşük Karmaşıklık

3.2.5 Net Scan Bağlantı Modeli

Model, (Veldhuis, 1997) tarafından geliştirildi ve SEO Economic Research'e aittir. Model, doğrudan ve dolaylı bağlantıları değerlendirmek için uygulamaktır. Teorik olarak doğrudan bir bağlantının kalitesine bir model önerdi (Veldhuis, 1997). Veldhuis (1997), Amsterdam / Schiphol Havaalanı'nı analiz etmek için model sundu. Matsumoto ve diğerleri, havayolu ağlarının performansını ve seçilen havaalanlarının hub bağlantısını ölçmek ve karşılaştırmak için bu yaklaşımı Asya / Pasifik bölgesine genişletti.

Çizelge 3.7 Net Scan Bağlantı Modeli (Redondi, 2010)

Model	Netscan Bağlantı Modeli
Temel Referans	Veldhuis (1997), Matsumoto –De Wit-Burg
Uygulama	Merkez bağlantıları ve hava alanı erişilebilirliği
Kısıtlar	-minimum bağlantı süresi tüm bağlantılar için 60 dakika
Her bağlantı için fonksiyonlar	$f = \text{QUAL} = 1 - \frac{PTT - NST}{MAXT - NST}; \text{ kalite indeksi};$ NST: duraksız uçuş süresi (saat) $PTT = FLY + 3 * TRF;$ PTT seçilen uçuş zamanı (saat) TRF bağlantı transfer zamanı (saat) FLY uçuş süresi (saat); $MAXT = (3 - 0.075 * NST) * NST;$ MAXT maksimum seçilen uçuş süresi (saat)
Uygulama yazılımı	Microsoft Access - Düşük Karmaşıklık

Netscan 0 ile 1 arası değişken bağlantı kalitesi indeksi önermektedir. Kesin olmayan bir uçuşa (doğrudan) maksimum kalite endeksi 1 verilirken, yolvericinin geçiş süresi ve yolverme süresinin ilave seyahat süresi nedeniyle dolaylı bir bağlantı daima 1 kalite indeksinden düşük verilecektir. Teorik doğrudan seyahat süresi, varış noktası ve varış noktası havalimanının coğrafi koordinatları ile hesaplanır. Kalite endeksinin ve bağlantı zamanının birimi (günün veya haftanın veya yılın birimi) frekansını alarak toplam bağlantı veya bağlantı birimi sayısı (CNU) türetilebilir. Model (3.3-3.6) denklemleri ile özetlemektedir.

$$\text{MAXT} = (3 - 0.075 * \text{NST}) * \text{NST} \quad (3.3)$$

$$\text{PTT} = \text{FLY} + (3 * \text{TRF}) \quad (3.4)$$

$$\text{QUAL} = 1 - \left(\frac{(\text{PTT} - \text{NST})}{(\text{MAXT} - \text{NST})} \right) \quad (3.5)$$

$$\text{QUAL} = \text{QUAL} * \text{FREQ} \quad (3.6)$$

Şöyleki;

MAXT: maksimum seçilen uçuş süresi (saat)

NST: duraksız seyahat süresi

PTT: seçilen seyahat süresi

FLY: uçuş süresi

TRF: transfer süresi

QUAL: her bir bağlantıya göre Kalite indeksi

CNU: bağlanan unitelerin sayısı

4.VAKA ANALİZLERİ

Bu bölümde, iki örnek vaka sunulmuştur. Birinci vakada, Türk Hava Yolları (TK) ağ performansı diğer rakiplerin Avrupa merkezlerindeki performanslarıyla, Doganis & Dennis, Bootsma, Ağırlıklı, Danesi bağlantılı modellerine göre kıyaslandı. Son olarak ikinci durumda, hava yollarının merkezleri üzerinden yaptıkları bağlantılı uçuşlar için merkez ağ tasarımının kalitesini ölçebilecek, bekleme süresi, frekans ve bağlantı sağlanan noktalar arası yolcu potansiyeli etkilerini içeren yeni bir ağırlıklı fonksiyon tasarlandı. Farklı türdeki değişkenleri tek bir indekste toplayabilmek için Çoklu Özellik Değer Teorisi (MAVT) 'den yararlanılmıştır.

4.1 Vaka 1: Farklı Dalga Yapısındaki İki Farklı Tarife İçin Ağ Yapısının Değerlendirilmesi

Türk Hava Yolları'nın genel dalga tasarımı, yaz 2012 programında yeniden yapılandırıldı. Bu vakada, Türk Hava Yolları'nın 2012 yazında ağ performansını 2011 yazına kıyasla iyileştirmeyi amaçlamaktadır. 5 farklı bağlantı modeli kullanarak, dalga yapısının değiştirilmesinin etkisi değerlendirilir.

4.1.1 Veri ve Tarifeler

Yaz 2011 ve yaz 2012 uçuş takvimleri SRS (Schedules Reference Service) veritabanından ve yaz dönemi boyunca rotanın maksimum sıklığı açısından bir haftaya sıkıştırılmış programdan türetilmiştir.

Araştırmanın alt bölgeleri Amerika (AA), Orta ve Güney Afrika (AF), Orta Doğu (ME), Kuzey Afrika (NAF), Rusya ve Orta Asya (CIS), Uzak Doğu (FE), Güney Asya (SA) ve Türkiye-Domestic (DOM) olarak belirlenmiştir.



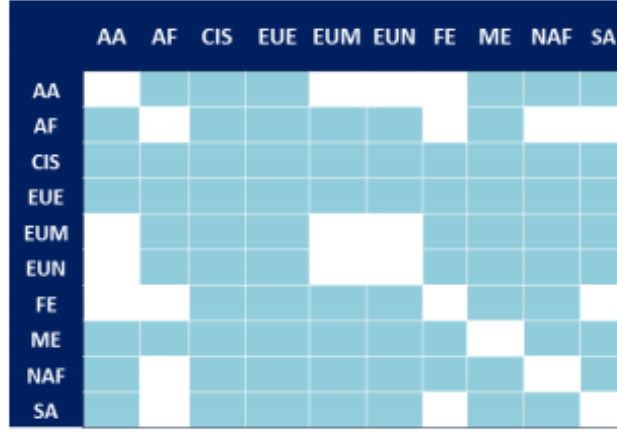
Şekil 4.1 Değerlendirme İçin Alt Bölgeler

Bağlantılı uçuşlar, bir havalimanındaki her gelen uçuş için, excel programı yardımıyla ona bağlanan giden uçuşların sayısını belirleyen bir algoritma kullanılarak oluşturulmuştur. Algoritma minimum bağlantı süresini dikkate alır, maksimum bağlantı süresi ve detour faktörlerini birer kısıt olarak kullanmaktadır.



Şekil 4.2 Türk Hava Yolları Ağ Yapısı

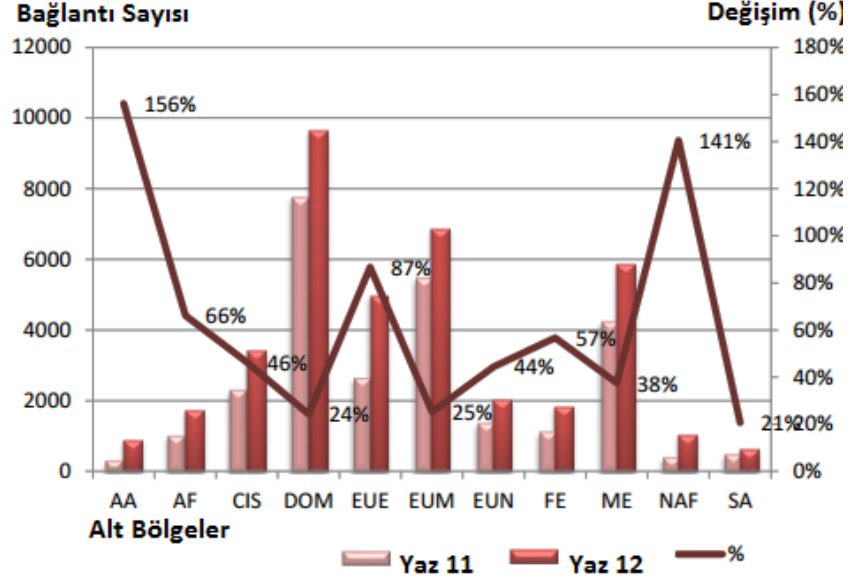
Vaka analizimizde, dış hat-dış hat bağlantılarda minimum bağlantı süresi 60 dakika, iç hat- dış hat bağlantı süresi 90 dakika ve maksimum bağlantı süresi 720 dakika olarak alınmıştır. Anlamli bir bölgeden bölgeye bağlantı akışı oluşturulmuş ve Şekil 4.3’de işaretlenerek gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Vaka İçin Anlamli Bağlantı Bölgeleri

4.1.2 Doganis ve Dennis Bağlantı Modeli

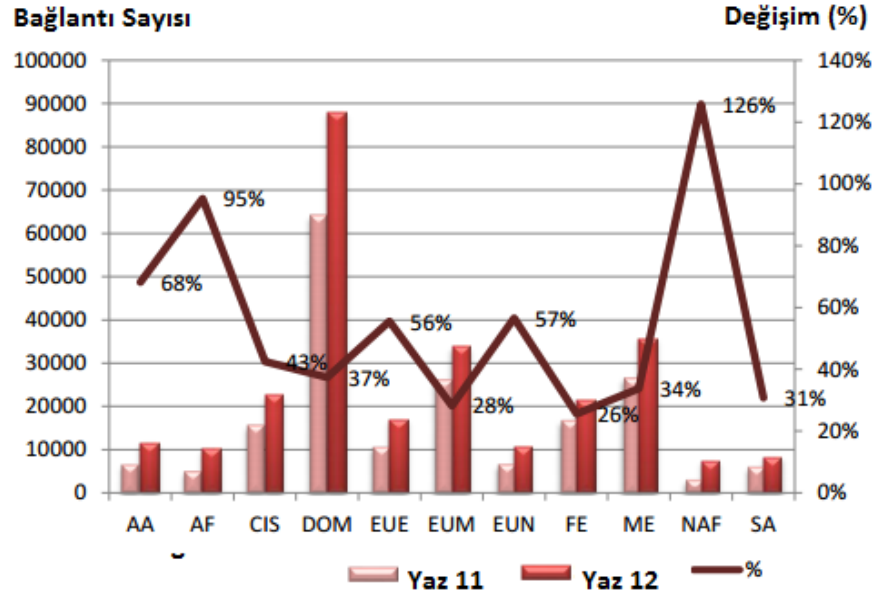
Bağlantılar, alt bağlantılarla, maksimum bağlantı süresi olarak 90 dakika arasında değerlendirilir. Ayrıca mevsimler arası ağ performansındaki değişimde yüzde olarak gösterimiştir. Değerlendirmeye göre DOM hatları en büyük bağlantıya sahip. Bunu hmen EUM ve ME takip etmektedir. 2011 yaz tarifesine göre 2012 yaz tarifesinde en büyük iyileştirme yüzde ile de görülebildiği üzere, AA bölgesindedir. Bu değişimi NAF ve EUE bölgeleri takip etmektedir.



Şekil 4.4 Doganis ve Dennis Bağlantı Modeline Göre Değerlendirme

4.1.3 Bootsma Bağlantı Modeli

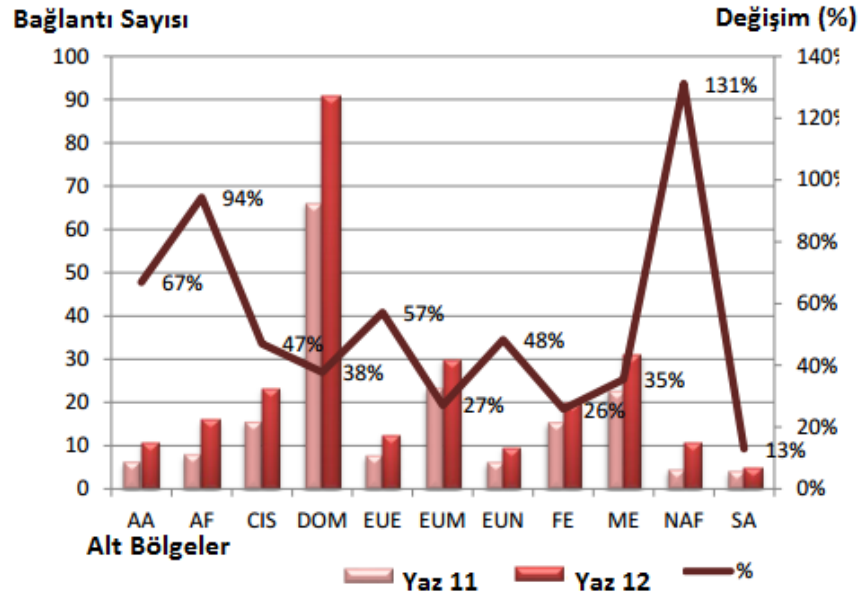
Bağlantılar, bağlantı alanları için Bootsma model gruplama yardımıyla alt bölgeler arasında değerlendirilmiştir. Mevsimler arasındaki ağ performansındaki değişim Şekil 4.5’de % olarak gösterilmiştir. Değerlendirmeye göre iç hat uçuşlarımız (DOM) iyi bir bağlantısı mevcuttur. İkinci sırada ME ve sonrasında EUM bu bağlantıları izlemektedir.



Şekil 4.5 Bootsma Bağlantı Modeline Göre Değerlendirme

4.1.4 Ağırlıklı Bağlantı Modeli

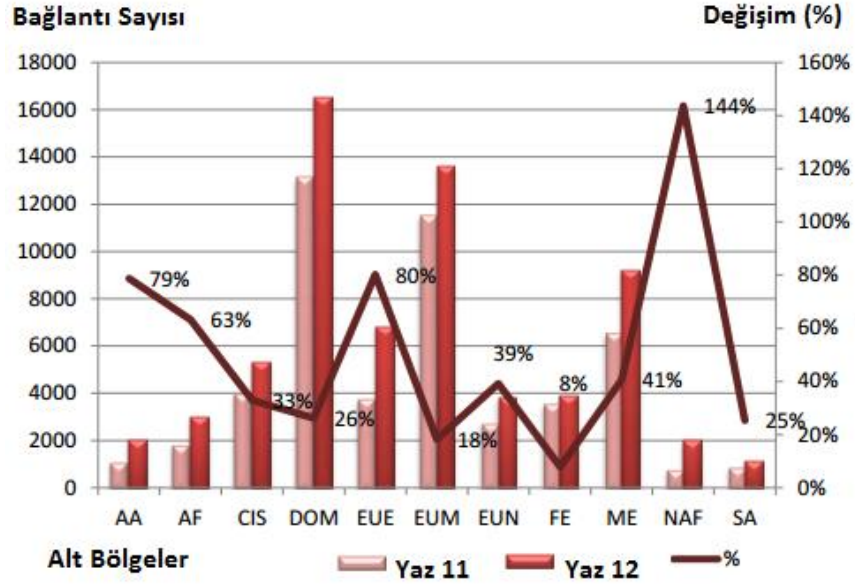
Bu model ile bağlantılar detour faktörü 1,4 olacak şekilde kısıt alınarak değerlendirilmiştir. Mevsimler arasındaki ağ performansındaki değişim Şekil 4.6'da % olarak gösterilmiştir. Değerlendirmeye göre iç hat uçuşlarını (DOM) iyi bir bağlantısı mevcuttur. İkinci sırada ME ve sonrasında EUM bu bağlantıları izlemektedir. Yeni dalga tasarımı sonrası en olumlu düzelme NAF bölgesinde olmuştur.



Şekil 4.6 Ağırlıklı Bağlantı Modeline Göre Değerlendirme

4.1.5 Danesi Bağlantı Modeli

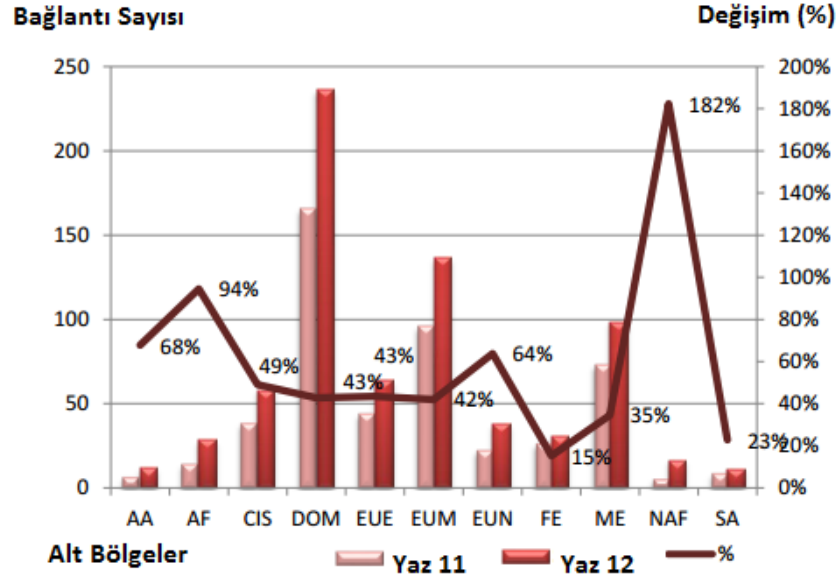
Bu model ile bağlantılar detour faktörü 1,5 olacak şekilde kısıt alınarak değerlendirilmiştir. Mevsimler arasındaki ağ performansındaki değişim Şekil 4.7'de % olarak gösterilmiştir. Değerlendirmeye göre iç hat uçuşlarını (DOM) iyi bir bağlantısı mevcuttur. İkinci sırada EUM ve sonrasında ME bu bağlantıları izlemektedir. Yeni dalga tasarımı sonrası en olumlu düzelme NAF bölgesinde olmuştur.



Şekil 4.7 Danesi Bağlantı Modeline Göre Değerlendirme

4.1.6 Netscan Bağlantı Modeli

Bağlantılar, bağlantı alanları için Netscan model gruplama yardımıyla alt bölgeler arasında değerlendirilmiştir. Mevsimler arasındaki ağ performansındaki değişim Şekil 4.8’de % olarak gösterilmiştir. Değerlendirmeye göre iç hat uçuşlarını (DOM) iyi bir bağlantısı mevcuttur. İkinci sırada EUM ve sonrasında ME bu bağlantıları izlemektedir. Yeni tasarım sornası en büyük iyileşme NAF sonrasında AF ve AA bölgelerinde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.8 Netscan Bağlantı Modeline Göre Değerlendirme

4.1.7 Vaka Analizi Özeti

Vaka, her bölge için bağlantı geliştirmeyi anlamak ve hangi bölgenin gelişmesinin daha fazla olduğunu bulmak için ayrı ayrı araştırılmıştır. Sonuçta, analiz, dalganın yeniden yapılandırılmasıyla stratejik hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını göstermeyi amaçlamaktadır.

Çizelge 4.1, her alt bölgeye ait her modelin sonuçlarının karşılaştırılmasını göstermektedir. Buna ek olarak, Çizelge 4.2, her modelin geçerliliğini değerlendirmek için bir metrik kullanmak için mevsim arasındaki aktarma yolcu sayısının değişimini göstermektedir.

AA bölgesi için Danesi modeli, transit yolcu değişimine göre en yakın sonucu verir. Danesi modeli, detour faktörünü göz önüne aldığından, genellikle yeni dalga AA bağlantılarını düşünmüş ve AA için daha iyi bir bağlantı sağladığını teyit etmiştir.

Danesi, AF bölgesi için, yolcu değişiminin transfer sayısına göre en yakın sonucu verir. İkinci daha yakın sonuç ise Doganis & Dennis modeline aittir. Danesi detour

ile ilgilenirken, Doganis ve Dennis bağlantı sürelerini en fazla 90 dakika Kabul etmiştir, bu ise AF bölgesini yeniden tasarlandığının göstergesi olmuştur.

CIS bölgesi için, Bootsma, yolcu değişimindeki aktarma sayısına göre en yakın sonucu verir. Bootsma bekleme süreleri açısından bölgelerin gruplandırılmasını göz önünde bulundururken, yeni dalga yapısının, Bootsma modelinde belirtildiği üzere bekleme süresi gruplaması açısından CIS bağlantılarını yeniden tasarladığı anlaşılabılır.

DOM bölgesi için Doğanis & Dennis, transit yolcu değişimine göre en yakın sonucu verir. Doganis & Dennis bağlantıyı düşünürken, maksimum 90 dakikalık zaman yeni dalga yapısının, bekleme süresini azaltma hedefi düşünülerek DOM bağlantılarını yeniden tasarladığı sonucuna varılabilir.

NAF ve SA bölgesi için hiçbir model yaklaşık bir sonuç vermez. Gerçek sayı ve değerlendirme arasındaki boşluk, bölge NAF'ın toplam frekans sayısının yeni yerler ile artması gerçeğinden dolayı çok büyük.

SA bölgesi için yalnızca yüzde 13 ile 25 arasında düzelmiştir. Bu artış, diğer bölgelere kıyasla daha düşük. Bunun nedeni, sıklığın sınırlı olmasıdır.

4.2. Vaka Analizi 2:Bağlantılı Uçuşlarda Bağlantı Kalitesinin Belirlenmesi

4.2.1 Veriler ve Tanım

Her ülkede bayrak taşıyıcıları tüm dünyada mega şehirleri ya da en kalabalık şehirleri hedefliyorlar ve uçmak için seçiyorlar. Bunlar genellikle hub (aktarma merkezi) olarak kullanılarak diğer tüm rotalara uçuş yapılacak yerler olarak kullanılıyor. Bazı bayrak taşıyıcıları ve hub şehirleri şu şekilde; Lufthansa-Frankfurt, British Airways-Londra, Emirates-Dubai, Türk Hava Yolları-İstanbul.

Direkt olarak bir noktadan diğer noktaya yapılan seyahat en ideali olsa bile, değişen ekonomik dengeler ve artan rekabet ile bağlantılı uçuşlar bu ilk alternatifi rakibi olmayı başarmış durumda. Bağlantılı uçuşlar direkt uçuşlara göre çok daha ekonomik ve bazı hizmetlerde neredeyse çok daha ön planda kalmakta.

Gelişen dünya pazarında insanlar daha sık seyahat etme ihtiyacı duymaktalar. Bu durum bu seyahatlerin hem imkanlar dahilinde en hızlı hem de en ekonomik şekilde yapılmasını gerektirmekte. Ekonomik olarak bağlantılı uçuşlar, hemde aktarma merkezlerinde sundukları çok kısa bağlantı süreleri hem de uçuş frekans sıklıkları ile tercih edilebilme oranı olarak ön plana çıkmakta.

Ağ taşıyıcıları sadece hub (aktarma merkezi) şehirleri arası taşıma yapmıyor, diğer hedef noktalarına servis veriyorlar. Bu hedefi tamamlayabilmek için ise bünyelerinde network planlama departmanları barındırıyorlar. Network planlama departmanları genellikle şu görevleri icra eder;

Müşterilerin ihtiyaçlarına göre varış noktalarına varış ve oralardan kalkış saatlerini planlarlar,

Bağlantılı uçuş yapacak yolcular için en iyi bağlantı imkan ve sürelerini temin edebilmek adına planlamalarını düzenlerler,

Sundukları bağlantı sürelerini tercih edilebilmek adına minimize ederler,

Detour (sapma) faktörü, mevsimsellik, Pazar uygunluğu ve büyüklüğü gibi parametrelerin uygunluğunu kontrol ederler.

Türk Hava Yolları geçmişte ve halen birçok rotasında iç ve dış hatlarda hakim tek taşıyıcı olmuştur. Bu durum Türk Hava Yolları rotalarının pazarlarına diğer taşıyıcılarında girmek istemesi ile rekabeti arttırıcı şekilde devam etmektedir.

Bu çalışmanın ilk neticesi olarak İstanbul en mantıklı hub olarak bulunmuştur. Hub şehirde artan turizmin etkisi belirlenebilecektir. Kurulan matematiksel modelde yolcu tercihlerine etkisi yüksek olan hub şehrin bağlantı sağlama ihtimali ve bağlantılı uçuşlarda aktarma merkezi olarak tercih edilme faktörleri kısıt olarak kullanılmaktadır. Model kurulurken havacılık sektöründe deneyimli ağ yapısı (network) planlama ve tarife uzmanlarının görüşleri dikkate alınmıştır. Örnek bir çalışma yapılması için aralarında İstanbul'u hub olarak kullanmakta olan Türk Hava Yolları'nın da içinde bulunduğu 7 farklı bağlantılı havayolu taşıyıcısının hublarından verdikleri Stockholm-Bangkok arası bağlantılar analiz edilmiştir.

Çalışma neticesinde karlılık, rekabet avantajı ve müşteri memnuniyeti ve dolayısıyla hub şehire gelecek olan turist sayısının artışı açısından yararlar sağlayacaktır.

4.2.2 Metodoloji ve Değişkenler

Bağlantı kalitesinde etkili olan indeksleri hesaplarken Network Planlama Departmanını ilgilendiren üç tane parametre seçilmiştir. Bunlar;

- Bağlantı süresi
- Bağlantı frekansı
- Pazar Yolcu Sayısı

Bu üç faktör ayrı ayrı detaylı olarak incelenmiş, herbirinde kullanılan hesaplama yöntemleri uygun olduğu dağılımlarla beraber anlatılmıştır. Bu iki farklı türden

faktörü tek bir indekste toplayabilmek için MAVT (Mutlti Attribute Value Theory) den yararlanılmıştır.

MAVT, faydası ya da zararı hakkında kesinlik bulunan farklı türden nesnelerin değerlerinin katkılarını tek bir indekste birleştiren bir teoridir (Evren & Ulengin, 1992). Bu teoriden yararlanılarak her bir faktörün değerlerini bu teoriye göre sıralanmıştır.

Çalışma şu aşamalar gerçekleştirilerek tamamlanmıştır.

- Bağlantı kalitesi endeksinde yer alacak faktörlerin belirlenmesi
- Bu faktör değerlerinin farklı olması nedeniyle indekste aynı türden yer alması için kendi içinde en iyiye 1 en kötüye 0 vermek suretiyle normalizasyon yapılması
- Faktörlerin normalizasyonu sırasında müşteri tercihlerine göre uygun olduğu istatistiksel dağılımın ve ortalamaların tesbiti
- Faktörlerin bu dağılım ya da ortalamaya göre değerinin tesbiti
- Müşteri açısından faktörler arası ağırlıkların belirlenmesi
- Bağlantı kalitesinin toplam puanının tesbiti

4.2.3 Bağlantı Süresi

Endeksi belirlemede etkili olan ilk faktör bağlantı süresidir. Bağlantı süresi, bağlantılı uçuşlarda müşterinin aktarma noktasına geldikten sonra uçuşun diğer ayağına başlayana kadar geçen süredir. Yapılan çalışmalara göre müşterinin havayolları arasındaki tercihi toplam uçuş süresine, bilet fiyatına ve bekleme anında aldığı hizmete bağlı olarak değişmektedir. (Bruinsma, ve diğerleri 2000)[3]. Çalışmada iki nokta arasındaki uçuşlar inbound ve outbound olarak ayrılmıştır. Haftanın yedi gününde de her iki yönde bağlantı veren bir noktada toplam yedi inbound yedi outbound olmak üzere 14 tane değer vardır ve genelde bu değerler birbirinden farklıdır. Bu değerlerin ortalamasını alıp indekse katılması gerekir. Bu ortalama alınırken dikket edilen nokta bulmak istediğimiz değer, çoğunluk olarak fazla olan değerlere daha yakın olmasıdır. Örneğin haftanın 6 günü bir saatte bağlantı verilip, 1 gün üç saat bağlantı veriliyorsa, bunlardan aldığımız ortalama değer çoğunluk olan bir saate daha yakın olması

gerekir. Bu veriler elde edilirken NetLine Plan programından bağlantı süreleri alınmış ve dağılımın üstel fonksiyon dağılımına uyduğu burada da görülmüştür.

Çalışmada inbound ve outbound ayrı ayrı ele alınmış, ikisi tek dizinde birleştirilmiştir. Inbound ve outbound değerlerinin ayrı ayrı geometrik ortalaması hesaplanmıştır.

$$G = \sqrt[n]{x_1 * x_1 * x_1 * ... * x_n} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} \quad (4.1)$$

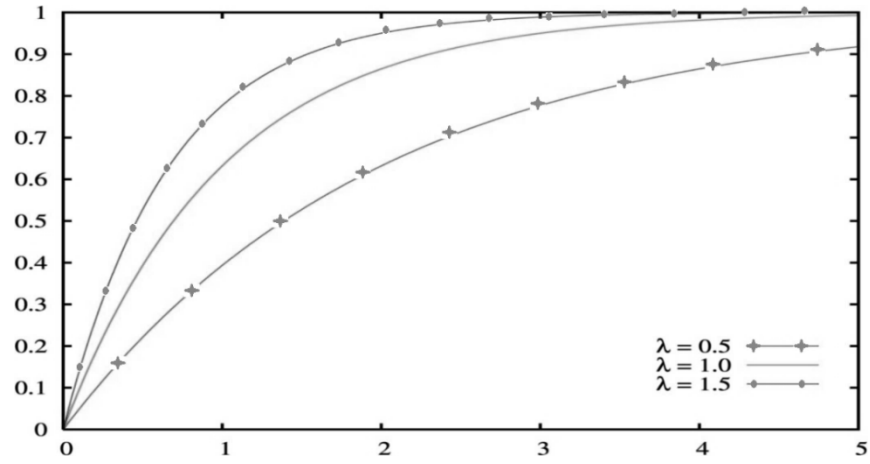
Kuatratik ortalama;

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2} = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}} \quad (4.2)$$

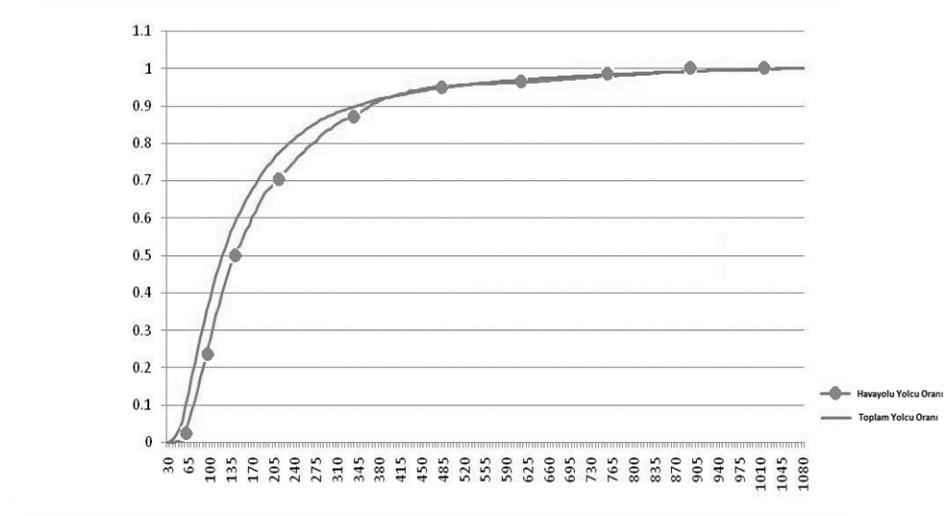
Bu yöntemin seçilmesinin nedeni uçuş tercihleri genelde gidiş dönüş olduğu düşünüldüğünde, kötü olan bağlantının iyi olan bağlantıyla gerçek kötü değerinden uzaklaşması ve indekste yanılgılara neden olması durumunu engellemektir. Bu yöntemde bulunan ortak değer kötü olan değere daha yakındır ve durumun görülmesi açısından daha faydalı olacaktır. Bulunan değer sayısal olarak dakika bazındadır ve değerinin büyük olması bağlantı kalitesi açısından kötü durumdur. Inbound ve outbound bekleme süresi ortalaması bulduktan sonra bu bekleme sürelerini kendi aralarında değerlendirip normalize etmek gerekir.

Bekleme süresinin müşteri tercihlerinde etkisi istatistiksel olarak üstel dağılıma uymaktadır. Yani müşteriler belirli bir süreye kadar beklemeye razı iken bir süre sonra beklemeyip sıradan ayrılan müşterilerin sayısı çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da üstel dağılımın grafiğini ve örnek bir hava

yolu taşıyıcı firmasında müşteri tercihlerinin karşılaştırılması, bu durumun üstel dağılıma uyduğunu göstermektedir.



Şekil 4.9 İki parametrenin birbirine bağlı üstel dağılım şeklinde değişimi



Şekil. 4.10 Örnek hava yolunda bağlantı zamanına göre birikimli taşınan yolcu miktarı

Sıra teorisine göre üstel dağılıma uyan bekleme süresileri inbound ve outbound olmak üzere ayrı normalize edilmiştir. Değerleri kendi arasında iyiden kötüye sıralanırken yararlanılan Değer Temelli Metod (Value Based Methods)'lardan olan MAVT'a göre üstel dağılımın formülü 4.3.'de yer almaktadır.

(4.3)

$$\text{Zarar Katkısı İçin } V_j(X_{ij}) = \begin{cases} \frac{1 - \exp\left[-\frac{(x_j^- - x_{ij})}{\rho}\right]}{1 - \exp\left[-\frac{(x_j^- - x_j^*)}{\rho}\right]}, & \rho \neq \infty \\ \frac{x_j^- - x_{ij}}{x_j^- - x_j^*}, & \text{diğer} \end{cases}$$

$$\text{Fayda Katkısı İçin } V_j(X_{ij}) = \begin{cases} \frac{1 - \exp\left[-\frac{(x_{ij} - x_j^-)}{\rho}\right]}{1 - \exp\left[-\frac{(x_j^* - x_j^-)}{\rho}\right]}, & \rho \neq \infty \\ \frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^* - x_j^-}, & \text{diğer} \end{cases}$$

$$\text{Fayda Katkısı İçin } Z \text{ değeri} \quad z_{0.5} = \frac{(x_m - x_j^-)}{(x_j^* - x_j^-)}$$

$$\text{Zarar Katkısı İçin } Z \text{ değeri} \quad z_{0.5} = \frac{(x_j^- - x_m)}{(x_j^- - x_j^*)}$$

$$\text{Denklemlerdeki } \rho \text{ değeri} \quad \rho = R |x_j^* - x_j^-|$$

x_m : Medyan Değer x_j^- : En Kötü Değer x_j^* :

En İyi Değer

R : Üstel Dağılımdaki $z_{0.5}$ Aralık Değeri

(Burada fayda katkısı, değer in büyük olması müşteri açısından olumlu bir anlam ifade ederken, zarar katkısında değer in büyük olması müşteri açısından kötüdür.)

Dakika cinsinden değerlerin yukarıdaki methodlara göre hesaplanmasıyla en iyiye 1 en kötüye 0 vermek itibariyle, 0-1 arası değerler elde edilmiştir. Bu hesaplamalar yapılırken, en iyi durum bir saat alınırken, en kötü dağılım 720 dk alınmıştır. Orta değer ise altı saat alınmıştır.

4.2.4 Haftalık Bağlantı Sayısı (Frekans)

Bağlantı süresinin yanında müşteri açısından önem arz eden bir diğer faktör de haftalık bağlantı sayısıdır. Bağlantı sıklığı Bruinsma'nın yaptığı çalışmalara göre fiyat ve güvenlik, güvenilirlik gibi etkenlerin yanında taşıyıcılar için rekabet avantajı sağlamaktadır (2000) [4]. Bağlantı sayısı, bağlantılı uçuşun verildiği iki nokta arasındaki haftalık bağlantı sayısını ifade eder. Projede bağlantı noktaları genelde haftanın uçuşun olduğu noktalardır. 7-7 bağlantı verilen noktalar en iyi, 1-1 olan bağlantılar en kötü bağlantılardır.

Inbound ve outbound olarak yedi frekanstan az olan noktalar için farklı değerlendirme ölçütleri kullanılmıştır. Frekans azaldıkça müşteri tercihleri daha fazla azaldığı için, bağlantı sayısı lineer olarak azalırken, değerlendirme sayısı daha fazla azalması gerekir, çünkü müşterinin tercih edebildiği gün daha fazla azalmaktadır. Bu nedenle bağlantı sayısı, bağlantı süresi gibi MAVT'in üstel fonsiyonu dağılımına daha uygun olacaktır. Bu üstel dağılımın gerekliliği şu şekilde görülebilir:

7-7, 7-6 uçuşu arasındaki puan farkının 6-6, 6-5 arasındaki puan farkında az olması gerekmektedir. Bu gerçekler dikkate en uygun dağılımın üstel dağılım olduğu görülmüştür. Bunun yanında inbound ve outbound sayıları arasında bir ortalama alıp, tek değer kullanmak gerekir, bu ortalama alınırken, uçuşların her iki yönde birbirini karşılama oranı da hesaba katılmıştır, yani inbound ya da outbound bağlantıda az olan değere yakın değer vermek gerekir, zayıf halka uçuşun az olduğu noktadır. Bu gerçekler göz önüne alındığında harmonik ortalama kullanılması daha uygun görülmüştür.

(4.4)

$$\text{Harmonik Ortalama} = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}}$$

Bu ortalamadan bulunan değer, MAVT yöntemiyle hesaplanırken dikkate alınır. Aynı şekilde üstel dağılımın uyduğu formülle, değerler hesaplanır, bu hesaplamada değer büyük olması müşteri yararına olduğu için fayda katkısı

formülü kullanılır. Bu formüle göre, en iyi değer 7, en kötü değer 1 olup ortalama değer 3 olarak alınmıştır

4.2.5 Haftalık Pazar Yolcusu

Bağlantı kalitesi belirlenmesinde, frekans ve bağlantı süreleri ile birlikte analiz edilecek olan pazarın haftalık potansiyel yolcu sayısı da dahil edilmiştir. Haftalık yolcu sayısı, Bölgeler veya noktalar arasında pazarın öneminin belirlenmesi ve öncelik verilmesinde kullanılmıştır.

Pazar yolcu sayısı o hatlardaki taşıyıcıların vermiş oldukları servislerin neticesinden elde edilmiştir.

4.2.6 Merkez Seçimi

Hub olarak seçilmek üzere öne çıkan Avrupa'nın en çok yolcu taşıyan havalimanları incelenmiş, bu havalimanları arasında İstanbul'un bağlantı kaabiliyeti ve potansiyeli gösterilmek istenmiştir.

Çalışmada kullanılan yöntem ve değişkenler Çizelge 4.1.'de ki şekildedir.

Çizelge 4.1 Hub seçimi değişkenleri

Değişken	Detay
i	Hub olabilecek şehirler
Di	i. Hub için doğusundaki nokta sayısı
Bi	i. Hub için batısındaki nokta sayısı
Ri	i. Hub için uçuş rotası sayısı
Pi	i. Hub için uçuş rotası endeksli puan
Dbi	i. Hub için doğusundaki bölge sayısı
Bbi	i. Hub için batısındaki bölge sayısı
Rbi	i. Hub için bölgesel rota sayısı
Pbi	i. Hub için bölgesel uçuş rota sayısı endekli puan
Pm	Maksimum uçuş rotasına sahip olan hub için uçuş rotası endeksli puan
Pbm	Maksimum bölgesel uçuş rotası sayısı
Rm	Maksimum uçuş rotası sayısı
Rbm	Maksimum bölgesel uçuş rotasına sahip olan hub için bölgesel uçuş rotası endeksli puan
x	Uçuş rotası endeksli puanın önem katsayısı
y	Bölgesel rota sayısı endeksli puanın önem katsayısı
Api	i. Hub için değerlendirmede kullanılacak asıl puan

Çizelge 4.2 Hub seçimi formüller

Değişken	Formül
Ri	$D_i * B_i$
Pi	$(R_i / R_m) * 100$
Rbi	$D_{bi} * B_{bi}$
Pbi	$(R_{bi} / R_{bm}) * 100$
Pm	100
Pbm	100
Rm	$\max(R_i)$
Rbm	$\max(R_{bi})$
Api	$x * P_i + y * P_{bi}$

Çizelge 4.3 Hub seçimi bölgeler

Kısaltma	Bölge
AA	Amerika
AF	Afrika
CIS	Rusya ve Orta Asya
DOM	Türkiye
EUE	Doğu Avrupa
EUM	Orta Avrupa
EUN	Kuzey Avrupa
FE	Uzak Doğu
ME	Orta Doğu
NAF	Kuzey Afrika
SA	Güney Asya

Çalışmada karşılaştırılacak olan şehirler ve bağlantı potansiyelleri için bilgiler Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5’dir.

Çizelge 4.4 Hub için Doğu&Batı Nokta Sayısı

i	Di	Bi	Ri	Pi		
Hava Yolu	Hub	3 Code	Doğu Nokta Sayısı	Batı Nokta Sayısı	Rota Sayısı	Puan
SwissAir	Zürih	ZRH	45	74	3330	15
Avusturya	Viyana	VIE	109	118	12862	56
Lufthansa	Frankfurt	FRA	118	180	21240	93
Britanya	Londra	LHR	202	93	18786	82
Fransa	Paris	CDG	107	148	15836	69
Türk Havayolları	İstanbul	IST	128	179	22912	100

Çizelge 4.5 Hub için Doğu&Batı Bölge Sayısı

i		Dbi		Bbi		Rbi	Pbi
Hava Yolu	Hub	3 Code	Doğu Bölge Sayısı	Batı Bölge Sayısı	Bağlantı İhtimali	Puan	
SwissAir	Zürih	ZRH	7	4	28	93	
Avusturya	Viyana	VIE	7	4	28	93	
Lufthansa	Frankfurt	FRA	7	4	28	93	
Britanya	Londra	LHR	9	2	18	60	
Fransa	Paris	CDG	8	3	24	80	
Türk Havayolları	İstanbul	IST	6	5	30	100	

Hublar arası bölgeler ve dolasıyla bu hubları kullanarak hizmet veren havayollarının bağlantı sağlayabildikleri nokta sayıları girdi olarak alınan modelde, İstanbul coğrafi konumunun kazandırdığı bağlantı kabiliyeti ve potansiyeli Çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 Hub şehirler bağlantı kaabiliyet skorları

			Pi	Pbi	Api
Hava Yolu	Hub	3 Code	Puan	Puan	Toplam Puan
SwissAir	Zürih	ZRH	15	93	62
Avusturya	Viyana	VIE	56	93	78
Lufthansa	Frankfurt	FRA	93	93	93
Britanya	Londra	LHR	82	60	69
Fransa	Paris	CDG	69	80	76
Türk Havayolları	İstanbul	IST	100	100	100

İstanbul coğrafi konumu ile karın yüksek, yolcu açısından ücretlerin düşük olduğu bağlantılı uçuşlarda aktarma merkezi olarak kullanılmak üzere, doğusunda 6, batısında 5 bölge ile bağlantı potansiyelinin çok yüksek olduğu ve ideal bir hub olarak kullanılabileceği nettir.

4.2.7 Faktörlerin Ağırlıklandırılması (AHP Metodu İle)

Kullanılan yöntemler sonucunda her iki faktör için değerler oluşmuştur. Normalizasyon yapılmış farklı bu iki değeri toplamak gerekir bunun için faktörlerin ağırlıkları belirlenmelidir. Altı farklı Network Planlama uzmanı ile yapılan AHP çalışmaları sonucunda müşterilerin bağlantı süresine daha duyarlı olduğu saptanmıştır frekansın artması aynı zamanda bağlantı sürelerinin düşmesini sağladığı için bağlantı süresinin ağırlığı 1 üzerinden 0,52 olarak, frekansın ağırlığı 0,13 ve pazarın haftalık yolcu sayısının ağırlığı ise 0,35 olarak belirlenmiştir. MAVT method kullanılarak bulunan değerlerle bu ağırlıkların çarpımı sonucu puanlar belirlenmiştir. Puanlar, uçuşların bağlantı süresi,

bağlantı sayısına ve haftalık pazar yolcusuna bağlı olarak kalitesini göstermektedir. Bu puanlar dikkate alınarak gerekli tedbirler alınmalıdır.

Çalışmada açıklanmış yöntemle hesaplanmış Türk Havayolları'nın sağladığı örnek üç bağlantı Çizelge 4.7'de incelenmiştir.

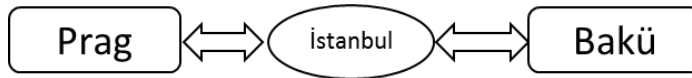
Çizelge 4.7. Viyana<-> İstanbul <-> Bakü arasında gerçekleşen uçuşlardaki puanlar



Bağlantı Süresi	Frekans	Puan
63	7	100

Yapılan hesaplamalara göre Viyana-İstanbul- Bakü arasındaki uçuşların değerlendirme puanı 100 üzerinden 100 olmuştur. Çünkü 63 dk en iyi bağlantı olan 60'a çok yakın ve frekansa göre de en iyi sonuca sahiptir.

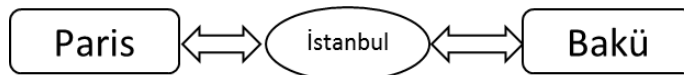
Çizelge 4.8. Prag <-> İstanbul <-> Bakü arasında gerçekleşen uçuşlardaki puanlar



Bağlantı Süresi	Frekans	Puan
322	7	74

Endekse göre Prag-İstanbul- Bakü arasındaki uçuşların değerlendirme puanı 100 üzerinden 74 olmuştur. Bağlantı frekansı haftada 7 gün olmasına rağmen bağlantı süresi yaklaşık 5,5 saat olduğu için puanı 74 olmuştur.

Çizelge 4.9. Paris<-> İstanbul <-> Bakü arasında gerçekleşen uçuşlardaki puanlar



Bağlantı Süresi	Frekans	Puan
139	3	60

Değerlendirmeye göre yeni açılan hat olan Paris -İstanbul- Nairobi arasındaki uçuşların değerlendirme puanı 100 üzerinden 60 olmuştur. Nairobi hattı yeni açıldığı için bağlantı frekansı haftada 3 gün ve bağlantı süresi yaklaşık 139 dakikadır. 60 puana sahip bu hatta yapılacak iyileştirme, frekasanın artması ya da bağlantı süresinin kısılması hali hazırda taşınan yolcu sayısını artıracaktır. Bu da hattın daha karlı duruma geçmesini sağlar.

AHP metoduna göre yapılan çalışma için başvurulmuş uzman görüşlerinin, bağlantı süresi, frekans ve haftalık pazar yolcusunun ağırlıklarının değerlendirilmesi çalışması Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 AHP Uzman Karar Vericilerin Faktör Ağırlık Görüşleri

Uzman Karar Verici 1

Kriterler	Connection Time	Frequency	Market Pax
Connection Time	1	5	1/3
Frequency	1/5	1	1/7
Market Pax	3	7	1

Uzman Karar Verici 4

Kriterler	Connection Time	Frequency	Market Pax
Connection Time	1	5	4
Frequency	1/5	1	3
Market Pax	1/4	1/3	1

Uzman Karar Verici 2

Kriterler	Connection Time	Frequency	Market Pax
Connection Time	1	2	1/3
Frequency	1/2	1	1/2
Market Pax	3	2	1

Uzman Karar Verici 5

Kriterler	Connection Time	Frequency	Market Pax
Connection Time	1	3	2
Frequency	1/3	1	1/5
Market Pax	1/2	5	1

Uzman Karar Verici 3

Kriterler	Connection Time	Frequency	Market Pax
Connection Time	1	8	2
Frequency	1/8	1	1/3
Market Pax	1/2	3	1

Uzman Karar Verici 6

Kriterler	Connection Time	Frequency	Market Pax
Connection Time	1	4	5
Frequency	1/4	1	1/4
Market Pax	1/5	4	1

Uzmanları faktörlerin birbirlerine göre vermiş oldukları ağırlıkların normalizasyonu sonucu faktörlerin bağlantı kalitesi endeksinde alacakları ağırlıklar Çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11 Normalizasyon Sonrası Faktör Ağırlıkları

Connection Time	1,00	4,11	1,44	
Frequency	0,24	1,00	0,39	
Market Pax	0,69	2,56	1,00	

Satır Toplam 1,94 7,66 2,83

Normalizasyon

				Ort. Ağırlık
Connection Time	0,52	0,54	0,51	0,52
Frequency	0,13	0,13	0,14	0,13
Market Pax	0,36	0,33	0,35	0,35

4.2.8 Uygulama

Bağlantılı uçuşlarda bağlantı kalitesinin ölçümü Çizelge 1’de verilen hava yolu taşıyıcıları için kendi hubları üzerinden Stockholm Bangkok arasındaki uçuş hizmeti bağlantı süresi ve haftalık bağlantı sayısı göz önüne alınarak bağlantı kalitesinin toplam puanı tespit edilmiştir.

Bağlantılı uçuşlarda bağlantı kalitesi ölçme çalışması yedi farklı hava yolu taşıyıcısı firma için yapılacaktır. Hava yolu taşıyıcılarının ve hublarının isimleri Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Hava Yolları ve Hub İsimleri

Hava Yolu	Hub
Havayolu 1	Şehir A
Havayolu 2	Şehir B
Havayolu 3	Şehir C
Havayolu 4	Şehir D
Havayolu 5	Şehir E
Havayolu 6	Şehir F
Havayolu 7	Şehir G

Modelde kullanılacak olan bağlantı süresi ve haftalık bağlantı sayısının en iyi, orta ve en kötü değerleri ile bu değerlere karşılık P ve Z hesaplamaları Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Dakika cinsinden kullanılan değerlerin hesaplamaları yapılırken, en iyi durum 60 dakika alınırken, en kötü dağılım 720 dk alınmıştır. Orta değer ise 360 dakika alınmıştır.

Çizelge 4.13 Bağlantı Süresi ve Fekansı Referans Değerleri

	Bağlantı Süresi	Frekans
En Kötü Değer	720	0,5
Orta Değer	360	3
En İyi Değer	60	7
Z Değeri	0,55	0,38
R Değeri	-0,49	1,00
P Değeri	-324,06	6,51

Yapılan çalışmada her bir hava yolu taşıyıcısı için belirlenmiş iki nokta Stockholm ve Bangkok arası verdikleri bağlantıların modelde kullanılmak üzere inbound ve outbound bağlantı süreleri dakika cinsinden alınarak kullanılmıştır. Bağlantı skoru belirlenmesinde frekansın ağırlığı 1 üzerinden 0,13 olarak, bağlantı süresinin ağırlığı 0,52 ve Pazar yolcusunun ağırlığı 0,35 olarak belirlenmiştir.

Hava yolu taşıyıcılarının Stockholm Bangkok arası haftalık uçuş gün ve saat bilgileri Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15'de verilmiştir. Uçuş saatleri inbound ve outbound olmak üzere ayrılmış ve dakika cinsinden kullanılmaktadır.

Çizelge 4.14 Inbound Bağlantı Süre ve Günleri

	INBOUND						
Hava Yolu	Pzt	Salı	Çarş	Perş	Cuma	Cum	Pazar
Havayolu 1	447						447
Havayolu 2	185			185		185	185
Havayolu 3			62	62	62		
Havayolu 4	258	258			258	258	
Havayolu 5	54	54		54			54
Havayolu 6	72	72	72	72	72	72	72
Havayolu 7	67	67	67	67	67	67	67

Çizelge 4.15 Outbound Bağlantı Süre ve Günleri

Hava Yolu	OUTBOUND						
	Pzt	Salı	Çarş	Perş	Cuma	Cum	Pazar
Havayolu 1	440						
Havayolu 2		205	205				205
Havayolu 3	84		84	84	84		
Havayolu 4	300	300			300	300	
Havayolu 5	100		100			100	
Havayolu 6	115	115	115	115	115	115	115
Havayolu 7	70	70	70	70	70	70	70

Hava yolu taşıyıcılarının inbound ve outbound için sağladıkları bağlantıların sayısı Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16 Haftalık Bağlantı Sayısı

Hava Yolu	Haftalık Bağlantı Sayısı	
	Inbound	Outbound
Havayolu 1	2	1
Havayolu 2	4	3
Havayolu 3	3	4
Havayolu 4	4	4
Havayolu 5	4	3
Havayolu 6	7	7
Havayolu 7	7	7

Bağlantı süreleri ve frekansları analizi ile hazırlanan bağlantı kalitesi endeksi sonucu Stockholm Bangkok arası bağlantı veren hava yolu taşıyıcı şirketlerinin sağladıkları bağlantıların kalite puanları Çizelge 4.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17 Hava Yolu Taşıyıcıları Bağlantıları ve Kalite Skorları

Hava Yolu	Sürelerin Kuaratik Ortalaması	Bağlantı Sayısı Harmonik Ortalaması	Bağlantı Süresi Skoru	Frekans Skoru	Toplam Ağırlıklı Skor
Havayolu 1	444	1,33	0,20	0,19	20
Havayolu 2	195	3,43	0,61	0,57	59
Havayolu 3	74	3,43	0,95	0,57	76
Havayolu 4	280	4	0,43	0,66	55
Havayolu 5	80	3,43	0,93	0,57	75
Havayolu 6	96	7	0,88	1,00	94
Havayolu 7	69	7	0,97	1,00	99

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsanların seyahat alışkanlığının arttığı bu günlerde hava yolları müşteriler için birçok seçenek sunmaktadır. Sınırlı imkan ve zamandan dolayı bütün destinasyonlara direk uçuş sağlanamamaktadır. Ancak bağlantılı uçuşlarla hizmet verilmektedir ki bu bağlantılı uçuşlar; müşterinin tercih seçeneğini arttırdığı için havayolları açısından dikkatle üzerinde durulması gereken konudur.

Bu çalışmada bağlantılı uçuşlar müşteri açısından en önemli üç parametre kapsamında değerlendirilmiştir. Bu parametreler uçuş frekansı, pazar yolcusu ve bağlantı zamanıdır. Müşteriler açısından bekleme süresi tercih meselesidir aynı zamanda seyahat günü önemli olan birinci sınıf yolcuları için de uçuş sıklığı önemlidir. Bu etkenler göz önüne alındığında artan rekabet ortamında bağlantı kalitesi endeksine göre hesaplanan puanlar müşteri tercihleri açısından bir göstergedir. Bu puanlara göre gerekli düzenlemelerden sonra bağlantılı hatta taşınan yolcu sayısı artacaktır.

Çalışma neticesinde karlılık, rekabet avantajı ve müşteri memnuniyeti ve dolayısıyla hub şehire gelecek olan turist sayısının artışı açısından yararlar sağlayacaktır. Yapılan bu çalışma Türkiye'deki havayolu şirketlerine, havalimanlarını işleten şirketlere, havacılık alanında girişimlerde bulunacak kişi ve şirketlere ülkemize ve hub olarak kullanacakları şehirlerin gelişimlerine nasıl daha çok fayda verebileceklerini anlamaları ve bir sonraki hub şehir seçimi için fikir vermesi adına yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Aldamari, F., Fagan, S., Impact of the Adherence to the original low-cost model on the profitability of the low-cost airline, *Transport Reviews*, Vol 25, pp.377-392, 2005
- Barret, S. How do the demands for airport services differ between full-service carriers and low-cost carriers?, *Journal of Air Transport Management*, Vol 10, pp. 33-39, 2004.
- Burghouwt, G. *Airline Network Developments in Europe and its Implications for Airport Planning*, Ashgate, London, United Kingdom, 2007.
- Burghouwt, G. and De Wit, J., Temporal configuration of European airline networks, *Journal of Air Transport Management*, Vol 11, pp. 185-198, 2005
- Crouch, T.D. *Wings: A History of Aviation from Kites to the Space Age*, Smithsonian National Air and Space Museum, Washington D.C, 2004.
- CAPA, 2013, retrieved from <http://centreforaviation.com/analysis/turkeys-aviation-market-healthy-growth-to-continue-at-one-of-the-worlds-oldest-cross-roads-133780>
- Danesi, A., *Measuring Airline Hub Timetable Co-ordination and Connectivity: Definition of a New Index and Application to a Sample of European Hubs*, European Transport, 2006.
- Dennis, N., End of the free lunch? The responses of traditional European airlines to the low-cost carrier threat, *Journal of Air Transport Management*, Vol 13, pp. 311-321, 2007.
- Doganis, R., *Flying off course. The economics of international airlines*, Routledge, London England and New York, 2002
- Forsyth, P., The impacts of emerging aviation trends on airport infrastructure, *Journal of Air Transport Management* Vol 13, pp. 45-52, 2007
- Franke, M., Innovation: The winning formula to regain profitability in aviation?, *Journal of Air Transport Management*, Vol 13, pp. 23-30, 2007.
- Graham, F., Humphreys, I. and Ison, S., Airports' perspectives on the growth of low-cost airlines and the remodeling of the airport-airline relationship, *Tourism Management* Vol 25, pp. 507-514, 2004.

- Graham, F., Fidato, A. and Humphreys, I., Airport-airline interaction: the impact of low-cost carriers on two European airports, *Journal of Air Transport Management*, Vol 9, pp. 206-273, 2003.
- Goedeking, P., *Networks in Aviation, Strategies and Structures*, Springer, Frankfurt 2010.
- Guillen, D. and Ashish, L., Competitive advantage of low-cost carriers: some implications for airports, *Journal of Air Transport Management*, Vol 10, pp. 41-50, 2004.
- Guillen, G. and Morrison, W., Bundling integration and the delivered price of air travel: are low cost carriers full service competitors?, *Journal of Air Transport Management* Vol 9, pp. 15-23, 2003.
- Hind, P., Developing the long haul low-cost model, www.airneth.com, 2007 retrieved 20 May 2014.
- Humphreys, I., Graham F., Dennis, N., Ison, S., The transferability of the low cost model to long-haul airline operations, *Tourism management*, Vol 28, pp. 391-398, 2007.
- Hunter, L., Low-Cost Airlines: Business model and Employment Relations, *European Management Journal* Vol 24, pp. 315-321, 2006.
- IATA Report, The Impact of September 11 2001 on Aviation, 2011
- IATA, Fact Sheet Industry Statistics, retrieved from https://www.iata.org/pressroom/facts_figures/fact_sheets/Documents/industry-facts.pdf 2014
- Klophaus, R., Conrady, R., & Fichert, F., Low cost carriers going hybrid: Evidence from Europe. *Journal of Air Transport Management*, 23(0), 54-58, 2012
- Morell, S. Morell, P., Airlines within airlines: An analyst of US network airline responses to Low Cost carriers, *Journal of Air Transportation Management*, Vol 11, pp. 303-312, 2005.
- Neufville, R. and Odoni, A., *Airport Systems Planning, Design and Management*, McGraw Hill, New York, 2003
- Papatheodorou, A. and Lei, Z., Leisure travel in Europe and airline business models: A study of regional airports in Great Britain, *Journal of Air Transport Management*, Vol 12, pp. 47-52, 2006.
- Reynolds-Feighan, A., Traffic distribution in low-cost and full-service carrier networks in the US air transportation market, *Journal of Air Transportation Management*, Vol 7, pp. 265-275, 2001

- Tretheway, M., Distortions of airline revenues: why the network airline business model is broken, *Journal of Air Transportation Management*, Vol 10, pp. 3-14, 2004.
- Wensveen, J, Opportunities for the long-haul low-cost model, www.airneth.com, 2007, retrieved 19 May 2014
- Williams, G., *Airline Competition: Deregulations Mixed Legacy*, Ashgate, England, United Kingdom, 2002
- <http://www.dhmi.gov.tr/istatistik.aspx> retrieved 21 May 2014
- V. Marianov, D. Serra, Location models for airline hubs behaving as $M=D=c$ queues, *Computers & Operations Research* 2003; 983–1003
- Evren & Ulengin, *Multi Attribute Value Theory*, 1992; Kirkwood, *Multi Attribute Value Theory*, 1997
- Bruinsma, F.R., Rietveld, P., 1993. Urban agglomerations in the European infrastructure network. *Urban Studies* 30, 919–934
- Bruinsma, F.R., Rietveld, P., 1993. Urban agglomerations in the European infrastructure network. *Urban Studies* 30, 919–9
- Belobaba P., Odoni A., Barnhart C., *The Global Airline Industry*, John Wiley & Sons, 2009.
- Bootsma R. J., “Airline Flight Schedule Development; Analysis And Design Tools For European Hinterland Hubs”, PhD Thesis, Utrecht, University of Twente, 1997.
- Budde, A., J. de Wit and Burghouwt G, “Borrowing From Behavioural Science: A Novel Method For The Analysis Of Indirect Temporal Connectivity At Airport Hubs, Air Transport Research Society Conference”, June 2008, Athens.
- Burghouwt G. and J. de Wit, “The Temporal Configuration Of Airline Networks In Europe”, *Journal of Air Transport Management*, 11(3): 185-198, 2005.
- Burghouwt G, Lieshout R, Veldhuis J, “Competition between hub airports: the case of Amsterdam Airport Schiphol”, *ATRS 2008 Conference*, Paper #287, Athens, 2008.
- Matsumoto H, Veldhuis J, De Wit J And Burghouwt G, “Network Performance, Hub Connectivity Potential, And Competitive Position Of Primary Airports In Asia/Pacific Region”, <http://dare.uva.nl/document/22187>

Redondi R., Burghouwt G., “ Measuring Connectivity In Air Transport Networks:
Technical Description Of The Available Models **Working Paper”, Version
11 January 2010.