DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜLKEMİZDEKİ HAVALİMANLARININ YOLCU VE UÇAK TALEPLERİNİN ÇOK YÖNLÜ DEĞERLENDİRİLMESİ

Işıl ERDEM

Ağustos, 2012
İZMİR

ÜLKEMİZDEKİ HAVALİMANLARININ YOLCU VE UÇAK TALEPLERİNİN ÇOK YÖNLÜ DEĞERLENDİRİLMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Anabilim Dalı

Işıl ERDEM

Ağustos, 2012
İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

IŞIL ERDEM, tarafından **DOÇ. DR. BURAK ŞENGÖZ** yönetiminde hazırlanan **"ÜLKEMİZDEKİ HAVALİMANLARININ YOLCU VE UÇAK TALEPLERİNİN ÇOK YÖNLÜ DEĞERLENDİRİLMESİ"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Burak Şengöz

Yönetici

Prof. Dr. Nuraday Büyüktanır

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Serhan TANYEL

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tezin hazırlanması boyunca değerli bilgi birikimi ve tavsiyelerinden yararlandığım danışmanım Sn. Doç. Dr. Burak ŞENGÖZ'e yardımları için teşekkürlerimi borç bilirim.

Tüm eğitim hayatım boyunca bana olan güven ve desteklerini her zaman hissettirerek başarılı olmamda en büyük katkıyı sağlayan sevgili babam, annem ve kardeşim Araş. Gör. Hüseyin Aşkın ERDEM'e en derin şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca beni yönlendirip cesaretlendiren ve bilgileriyle aydınlatan değerli hocalarım Sn. Doç. Dr. Serhan TANYEL'e ve Sn. Dr. Cem Polat ÇETİNKAYA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın özellikle son şekline getirilmesinde değerli zamanını benden esirgemeyen ve sorularımı sabırla cevaplayan Sn. Doç. Dr. Okan FISTIKOĞLU ve Sn. Dr. Ali GÜL'e ilgi ve yakınlıklarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Devlet Hava Meydanları İşletmesi bünyesinde bulunan Araştırma Planlama ve Koordinasyon Daire Başkanlığı'na ve Sn. Cansel BİÇEN'e gösterdikleri ilgiden ve verileri temin etmemdeki yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Işıl ERDEM

ÜLKEMİZDEKİ HAVALİMANLARININ YOLCU VE UÇAK TALEPLERİNİN ÇOK YÖNLÜ DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZ

İlerleyen teknolojik gelişmeler, nüfus artışı, uluslararası anlaşmalar, devlet düzenlemeleri ve küreselleşme, havacılık sektörünün hızlı bir şekilde önem kazanmasını sağlamaktadır. Havacılık sektörünün en güvenli, en hızlı ve en konforlu ulaşım aracı olması nedeniyle, diğer ulaşım türlerinden yolcu çekmektedir. Ayrıca, kıtalararası ulaşım gibi uzun seyahat mesafeleri, hava yoluyla taşınan yolcu sayısı ve yük miktarını hızla arttırmaktadır. Artan yolcu ve yük talebini karşılamak için, havaalanı tesisleri doğru bir şekilde tasarlanmalıdır. Terminal binasını/binalarını, pistleri ve apronları içeren havaalanı tesislerinin tasarımı, hava trafik talebiyle doğrudan ilişkilidir. Bu talep, tahminlerin üretilmesiyle elde edilmektedir. Hava trafik tahmini belirlendiğinde, havaalanı kapasitesiyle karşılaştırılır. Bu şekilde, ek veya yeni tesis inşasına karar verilmektedir.

Bu çalışmada, 2001-2010 yıllarına ilişkin Türkiye'deki İzmir Adnan Menderes, Antalya ve Esenboğa Havalimanlarının iç hat yolcu verilerine zaman serisi analizi uygulanmıştır. Analizlerden sonra, gelecek 5 yıl için iç hat yolcu tahminleri yapılmıştır. Sonrasında, yolcu ve uçak verileri, ithalat, ihracat, dış ticaret hacmi, araç sahipliği, otobüs sayısı ve internet abone sayısı gibi sosyoekonomik verilerle karşılaştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Havayolu ulaşımı**,** zaman serileri analizi, havayolu yolcusu, talep tahmini

MULTIVARIATE ANALYSIS OF PASSENGER AND AIRCRAFT DEMANDS OF AIRPORTS IN TURKEY

ABSTRACT

Technological developments, population growth, international agreements, government regulations and globalization let the aviation industry make relatively fast progress. Since air transportation is the safest, the fastest and the most comfortable way of transport, it attracts passengers from other modes of transportation. Besides, long travel distances like intercontinental transportation have accelerated both the number of passengers and the amount of freight transported by air. In order to handle the increasing passenger and freight demand, airport facilities must be planned accurately. Design of airport facilities including terminal building/buildings, runways and aprons is directly related to air traffic demand. This demand is determined by generating forecasts. When air traffic demand is specified, it is compared with airport capacity. In this way, need for additional or new facility construction is decided.

In this study, time series analysis was applied to domestic air passenger data of Adnan Menderes, Antalya and Esenboğa Airports in Turkey during the period 2001-2010. After the analyses, domestic air passenger data for the next five years were predicted. Then, passenger and aircraft data were compared with socioeconomic parameters such as import, export, foreign trade volume, car ownership, number of buses and number of internet subscribers.

Keywords: Air transportation, time series analysis, air passenger, demand forecasting

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU……..… ii
TEŞEKKÜR……..…… iii
ÖZ……....iv
ABSTRACT…….... v

BÖLÜM BİR-GİRİŞ 1

BÖLÜM İKİ-HAVACILIĞIN DÜNYADAKİ VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU 2

2.1 Dünyada Havacılık 2
2.1.1 Uluslararası Havacılık Kuruluşları 2
2.1.1.1 Uluslararası Havaalanları Konseyi 2
2.1.1.2 Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı 5
2.1.1.3 Uluslararası Hava Taşımacılığı Kurumu 6
2.1.1.4 Hava Seyrüseferinin Emniyeti için Avrupa Teşkilatı 7
2.1.1.5 Avrupa Sivil Havacılık Konferansı 8
2.2 Türkiye'de Havayolu Taşımacılığı 8
2.2.1 Ulusal Havacılık Kuruluşları 10
2.2.1.1 Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü 10
2.2.1.2 Devlet Hava Meydanları İşletmesi 10
2.2.1.3 Türk Hava Kurumu 12
2.2.1.4 Türk Hava Yolları 12

BÖLÜM ÜÇ-HAVAALANLARININ PLANLAMA İLKELERİ 14

3.1 Havaalanı Planlaması 14
3.2 Terminal Tipleri 15

3.2.1 Doğrusal (Lineer) Terminal 15
3.2.2 İskele Terminal 16
3.2.3 Uydu Terminal 17
3.2.4 Taşımalı (Açık Apron, Mobil Taşıyıcı) Sistem 18
3.3 Terminal Birleşimleri ve Çeşitleri 19
3.4 Düşey Yolcu Ayrımı 21
3.5 Terminal Yapımında Göz Önüne Alınan Faktörler 22
3.5.1 Modülerlik & Genişletilebilirlik 22
3.5.2 Yolcu Bulma ve Yönlendirme 22
3.5.3 Uygunluk ve Esneklik 22
3.5.4 Kısa Seyahat Mesafeleri 23
3.5.5 Asgari Seviye Değişiklikleri 23
3.5.6 Emniyetli ve Güvenli Ortam 23
3.5.7 Uygun Maliyetli Tasarım Çözümleri 23
3.5.8 Yolcu Ayrımı 24
3.5.9 Merkezileştirme 24
3.6 Havaalanı Kapasitesi 24
3.7 Havaalanı Yer Seçimi 27
3.8 Fizibilite Etüdü 28

BÖLÜM DÖRT-HAVA ULAŞIM TAHMİN YÖNTEMLERİ VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI 31

4.1 Hava Ulaşım Talep Tahmini 31
4.1.1 Tahmin Seviyeleri 34
4.1.2 Tahmin Yöntemleri 35
4.1.2.1 Yargıya Bağlı Tahmin Yöntemi 36

4.1.2.2 Trend Yöntemi 36
4.1.2.3 Pazar Analiz Yöntemleri 37
4.1.2.3.1 Pazar Oranı (Yukarıdan-Aşağıya) Yöntemi 38
4.1.2.3.2 Pazar Tanım Yöntemi 38
4.1.2.4 Ekonometrik Yöntem 38
4.1.2.5 Nedensel (causal) yöntem 38
4.2 Literatür Çalışması 40
4.3 Önceki çalışmaların yorumlanması 48

BÖLÜM BEŞ-KULLANILAN YÖNTEMLER 49

5.1 Trend Analizi 49
5.2 Mevsimsellik (Periyodisite) Analizi 49
5.3 Standardizasyon 50
5.4 Model Tayini 50
5.5 Seçilen Model İçin Dağılım Belirleme 51
5.6 Tahminlerin Üretilmesi 52

BÖLÜM ALTI-HAVALİMANLARI VE ANALİZ SONUÇLARI 53

6.1 Havalimanları 53
6.1.1 İzmir Adnan Menderes Havalimanı 53
6.1.2 Antalya Havalimanı 54
6.1.3 Ankara-Esenboğa Havalimanı 56
6.2 Analiz Sonuçları 57
6.2.1 İzmir Adnan Menderes Havalimanı Analiz Aşamaları ve Sonuçları 57
6.2.2 Antalya Havalimanı Analiz Aşamaları ve Sonuçları 63

6.2.3 Esenboğa Havalimanı Analiz Aşamaları ve Sonuçları 68

BÖLÜM YEDİ-İÇ HAT YOLCULUKLARININ SOSYOEKONOMİK DEĞİŞKENLERLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ 74

BÖLÜM SEKİZ-SONUÇ VE ÖNERİLER 81

KAYNAKLAR 85

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

Hava ulaştırması; havaalanı yapımı, havaalanı işletmesi, havayolu şirketlerinin işletilmesi, hava seyrüsefer sistemleri, hava trafik kontrolü, yer hizmetleri, uçak bakımı/onarımı vb. faaliyetler ile bu faaliyetlerin icra edildiği tesislerden oluşmaktadır. Uçak sektöründe yaşanan hızlı teknolojik gelişmeler, sektörü cazip hale getiren devlet düzenlemeleri, uluslararası havacılık anlaşmaları ve uygun taşımacılık fiyatları sayesinde, her geçen gün artan hava trafiği hızlı bir ilerleme kaydetmektedir.

Yeni inşa edilecek havaalanları için, yolcu ve uçak sayısı gelecekte artacağından dolayı, ek terminal tesisleri ve pist ilavesiyle havaalanının genişlemesine izin verebilecek bir arazi seçilmelidir. Havaalanı terminal binasının boyutları ile yıllık yolcu kapasitesi, apron boyutları, pist sayısı ve boyutları, ek tesislerin inşa edilmesine kadar olan süre içerisinde hizmet verilecek yolcu ve uçak sayıları, gelecekteki farklı durumlar için göz önüne alınarak düzenlenmelidir. Bu nedenle terminal, apron ve pist/pistler daha önceden belirlenmiş olan kapasiteyi aşmayacak şekilde hizmet vermelidir. Kapasitenin aşılması durumunda, gecikmelerin ve işletme maliyetlerinin artacağı sıkıntılı bir sürece girilir. Eğer hava trafiği, yakın bir zamanda belirlenen kapasite değere yaklaşacaksa, yeni pist ve/veya terminalin inşa edilip, kapasite değeri aşılmadan hizmete açılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, İzmir Adnan Menderes Havalimanı, Antalya Havalimanı ve Ankara-Esenboğa Havalimanı için Devlet Hava Meydanı İşletmesi'nden (DHMİ) temin edilen 2001-2010 yıllarına ait aylık iç hat yolcu sayılarına, zaman serisi analizi uygulanmış ve bu analizler sonucunda 5 yıl için gelecek tahminleri (öngörü) yapılmıştır.

İkinci bölümde, dünyadaki ve ülkemizdeki havacılık sektörü ile ulusal ve uluslararası havacılık kuruluşlarından söz edilmiştir. Üçüncü bölümde, havaalanı planlama ilkeleri anlatılmıştır. Dördüncü bölümde, hava ulaşım tahmin yöntemleri ve

literatür çalışmaları incelenmiştir. Beşinci bölümde, hava trafik tahminlerini elde etmek için yapılan analizlerde kullanılan yöntemlerden bahsedilmiştir. Altıncı bölümde, incelenen üç havalimanının özellikleri ve analiz sonucunda yapılan tahminler tablo ve grafiklerle gösterilmiştir. Yedinci bölümde, iç hat yolculuklarının sosyoekonomik değişkenlerle ilişkisinden bahsedilmiştir. Sekizinci bölümde, sonuç ve öneriler yer almaktadır.

BÖLÜM İKİ
HAVACILIĞIN DÜNYADAKİ VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU

Bu bölümde öncelikle, dünyadaki hava ulaşımının genel durumu ve başlıca uluslararası havacılık kuruluşları anlatılmış, devamında, ülkemizdeki hava ulaşımındaki genel durum ile ulusal havacılık kuruluşları hakkında bilgiler sunulmuştur.

2.1 Dünyada Havacılık

İlerleyen teknolojiler, küreselleşme, ülkeler arası anlaşmalar, uygun bilet fiyatları, havacılık faaliyetlerini kolaylaştıran düzenlemeler ile kıtalararası ve uzak mesafe ulaşımında artan hava ulaşım talebi, tüm dünyada havacılık sektöründe hızlı bir ilerleme yaratmıştır. Hava trafik faaliyetleri savaş, deprem, sel, terör ve mali kriz dönemleri haricinde artış göstermiştir. Liberalleşme (serbestleşme) süreci, ekonomik verimliliğin artmasına ve bilet fiyatlarının düşmesine neden olarak talep miktarını arttırmıştır. Ülkelerarası havacılık faaliyetlerinin emniyetli ve koordineli olarak sürdürülmesinde uluslararası standartlar kullanılmaktadır. Ülkemizin de üyesi olduğu başlıca uluslararası kuruluşlar: ACI, ICAO, IATA, EUROCONTROL ve ECAC olarak sıralanabilir.

2.1.1 Uluslararası Havacılık Kuruluşları

2.1.1.1 Uluslararası Havaalanları Konseyi

Uluslararası Havaalanları Konseyi (ACI), 1991 yılında kurulmuştur. Konseyin hedefleri şunlardır:

- Güvenli, çevreyle uyumlu, etkili bir hava ulaşım sistemi sürdürme ve geliştirmede havaalanlarının katkısını arttırmak,
- Havacılık endüstrisinin bütün bölümlerinde, pay sahipleri, hükümetler ve uluslararası organizasyonlar arasında işbirliği sağlamak,

- Havaalanları arasında işbirliği ve karşılıklı yardımlaşmayı arttırmak,
- Havaalanlarının ilgi ve önceliklerini temsil eden politikalara bağlı olarak ulusal ve uluslararası kanunlar, kurallar, politikalar ve standartlarda etkili olmak,
- Ekonomik ve sosyal açıdan havaalanı gelişiminin önemi ile kamu bilincini arttırarak havacılık sisteminin gelişimini ilerletmek,
- Üyelerine endüstri hakkında bilgi/tavsiye vermek ve yardım sağlamak, havaalanı yönetim ve operasyonlarında profesyonel mükemmelliği teşvik etmek,
- Tüm üyelerine etkili ve verimli bir şekilde hizmet sağlamak için dünya çapında örgütsel kapasite ve kaynak yaratmaktır.

2011 yılı Ocak ayı itibariyle ACI dünyada 179 ülkedeki havalimanlarında faaliyetlerini yürütmektedir. Bu da dünya genelindeki ticari havaalanı trafiğinin %98'ini temsil etmektedir. 2010 yılında ACI raporuna göre 5 milyar yolcu, 91 milyon ton yük ve 74 milyon uçak faaliyeti gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2.1'de ACI'nın 2010 yılı "Dünya Geneli Havaalanı Trafik Raporu" dünya çapındaki 157 ülkedeki 1318 havalimanından alınan verileri temsil etmektedir.

Tablo 2.1 ACI 2010 yılı verileri

2010 YILINA AİT HAVAALANI TRAFİK ÖZETİ							
ACI Bölgeleri	**Toplam Uçak Operasyonları**	**% Değişim**	**Toplam Yolcu**	**% Değişim**	**Toplam Kargo**	**% Değişim**	**Havaalanı Sayısı**
Afrika	2 590 933	4.4	155 979 778	9.5	1 715 838	1.9	154
Asya-Pasifik	11 635 928	5.7	1 294 834 546	11.3	31 856 866	18.5	172
Avrupa	19 263 177	(0.5)	1 466 758 533	4.3	17 920 309	15.5	454
Latin Amerika & Karayip	7 602 460	7.0	403 676 303	13.2	4 665 694	14.3	263
Orta Doğu	1 974 916	7.7	206 622 059	12.0	5 881 214	13.7	53
Kuzey Amerika	31 387 228	(1.4)	1 509 836 075	2.5	28 709 087	13.2	222
ACI Toplamı	74 454 642	1.1	5 037 707 294	6.6	90 749 008	15.3	1318

Tabloda binen ve inen yolcuların tümü gösterilmiştir. Aktarmalı yolcular yalnızca bir defa sayılmıştır. Kargo, yüklenen ve boşaltılan yük ve postadır. Uçak operasyonları ise bir uçağın iniş ve kalkışıdır. Tabloda parantez içinde gösterilen veriler, eksi değerleri ifade etmektedir.

2010 raporu, endüstrinin iki yıllık çöküşten sonra güçlü bir sıçrama yaptığını belgelemektedir. Dünya çapındaki yolcu trafiği % 6,6'lık artış oranıyla tüm ACI bölgelerinde (6 bölgede) ilk kez 5 milyar yolcu sayısına ulaşmıştır. Kargo hacmi de % 15,3'lük artış ile 91 milyon tonu bulmuştur (ACI, 2012).

2010 yılı ACI toplam yolcu sayıları; Orta Doğu'da (% 12), Asya-Pasifik'te (%11,3), Afrika'da (%9,5) ve Latin Amerika-Karayip'te (%13,2) oranında yüksek artış gösterirken, Avrupa ve Kuzey Amerika daha kararlı büyüme sergilemiştir. Dünya geneli iç hat trafiği % 5,8 oranında artarken, dış hat (uluslararası) trafiği % 7,7 oranında artmıştır. Dünyadaki uçak operasyonları % 1,1'lik artışla 74 milyona ulaşmıştır. Havaalanlarının karşıladığı toplam kargo hacimleri % 15,3'lük artışla 91 milyon tona varmıştır. Dünya genelindeki havaalanlarının % 69'u, ortalama % 8,6'lık artış miktarıyla pozitif yolcu büyümesi kaydetmiş, geri kalan % 31'i ise ortalama % 4,1'lik düşüş oranıyla trafik kaybetmiştir. ACI'nın belirttiği endüstrideki bu sıçrama, havaalanı kapasite tayininin zorunluluğunu vurgulamaktadır. Dünyadaki havaalanı yöneticileri, yolcular için olumlu, konforlu seyahat deneyimi sağlama gereğine odaklanmakta ve gelecekteki 15 ilâ 20 yıl içerisinde iki katına çıkması beklenen yolcu sayısını karşılamak için yeni kapasite değerleri planlamaktadırlar. Buna göre hükümetler ve ACI havayolu şirketleri, gereken kapasitenin güvenilir, etkili ve sürdürülebilir bir şekilde temini için ACI havaalanlarıyla birlikte çalışmak zorundadır. Aynı zamanda, hava seyrüsefer (navigasyon) sistemlerinin de bu artışa paralel olarak geliştirilmesi gerekmektedir (ACI, 2012).

2.1.1.2 Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı

Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO), 1947 yılında kurulmuştur. 191 üye ülkesi bulunan kuruluşun amacı, dünya genelinde uluslararası sivil havacılığın

güvenli ve düzenli gelişmesini desteklemekle birlikte havacılık güvenliği, emniyeti ve düzenliliği ile çevre koruması için gerekli olan standartları ve yönetmelikleri belirlemektir (ICAO, 2011).

ICAO'nun hedefleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Dünya genelinde uluslararası sivil havacılığın düzenli ve emniyetli olarak gelişmesini sağlamak,
- Barışçı operasyonlarla uçak tasarımlarını teşvik etmek,
- Uluslararası uçuş koridorlarının, havaalanlarının ve seyrüsefer tesislerinin gelişimini teşvik etmek,
- Dünyadaki ülkelerin düzenli, emniyetli, ekonomik ve elverişli hava ulaşım ihtiyaçlarını birleştirmek ve temin etmek,
- Gereksiz rekabet sonucunda ortaya çıkabilecek ekonomik kayıpları engellemek,
- Uluslararası havayolu şirketlerinin hak ve sorumluluklarını saptamak,
- Üye ülkeler arasında ayrıcalığı engellemek,
- Uluslararası havacılıkta emniyetli uçuşları sağlamak,
- Uluslararası sivil havacılığın gelişmesini sağlamaktır.

2.1.1.3 Uluslararası Hava Taşımacılığı Kurumu

Uluslararası Hava Taşımacılığı Kurumu (IATA), Nisan 1945'te Havana, Küba'da kurulmuştur. Güvenilir, emniyetli ve ekonomik havacılık hizmetlerini temin etmede, havayolu şirketleri arasındaki işbirliğini sağlamada önemli rolü vardır (IATA, 2012).

IATA'nın görevleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- IATA, maliyetleri yolcular için düşük tutarken, seyahat ve nakliye süreçlerini de kolaylaştırmaktadır. Böylece yolcular telefonla bilet ayırtabilir, herhangi bir kur cinsinden ödeme yapabilir ve biletini farklı ülkelerdeki havayollarında kullanabilirler.

- IATA, açıkça tanımlanmış kurallara göre havayollarının emniyetli, verimli ve ekonomik olarak işletilmesini sağlar.
- IATA, havayolları ile yolcuların, hatta kargo acentelerinin arasında aracı olarak hizmet eder.
- IATA, havayollarına çeşitli endüstri konularında uzmanlık desteği vermektedir.
- Hükümetlerin daha iyi ve uzun dönemli kararlar almasını sağlamak için havacılık endüstrisindeki karışıklıklar hakkında, hükümetlerin iyi bilgilendirilmelerini sağlamaktadır (IATA, 2012).

Günümüzdeki uluslararası tarifeli hava ulaşım endüstrisi, 1945'teki durumunun yüz katından daha büyüktür. Kurulduğunda, çoğunluğunu Avrupa ve Kuzey Amerika'daki ülkelerin oluşturduğu 31 ülkeden 57 üyesi bulunmaktayken, şu anda dünya genelindeki 126 ülkeden 242 üyesi bulunmaktadır. Ülkemizdeki IATA üyesi havayolu şirketleri ise; Atlasjet, Hürkuş, Onurair, Pegasus, Sky, Sun Express ve Türk Hava Yolları (THY)'dır (IATA, 2012).

2.1.1.4 Hava Seyrüseferinin Emniyeti için Avrupa Teşkilatı

Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı (EUROCONTROL), 1960 yılında kurulmuştur. 39 üye ülkesi bulunan hükümetler arası bir organizasyondur. Üye ülkeleri arasında, Estonya dışındaki bütün Avrupa ülkeleri bulunmaktadır. Kendisine üye ülkelere, tüm Avrupa bölgesi boyunca emniyetli, etkili ve çevre dostu hava trafiği icra etmesi için destek vermektedir. Görevleri aşağıdaki gibidir:

- Avrupa Birliği üyesi olan ve olmayan ülkelerin bir araya gelip "Tek Avrupa Gökyüzü (Single European Sky)" uygulamasını görüştüğü tek organizasyondur.
- Tek Avrupa Hava Sahası'nı kurmak amacıyla teknik uzmanlık sunmaktadır.
- Sivil-asker koordinasyonu açısından eşsiz bir platformdur.
- Günlük hava faaliyetlerini yürütmenin yanı sıra, kriz durumlarını da yönetmektedir.
- Yol ücretlendirmesi vb. yapmaktadır (EUROCONTROL, 2011).

2.1.1.5 Avrupa Sivil Havacılık Konferansı

1955 yılında kurulan ve ülkemizin de üyesi olduğu Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (ECAC) güvenli, etkili ve sürdürülebilir Avrupa hava taşımacılık sisteminin sürekli gelişmesini desteklemektedir (ECAC, 2012). Bunu aşağıdaki maddeleri gerçekleştirerek yapmaktadır:

- Üye ülkeler arasındaki sivil havacılık politika ve uygulamalarını uyumlaştırmak,
- Üye ülkeler ve dünyadaki diğer bölgeler arasında politika konularında uzlaşmayı sağlamak (ECAC, 2012).

2.2 Türkiye'de Havayolu Taşımacılığı

Havaalanı tanım olarak, hava araçlarının iniş, kalkış ve yer hareketlerini (taksirut) gerçekleştirebilmeleri için karada veya suda oluşturulmuş (bina, tesis ve teçhizatla donatılmış) sahadır (Havacılık Terimleri Sözlüğü, 2012).

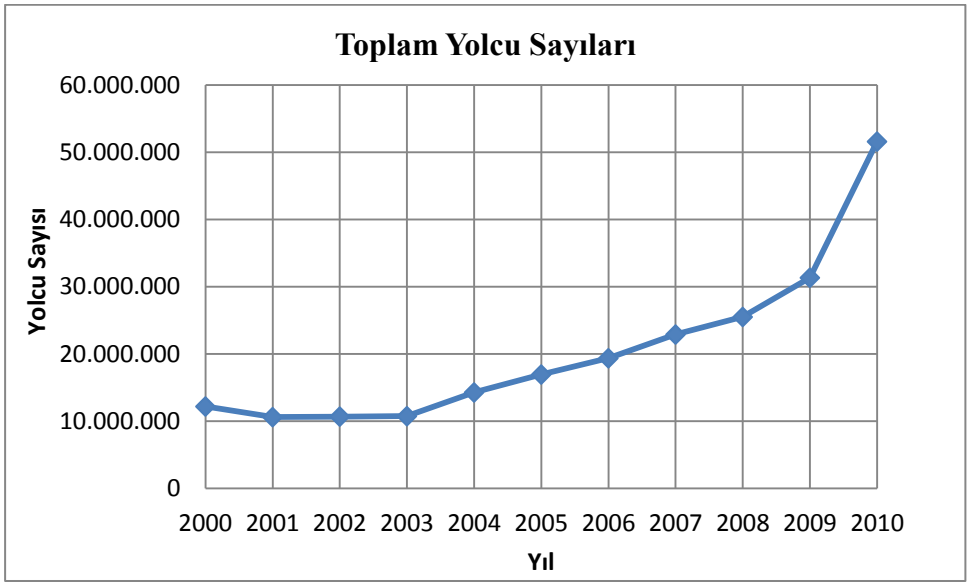
Havalimanı, uluslararası hava trafiğinin geliş ve gidişine hizmet sunmak amacıyla tesis edilmiş olup, gümrük, göçmenlik, halk sağlığı, hayvan ve bitki karantina işlemleri vb. işlemlerin bünyesinde yürütüldüğü havaalanıdır (Havacılık Terimleri Sözlüğü, 2012).

Ülkemizde 12 adet havalimanı ve 33 adet havaalanı bulunmaktadır. En büyük uluslararası havalimanlarımız İstanbul Atatürk Havalimanı, Antalya Havalimanı, Ankara Esenboğa Havalimanı ve İzmir Adnan Menderes Havalimanı'dır.

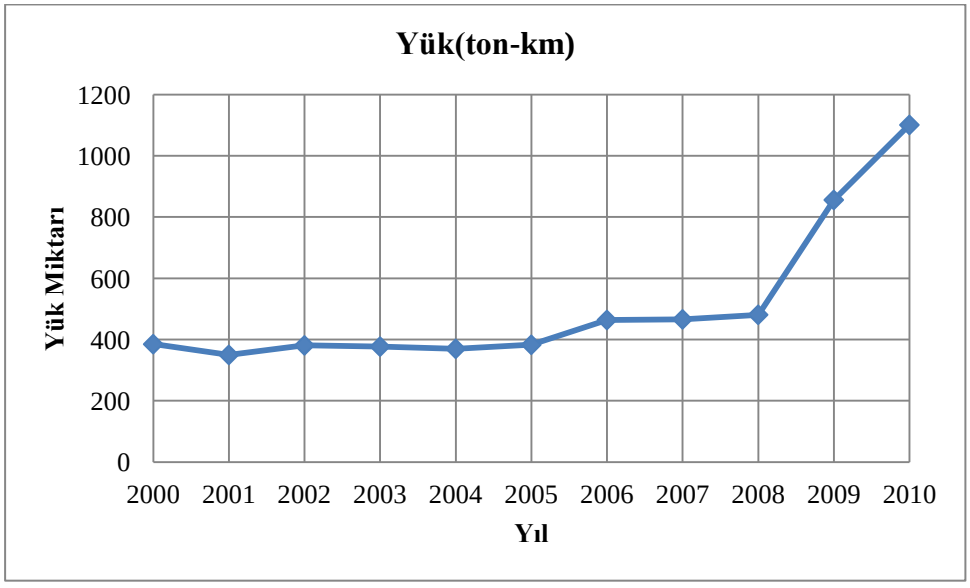
En büyük uluslararası havalimanlarımız ise İstanbul Atatürk Havalimanı, Antalya Havalimanı (dış hatlar terminali), Ankara Esenboğa ve İzmir Adnan Menderes havalimanlarıdır. Mevcut havaalanlarına ek olarak Bingöl, Iğdır, Hakkâri-Yüksekova, Şırnak, Kütahya-Afyon-Uşak, İstanbul, Çukurova ve Diyarbakır'da yeni havaalanları yapımı planlanmaktadır (Taşımacılık ve Lojistik Sektörü Raporu, 2010).

Dünya Bankası, 2012 verilerine göre Türkiye'de 1980 yılında 1.253.700 olan yolcu sayısı artarak 2010 yılında 51.590.291 yolcuya ulaşmıştır. Taşınan yük ise yine 1980 yılında 10.000.000 ton-km iken, 2010 yılında 1.101.000 ton-km olmuştur.

Dünya Bankası'nın Türkiye verilerine göre 2000-2010 yıllarında ülkemizde iç ve dış hat olmak üzere, toplam yolcu sayıları ile toplam taşınan yük miktarları, Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.1 Dünya Bankası verilerine göre yolcu sayıları



Şekil 2.2 Dünya Bankası verilerine göre yük miktarları

2.2.1 Ulusal Havacılık Kuruluşları

2.2.1.1 Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü

18 Kasım 2005 tarihine kadar Ulaştırma Bakanlığı'nın ana hizmet birimi olan Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM), bu tarihte yürürlüğe giren 5431 sayılı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ile finansal açıdan özerk hale gelmiş ve şimdiki yönetim yapısına ulaşmıştır (SHGM, 2009).

Havacılık emniyeti ve güvenliğinden taviz vermeden, diğer ulaşım türleri ile bütünleşmiş, insana ve çevreye duyarlı, sivil havacılık faaliyetlerinin sürdürülebilir gelişimini sağlayacak altyapıyı oluşturmak üzere, uluslararası işbirliği içerisinde güvenilir, etkin, şeffaf ve tarafsız bir şekilde düzenleme ve denetleme yapmaktadır. (SHGM, 2009).

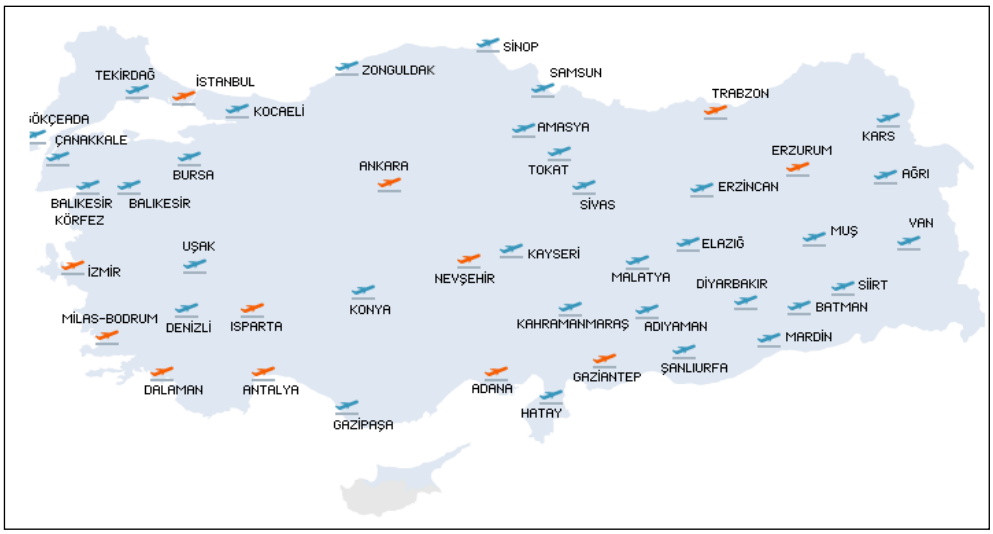
Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün gerçekleştirmeye çalıştığı stratejik amaçlar şöyledir (SHGM, 2009):

- Havacılık emniyetini uluslararası standartlarda en üst seviyede sağlamak,
- Havacılık güvenliğini arttırmak,
- Sivil havacılık faaliyetlerinin sürdürülebilir gelişimini sağlamak,
- Havaalanlarına yönelik yürütülen faaliyetleri uluslararası standartların üzerine çıkarmak,
- Çevreye duyarlı hizmet anlayışını yaygınlaştırmak,
- Kurumsal yapıyı etkin hale getirmektir.

2.2.1.2 Devlet Hava Meydanları İşletmesi

1933 yılında kurulmuştur. Türk havalimanlarının işletilmesini ve Türk hava sahasındaki hava trafiğinin düzenlenerek, kontrolünün gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Kuruluşun amacı ve çalışma konusu, sivil havacılık faaliyetlerinin gerektirdiği hava taşımacılığı, havalimanlarının işletilmesi, yer hizmetleri, hava trafik

kontrolü, seyrüsefer sistemlerinin kurulma ve işletilmesi, diğer gerekli tesis ve sistemlerin kurulması ve işletilmesi ile bunların modern havacılık seviyesine ulaştırılmasının sağlanmasıdır. "Devlet Hava Meydanları İşletmesi" (DHMİ), "Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı" (ICAO-International Civil Aviation Organization), "Uluslararası Havalimanları Konseyi" (ACI-Airports Council International), "Uluslararası Hava Taşımacılığı Kurumu" (IATA-International Air Transport), "Hava Seyrüseferinin Emniyeti için Avrupa Teşkilatı" (EUROCONTROL) gibi çeşitli uluslararası havacılık kuruluşlarının üyesidir. Ülkemizdeki 12 havalimanı ve 33 havaalanı Şekil 2.3'te gösterilmiştir (DHMİ, 2012).



Şekil 2.3 Ülkemizdeki havalimanı ve havaalanları (DHMİ, 2012)

Havacılık sektöründe, uluslararası standartlara sahip, kaliteli, emniyetli, insan ve çevre dostu ileri teknoloji ürünü altyapı ve sistemler ile eğitimli insan kaynaklarına dayanan havaalanı işletme ve hava seyrüsefer faaliyetlerini sunmaktadır. Hedefleri;

- Hava seyrüsefer emniyetini en üst seviyede sağlamak,
- Havaalanı işletmecilik faaliyetlerini uluslararası standartlarda sağlamak,
- Bölgesel hava ulaşım merkezi olmak,
- Bölgesel hava eğitim üssü olmak,

- İnsan kaynaklarının uygun şekilde yönetimi ile hizmet kalitesini ve etkinliği artırmaktır (DHMİ, 2012).

Türkiye, geniş ve stratejik öneme sahip, toplam olarak 56.661 km kontrol edilen rotaya ve 982.286 km^2 kontrollü hava sahasına sahiptir. Özel coğrafi konumundan dolayı, Türk hava sahası Avrupa, Asya ve Orta Doğu arasındaki Kuzey-Güney ve Doğu-Batı yönlerindeki trafik akımlarının karşılaştığı noktaları içermektedir (Hava Seyrüsefer Yıllık Emniyet Raporu, 2010).

2.2.1.3 Türk Hava Kurumu

Türk Hava Kurumu (THK), 16 Şubat 1925'te M. Kemal Atatürk'ün emriyle, "Türk Tayyare Cemiyeti" adıyla kurulmuştur. 1935 yılında alınmış olan kongre kararıyla ismi, Türk Hava Kurumu olarak değiştirilmiştir. M. Kemal Atatürk'ün belirlediği, THK kuruluş amaçları şöyledir;

- Türkiye'de havacılık sanayisi kurmak,
- Askeri, sosyal, ekonomik ve siyasal yönden havacılığın önemini anlatmak,
- Askeri, sivil, turistik ve sportif havacılığın gelişimini sağlamak,
- Havacılık faaliyetleri amacıyla gerekli araç ve gereçleri hazırlamak,
- Personel yetiştirmek,
- Uçan bir Türk gençliği yaratmaktır (THK, 2011).

2.2.1.4 Türk Hava Yolları

Türk Hava Yolları Anonim Ortaklığı (THY), 1933 yılında kurulan ve hissedarlarının % 50,88'ini halkın oluşturduğu, diğer bir deyişle halka açık bir şirkettir. Ana faaliyet konusu ise yurtiçinde ve yurtdışında, yolcu ve kargo hava taşımacılığı yapmaktır (THY, 2012).

Türk Hava Yolları Uçuş Emniyet ve Kalite Güvence Başkanlığı faaliyetlerinde ana hedefler aşağıda özetlenmiştir (THY, 2012):

- Uçuş ve yer emniyetini en üst düzeye taşımak,
- Türk Hava Yolları'nın tüm birimlerinde toplam kalite güvencesinin kurulmasını ve uygulanmasını temin etmek,
- Risk faktörü hakkında tüm bireyleri bilinçlendirmek,
- Eksiklik ve aksaklıklara karşı düzeltici önlemler almak,
- Standart dışı uygulamaları, herhangi bir kaza veya olaya neden olmadan tespit etmek, meydana gelen kaza, kırım ve olaylardan gereken dersleri almak ve benzeri olayların tekrarlanmasını önleyebilmek amacıyla, varılan sonuçları ilgili birimlere duyurmaktır.

BÖLÜM ÜÇ
HAVAALANLARININ PLANLAMA İLKELERİ

3.1 Havaalanı Planlaması

Hava ulaşımının, ulaşım türleri içerisinde en maliyetli olması nedeniyle, yeni bir havaalanı yapımında ya da mevcut bir havaalanının geliştirilmesi amacıyla yapılacak mühendislik çalışmalarında, bir planlama sürecine gerek duyulmaktadır. Havaalanı planlaması zahmetli ve uzun işlemlerden oluşan oldukça karmaşık bir süreçtir. Havacılık; havaalanına erişim, havaalanı yapısı, hava seyrüseferi ve hava trafik kontrolü, uçuş koridorları ve emniyeti, hava ulaşım araçları ve özellikleri, trafik hacmi (yolcu/yük ve operasyon) ve trafik tipleri (iç hat, dış hat, aktarma), havaalanı işletmesi ve havayolu şirketleri gibi kısımlardan oluşmaktadır. Bu amaçla havaalanı mühendisliğinin çok iyi bilinmesi ve uygulanabilmesi gerekmektedir. Havaalanı mühendisi, hem havaalanı tasarımıyla hem de diğer konularla ilgili bilgilere sahip olmalıdır. Havaalanı planlamasının yapılabilmesi için ayrıca havaalanı planlama tekniklerinin, yolcu talep tahminlerinin ve havaalanı kapasitesinin de bilinmesi gerekmektedir (Tunç, 2003).

Terminal binası ve çevresindeki apron, farklı yüzey erişim (karayolu, raylı sistem vb.) ve hava tarafı altyapı sistemleri (pist, taksi yolu ve apron) arasında bulunan kısımdır. Terminal alanı, yolcu ve bagaj işleme, kargo bölümü, bakım-onarım ve yönetim faaliyetlerinin gerçekleştiği kısımdan oluşur (Tunç, 2003). Hareket boyunca, aktarma ve varış sırasında terminalde ilerlerken duyulan memnuniyet düzeyi, yolcunun havaalanından tekrar geçme arzusunu etkilemektedir. Ayrıca, terminalde ve uçakta sunulan hizmet düzeyi de yolcunun uçtuğu havayolu şirketi hakkındaki düşüncelerinde önemli rol oynamaktadır. Yolcu için önemli olan, terminal tesisi içerisindeki herhangi bir noktadan diğerine hızlı ve kolay ulaşmasıdır. Yolcu bagaj hareketleri, yolcu hareketiyle aynı zamanda gerçekleştirilmelidir. Buradaki amaç, uçağın yerde kaldığı sürenin mümkün olduğunca asgari düzeyde tutulma gereksinimidir (Yolcu Terminalleri, 2009).

Yolcu terminalleri; pist, apron, taksi yolları ve havaalanı erişim sistemleri göz önünde bulundurularak tasarlanmalıdır. Ayrıca, havayolu şirketleri, pisti kullanacak olan uçak tipleri de tasarımdaki önemli konulardandır.

Yolcu terminalleri, yüzey erişim sistemleri ile uçak arasındaki bağlantıyı sağlayan bölümdür. Bu bölümün esas amacı, yolcu ve bagaj işlemlerinin gerçekleştirilmesi ile yolcu ve bagajların terminalden uçağa/uçaktan terminale nakledilmesini sağlamaktır. Yolcu terminalleri üç bölümden meydana gelmektedir (Horonjeff, 1994). Bunlar;

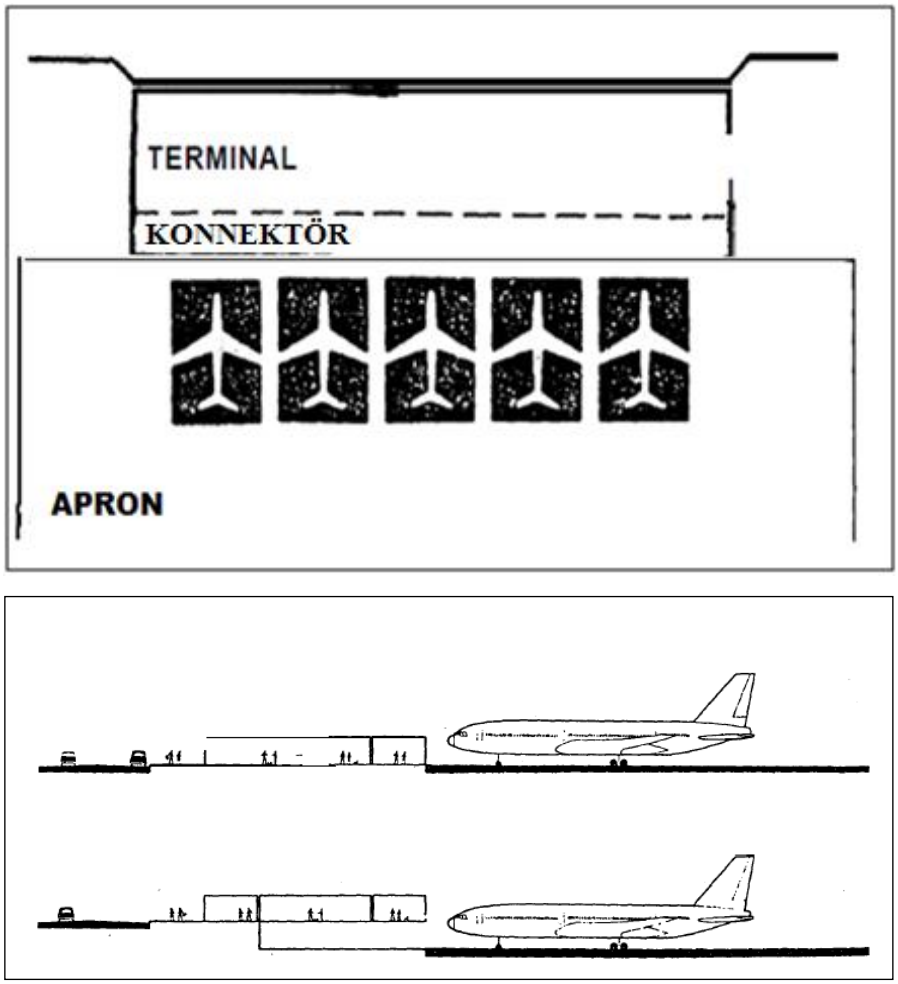
- Erişim ara yüzünde, herhangi bir ulaşım sistemiyle yolcuların havaalanına erişmesinden yolcu işlem birimine kadar olan kısımdır.
- İşlem ara yüzü, yolcuların bilet alma/kontrol, koltuk numarası tayin etme, pasaport kontrol, bagaj teslim etme/alma, güvenlik gibi işlemlerin gerçekleştirildiği kısımdır.
- Uçuş ara yüzü olarak adlandırılan son kısım ise işlemleri tamamlanan yolcuların terminal tesislerinden uçağa nakline kadar olan kısımdır.

3.2 Terminal Tipleri

Havaalanında bir adet terminal binasının olması durumunda merkezi terminalin, (örnek, Dublin Havaalanı) birden fazla terminal binası mevcutsa, bu durumda birim terminallerin (örnek, Heathrow Havaalanı) varlığından söz edilir (Wells, 2000).

3.2.1 Doğrusal (Lineer) Terminal

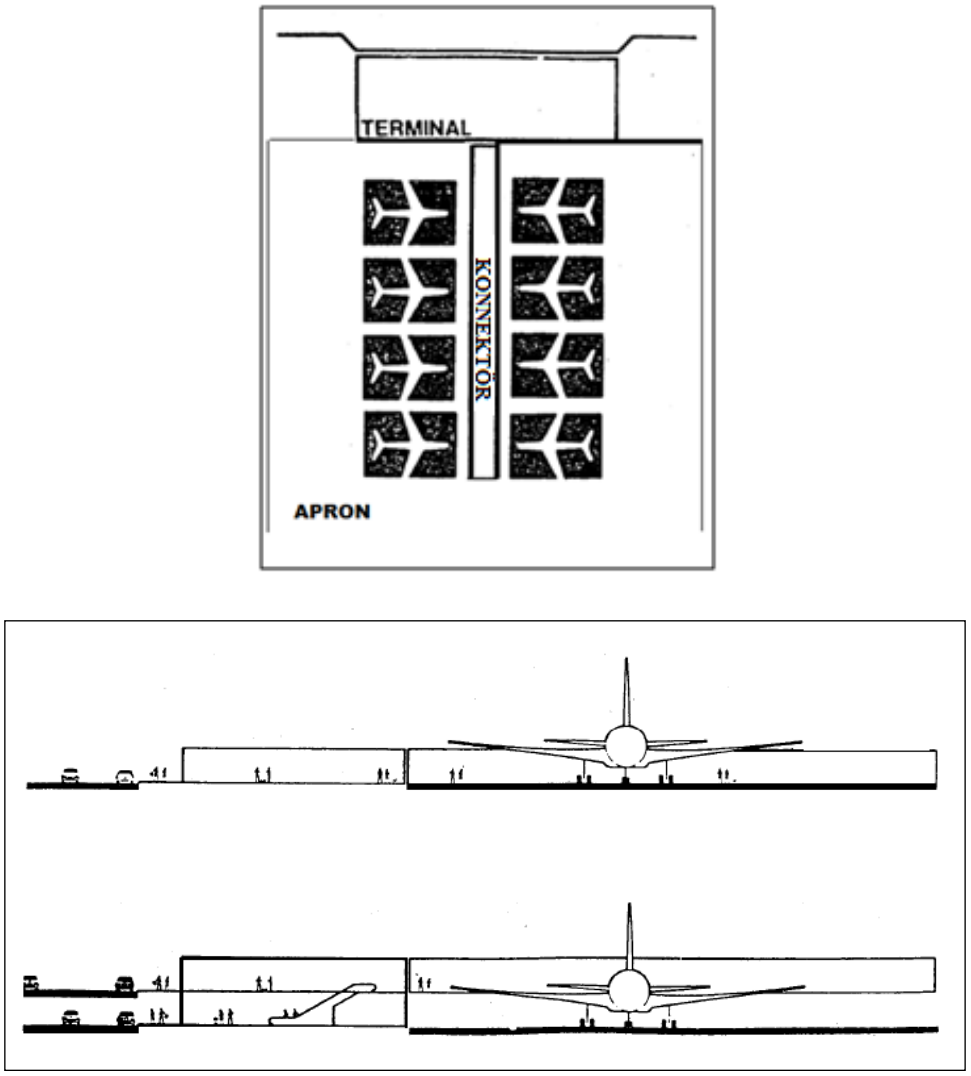
Basit bir lineer terminal, apronunda 3 ila 6 adet ticari uçak bulunan, havacılık faaliyetlerinin düşük seviyede gerçekleştiği havaalanları için uygundur (Wells, 2000). Basit terminale doğrusal eklemeler yapılarak veya iskelelerin ve uydu binalarının zamanla inşasıyla, artan talep miktarı karşılanabilir. Şekil 3.1'de gösterilen lineer terminal sisteminin olumlu tarafı, yürüme mesafelerinin oldukça az olması ve erişimin kolaylığıdır (Horonjeff, 1994).



Şekil 3.1 Doğrusal (Lineer) terminal (Horonjeff, 1994)

3.2.2 İskele Terminal

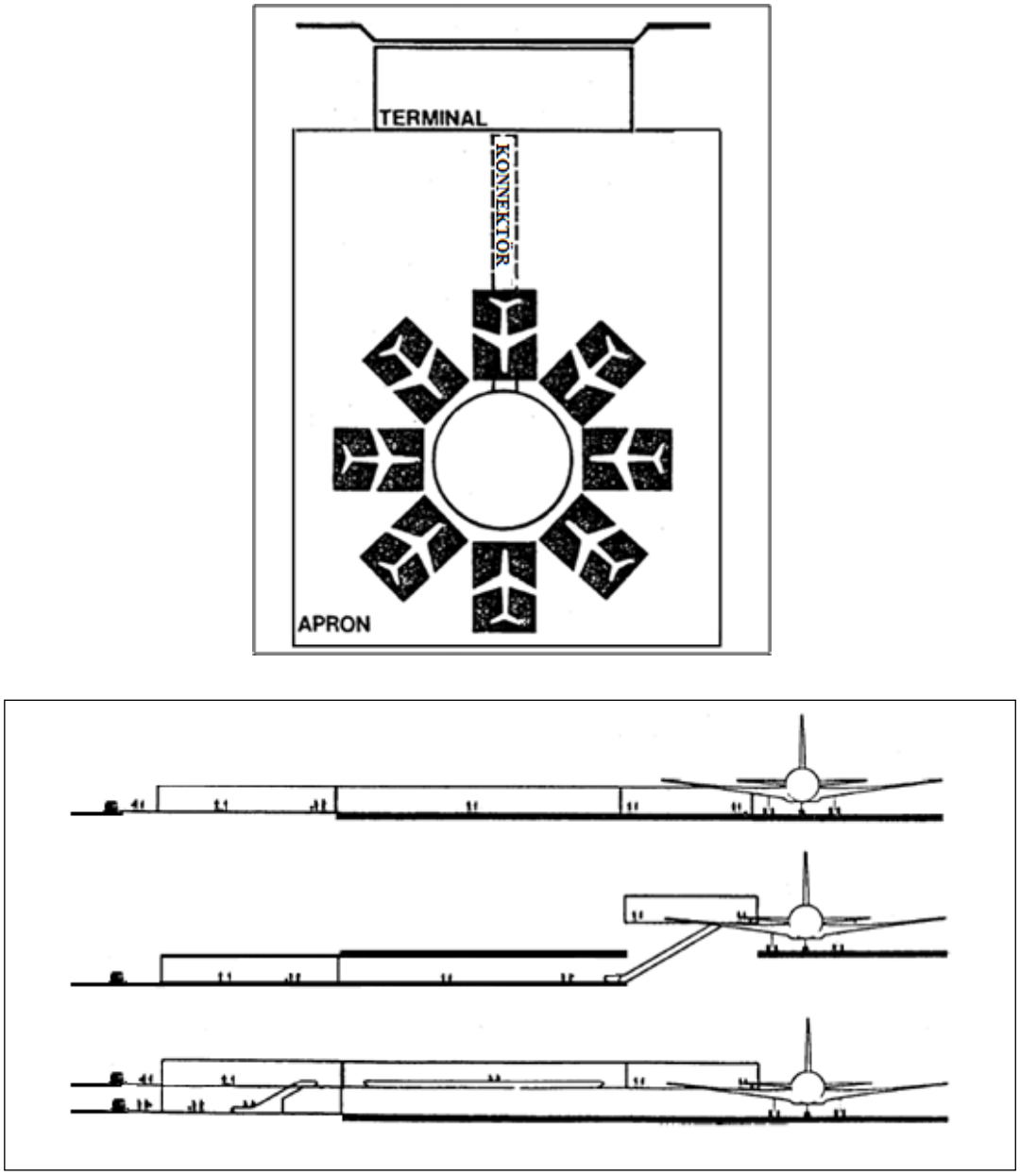
Ana terminal binasından çıkan iskelelerin her iki tarafında kapı (gate), inen/binen yolcular için gerekli alanlar ve bekleme salonları bulunmaktadır (Şekil 3.2). İskele etrafında ise paralel veya açılı (angled) olarak park etmiş vaziyette uçaklar sıralanmaktadır. Eğer iki veya daha fazla iskele yapılması söz konusu ise bu durumda iskeleler arasında, uçakların manevra yapabilmelerine izin verecek yeterli bir alanın bırakılmasına dikkat edilmelidir. Bu terminal tipinin önemli bir avantajı, yolcu ve uçak talebine göre aşama aşama arttırılabilmesidir. Bu terminal tipinin olumsuz yanı ise uzun yürüme mesafeleridir (Horonjeff, 1994).



Şekil 3.2 İskele terminal (Horonjeff, 1994)

3.2.3 Uydu Terminal

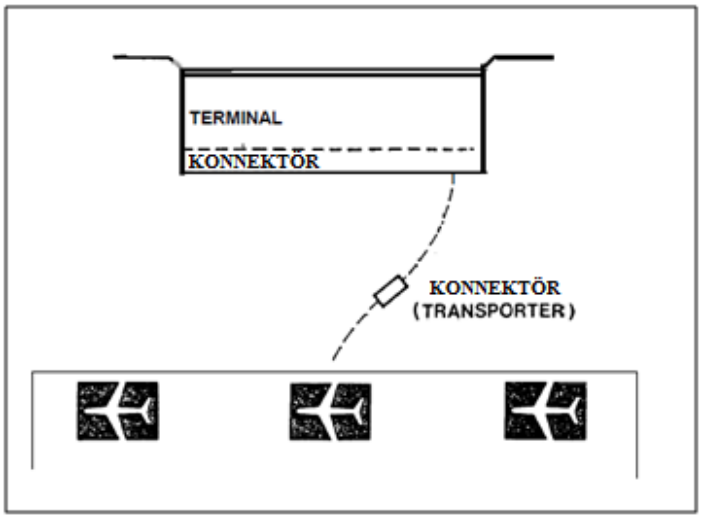
Terminalden ayrı olan ve genellikle yüzey/yer altı/yerüstü bağlantılarıyla erişilen uydu olarak adlandırılan bu yapı merkez yönünde veya paralel şekilde duran uçaklarla çevrelenmiştir (Şekil 3.3). Bu tip terminaller diğer tiplere göre daha fazla aprona ihtiyaç duymaktadır. Terminal ile uydu binası arasında mekanik taşıyıcı sistemler kullanılarak, yolcuların uzun yürüme mesafeleri azaltılabilmektedir. Terminali uydu binasına bağlayan, terminal salonu (concourse) gereksinimi dolayısıyla yapım maliyeti oldukça yüksektir. Ayrıca, genişleme potansiyeli yoktur (Horonjeff, 1994).

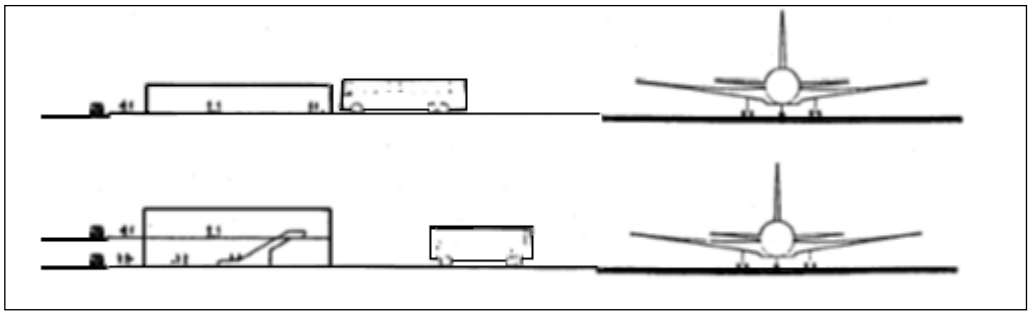


Şekil 3.3 Uydu terminal (Horonjeff, 1994)

3.2.4 Taşımalı (Açık Apron, Mobil Taşıyıcı) Sistem

Bu sistemden, uçakların terminal tesislerinden uzak olduğu durumlarda yararlanılır. İnen/binen yolcuların terminalle olan bağlantıları bu taşıyıcı araçlar vasıtasıyla yapılmaktadır. Şekil 3.4'teki taşımalı sistemde terminal binasındaki bekleme alanları azaltıldığı için maliyeti düşük bir sistemdir. Bu sistemde yolcular, kapılardan, taşıyıcı araçlar vasıtasıyla alınarak uçağa aktarılmaktadır (Horonjeff, 1994).





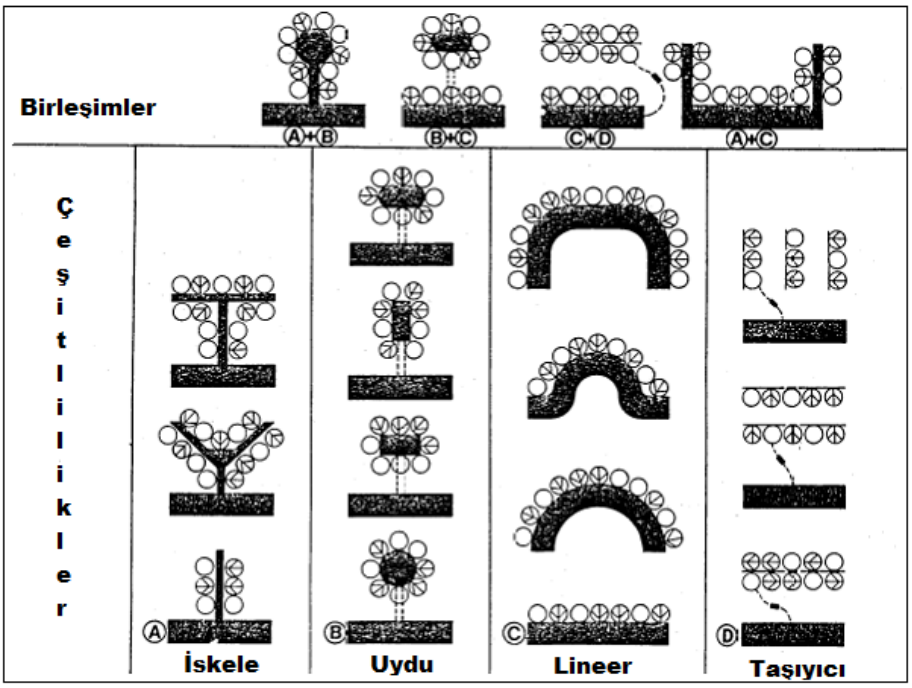


Şekil 3.4 Taşımalı sistem (Horonjeff, 1994)

3.3 Terminal Birleşimleri ve Çeşitleri

Havaalanının başlangıçtaki düzeni zamanla farklılaşan koşullar yüzünden değişmektedir. Zaman içerisinde, yolcu, yük ve uçak trafiğinde meydana gelecek değişimlere uyum sağlamak için mevcut sisteme gerekli yeni ilaveler yapılabilir veya farklı terminal tipleri bir arada kullanılabilir (Horonjeff, 1994). Farklı terminal

birleşim şekilleri Şekil (3.5-a) ile gösterilmiştir. Londra Gatwick Havaalanı, iskele ve uydu terminal tiplerinin her ikisini de barındırmaktadır (Şekil 3.5- b).



Şekil 3.5 a) Terminal Birleşim Şekilleri



Şekil 3.5 b) Gatwick Havaalanı iskele ve uydu modelleri, Londra/İngiltere

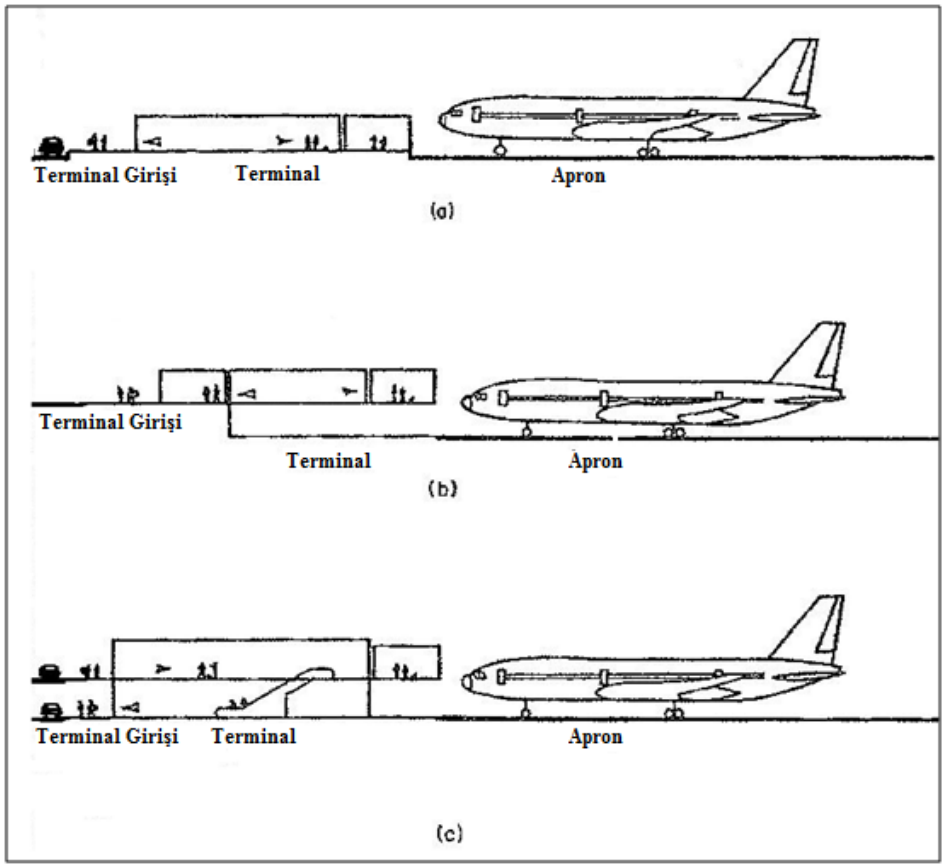
Şekil 3.5 (a-b) Terminal birleşim şekilleri ve terminal tipi genişletme örneği

3.4 Düşey Yolcu Ayrımı

Buradaki asıl amaç, gelen ve giden yolcuların birbirinden ayrılması düşüncesine dayanır. Terminalin seviye durumu yolcu hacmine, genişleyebilir alanın varlığına ve trafik tipine (iç hat, dış hat) bağlıdır (Horonjeff, 1994).

Tek seviyeli olan terminalde, bütün yolcu ve bagaj işlemleri apron seviyesinde gerçekleşir. Gelen ve giden yolcular birbirlerinden yatay olarak ayrılmaktadır. Bu sistem yolcu sayısının az olduğu havaalanları için uygundur (Horonjeff, 1994).

İki seviyeli terminaller çeşitli şekillerde tasarlanabilir. Burada, yolcu işlemleri ile bagaj teslim etme/alma işlemleri üst katta, havayolu operasyonları ve bagaj işleme alt kattadır. Bir diğer yöntemse, giden yolcu işlemlerinin üst katta, gelen yolcu ve bagaj işlemlerinin alt katta yapılmasıdır (Horonjeff, 1994) (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Düşey ayrım (Tek kat, 2. Kattan uçağa aktarma, 2 katlı sistem) (Horonjeff, 1994)

3.5 Terminal Yapımında Göz Önüne Alınan Faktörler

Yolcu terminal tesisi, yolcu talebinin sonucu olan, genişleme potansiyeli bulunan ve aralarında ilişki olan alt sistemler olarak düşünülebilir. Bunlar; yolcu işlem birimi, kontrol faaliyetleri (pasaport, gümrük vb.), birincil ve merkezi bekleme sahaları (ana yolcu salonu), ikincil ve dağılmış bekleme sahaları ile ayrıcalıklı sahalardır (Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları, 2009).

3.5.1 Modülerlik & Genişletilebilirlik

Mevcut kapasitenin arttırılması sırasında, uçak operasyonları ve terminal tesis hizmetlerinin mümkün olduğunca aksatılmaması gerekmektedir. Bu bağlamda, alt sistemlere ilavede kolaylık sağlayacak modüler bir tasarım yapılmalıdır (Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları, 2009).

3.5.2 Yolcu Bulma ve Yönlendirme

Yolcu yönlendirmede yapılabilecek en basit yöntem, yolcuların terminal binası içerisinde gidecekleri yeri görebilmelerinin sağlanmasıdır. Bu ise, gelen yolcuların yüzey erişim sistemleri ve karşılama alanlarının, görüş mesafesinde bulunması, giden yolcular içinse uçakların rahatlıkla görülebilmesidir. Yolcu yönlendirmede dikkate alınması gereken bir diğer önemli konu ise, yolcuların 90° ve üzerindeki açılarda yön değiştirmelerinin engellenmesidir. Buna ek olarak, yolcuların hiçbir koşulda geriye dönmemeleri ve yolcu akışına ters yönde hareket etmemeleri sağlanmalıdır. Gelen ve giden yolcu akışları kesiştirilmemelidir (Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları, 2009).

3.5.3 Uygunluk ve Esneklik

Uçuş kapısı (gate) bekleme odaları, apronda bulunacak en büyük boyutlu uçağın yanaşabileceği boyutta olmalıdır. Bu bölgeler, gelecekteki daha büyük boyutlu uçakları barındırabilecek şekilde düzenlenmelidir (Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları, 2009).

3.5.4 Kısa Seyahat Mesafeleri

Yolcu aktarması yapacak olan uçakların, farklı seviyelerdeki yüzey erişim sistemleri ve gelen-giden yolculara ait uçaklar arası mesafeler asgari düzeyde olmalıdır. Terminal içerisinde, 300 metreyi geçen mesafelerde, yürüyen bantlar düzenlenmelidir. Bagajlı yolculara bagaj arabası desteği verilmelidir. Terminal bünyesinde bulunan asansörler ile yürüyen merdivenler ve yürüyen bantlar, yolcunun seviye değiştirmesi sırasında bagaj arabası yüklemesi/boşaltmasına gerek olmadan, hareketine rahatça devam etmesini sağlamalıdır (Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları, 2009).

3.5.5 Asgari Seviye Değişiklikleri

Gelen ve giden yolcuların, seviye değiştirmeleri, zorunlu olmadıkça istenmeyen bir durumdur. Eğer seviye değişimine gerek duyuluyorsa, bu değişim tek seviye değişimiyle yapılmalıdır. Şayet mevcut faaliyetler ya da bina yapısı birden fazla seviye değişikliği gerektiriyorsa, bu durumda çoklu seviye değişiklikleri yapılmalı ve bu değişiklik, sürekli çalışan yürüyen merdivenlerle icra edilmelidir (Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları, 2009).

3.5.6 Emniyetli ve Güvenli Ortam

Havaalanında emniyetli bir ortam yaratmak için kontrol faaliyetlerine önem verilmelidir. Gelen ve giden yolcular ile aktarma yapan yolcular daima izlenmelidir. Ayrıca, otoparklar, otobüs ile raylı değişim istasyonları iyi aydınlatılmış olmalı ve terminal tesisine en kısa ve kolay yoldan bağlanmalıdır (Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları, 2009).

3.5.7 Uygun Maliyetli Tasarım Çözümleri

Terminal genişletilmesi veya yeni terminal binası inşa edilmesi durumunda, havayolu faaliyetleri mümkün olduğunca engellenmemelidir. Eşsiz mimariye veya

mühendisliğe sahip, ortalamanın üzerinde maliyetler gerektiren düzenlemelerden kaçınılmalıdır (Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları, 2009).

3.5.8 Yolcu Ayrımı

Terminal genişletilmesi veya yeni terminal binası yapımıyla artan terminal kapasitesi hakkında planlar yapılırken, gelen ve aktarılan, kontrolden geçmemiş (güvenli olmayan) yolcular, güvenlik taramasından geçerek giden yolculardan fiziki olarak ayrılmalıdır. Bu durum, iskele ve uydu gibi sistemlerle gelen ve giden yolcuların farklı seviyelere yerleştirilmesiyle çözümlenebilir (Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları, 2009).

3.5.9 Merkezileştirme

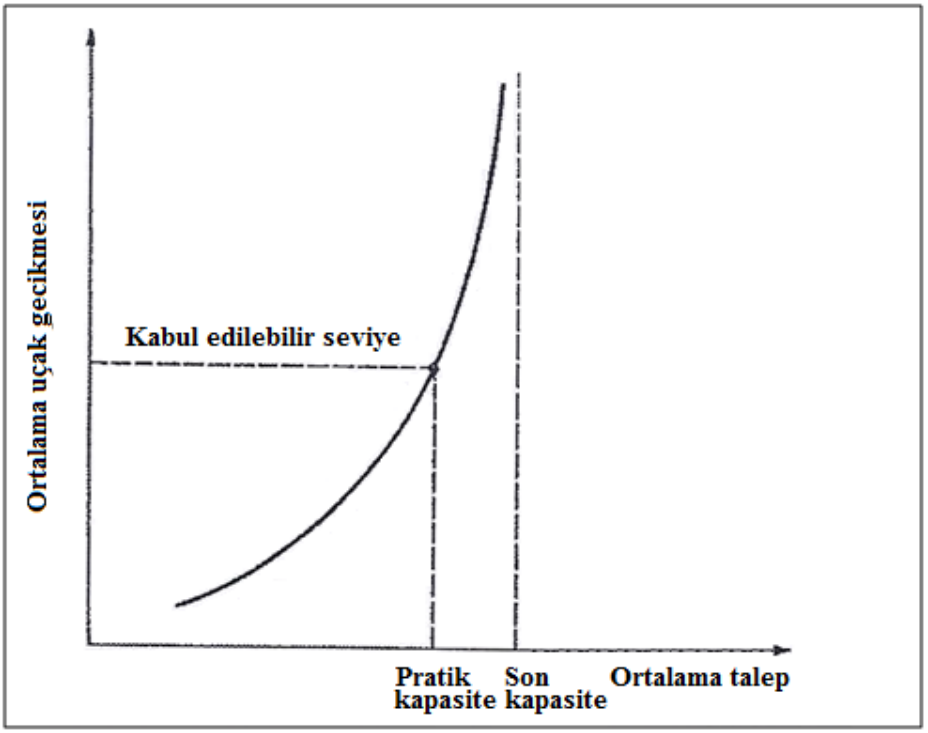
Merkezileştirilmiş terminal sisteminde, yüzey erişim sistemleri tek bir terminale bağlı olup tüm yolcu-bagaj ve kontrol işlemleri bu terminal bünyesinde gerçekleştirilmektedir. Merkezileştirmenin rolü azaldığında, farklı havayolu şirketlerinin faaliyetlerini yürüttüğü münferit terminal sayısı artmaktadır (Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları, 2009).

3.6 Havaalanı Kapasitesi

Bir havaalanının kapasitesi, mevcut ve beklenen talep miktarı ile kıyaslanmaktadır. Talep miktarı kapasiteye eriştiği zaman, gecikmeler meydana gelmektedir. Ek tesislerin yapımıyla mevcut kapasite değeri yükseltilerek, artan talep miktarı karşılanmaktadır. Kapasite, belli bir zaman süresince hizmet sunan bir tesisin işlem yeteneğidir. Kapasite ve talebin saptanmasındaki ana öğe, kapasitenin etkin bir şekilde arttırılmasının ve gecikmelerin de azaltılmasının sağlanmasıdır (Horonjeff, 1994).

Havaalanı kapasitesi, iki farklı tanımla açıklanmaktadır. İlki, pratik kapasite olarak da adlandırılan kapasitedir. Pratik kapasite, ortalama gecikmenin izin verilen

seviyesine uygun olan ve belirli bir süre içerisindeki uçak operasyonlarının sayısıdır. Diğer kapasite tanımı olan son kapasite ise sürekli bir talep olduğunda, belirli bir zaman boyunca, bir havaalanının karşılayacağı en fazla uçak operasyonu sayısıdır. Sürekli talep durumuyla kastedilen kalkış veya inişe hazır uçakların daima bulunmasıdır. Bu iki tanımın farkı, birinin gecikmeyi içermesi, diğerinin ise içermemesidir (Horonjeff, 1994) (Tunç, 2003) (Şekil 3.7).

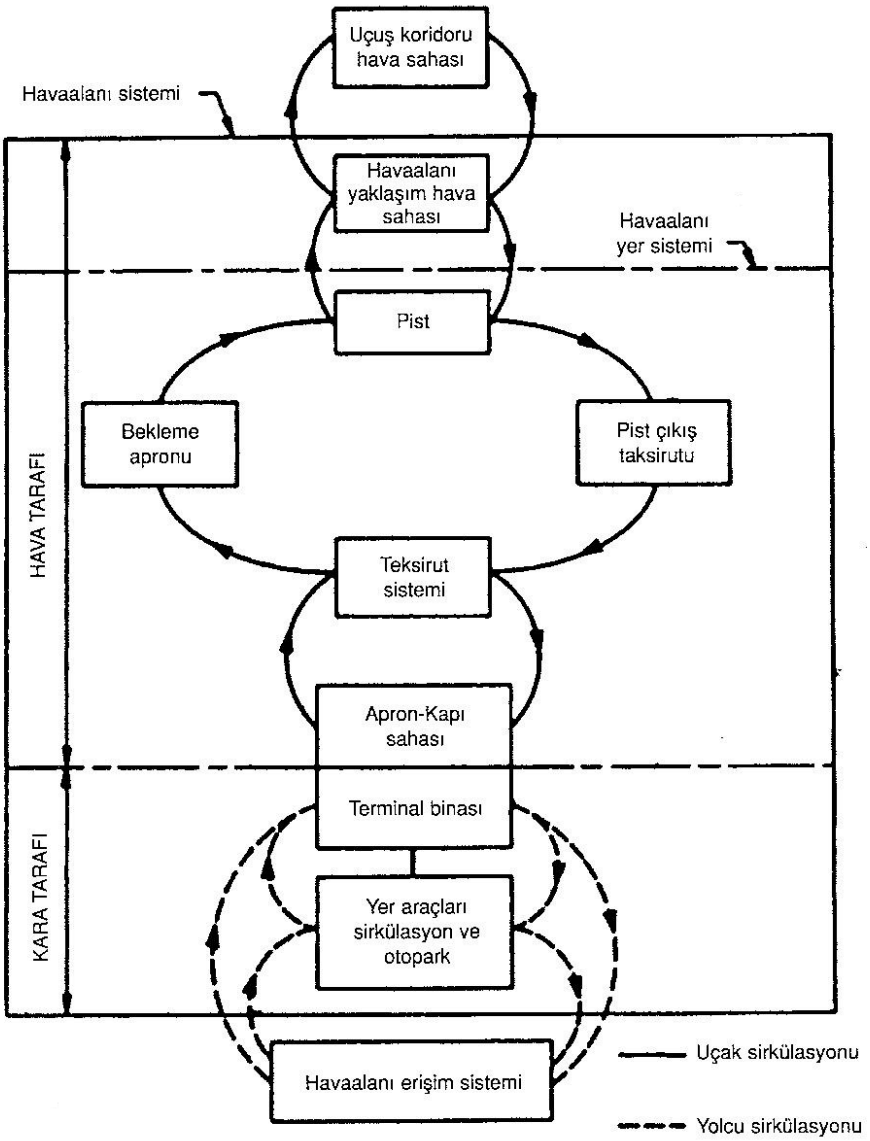


Şekil 3.7 Pratik ve son kapasite değerleri (Horonjeff, 1994; Tunç, 2003)

Havaalanının kapasitesi, apron-kapı kapasitesi, taksirut kapasitesi ve pist kapasitelerinden en kısıtlı olan değere göre tayin edilir. Bu birimlerin kapasiteleri, genellikle birbirlerinin kapasitelerini etkilemediği için ayrı ayrı değerlendirilip analiz edilmelidir (Şekil 3.8). Taksirut kapasitesi diğerlerinden daha fazla olmaktadır (Horonjeff, 1994).

Gecikme, büyük oranda talep durumuyla ilgilidir. Örnek olarak, eğer iki uçak aynı anda pisti kullanmak istiyorsa, gecikme değeri aralıklı pist kullanımı sırasındaki gecikmeden daha büyük olacaktır. Pratik kapasitenin bu tanımına göre talepte

değişiklik varken, fiziksel tesislerde herhangi bir değişiklik yoksa bu durumda kapasite "son kapasite" olarak adlandırılır (Horonjeff, 1994).



Şekil 3.8 Havaalanı bileşenleri (Tunç, 2003)

Kapasiteyi etkileyen faktörler:

- Havaalanı yapılandırması,
- Uçakların faaliyette bulunduğu çevre,
- Seyrüsefer (navigasyon) yardımcılarının varlığı ve karmaşıklığı,
- Hava trafik kontrol tesis ve prosedürleridir (Horonjeff, 1994).

3.7 Havaalanı Yer Seçimi

Yeni inşa edilecek bir havaalanı için yeterli genişlikte uygun bir arazinin seçilmesi gerekmektedir. Yer seçiminde etkili olan parametreler şunlardır (Tunç, 2003):

- Arazinin topoğrafik (eğim, drenaj, zemin yapısı, vb.) ve atmosferik durumu (hâkim rüzgâr yön ve şiddeti, maksimum/minimum sıcaklık, bulut, sis, yağış ve kar durumu vb.),
- Arazinin genişleyebilme olanağı ve kamulaştırma bedeli,
- Havaalanına erişebilirlik,
- Havaalanının yapım maliyeti ve bunları arttıran faktörler,
- Havaalanının yakın çevresinde bulunan alanların kullanım durumu (yerleşim yeri, tarım alanı, sanayi bölgesi vb.) ve gelişmesi,
- Uçakların iniş/kalkış sırasında uçuş konisi içerisinde kalan/kalabilecek olan engellerin (mâniaların) varlığı,
- Kamulaştırma bedeli,
- Farklı ulaşım türlerine olan yakınlığı ve aktarma imkânları,
- Genişleyebilme durumunda arazi olanakları,
- Yapım maliyeti ve maliyeti arttırıcı unsurların varlığı (yer altı su durumu, zemin dayanımı, arazi eğimi, drenaj, inşada kullanılan malzemelerin uzak mesafeden taşınması vb.),
- Havaalanında kullanılmak üzere su ve elektriğin nasıl ve nereden temin edileceği ile atık suyu bertaraf etme yolları,
- Jeolojik ve geoteknik sorunlar,
- Havaalanı içerisinde serbest bölge olabilme potansiyeli,
- Havaalanının hizmet verdiği yakın veya uzak çevredeki yerleşim bölgelerinden uzaklığı ve buralardan havaalanına erişim yolları,
- Havaalanına yakın olan diğer havaalanlarının varlığı,
- Havaalanının diğer ulaşım türleriyle olan ilişkisi ve bu türler arasındaki aktarma olanakları,

- Havacılık gereksinimleri (uçuş güvenliği, uçuş teknik imkânları),
- Çevreye olan etkileri (gürültü, hava kirliliği),
- Deplasmanlar (yer altı, iletişim, petrol vb. hatların uzaklaştırılması),
- Göçmen kuşların rotasının uçuş koridorlarına yakınlığı,
- Çevresindeki flora ve faunaya olan olumsuz etkileri.

3.8 Fizibilite Etüdü

Yeni bir havaalanı yapımı sırasında farklı seçenekler arasından seçim yapmadan önce ya da mevcut havaalanı gelişimine karar vermeden önce, mutlaka ekonomik ve mali etütlerin yapılması gerekmektedir. Fizibilite etütleri şu aşamalardan oluşmaktadır (Tunç, 2003):

- Gelir-gider etütleri,
- Ekonomik etütler,
- Mali etütler,

Gelir-gider etütlerinde havaalanı gelirleri:

- Hava seyrüsefer (Hava trafik kontrol hizmet gelirleri),
- Havaalanı hizmet (Pat sahası gelirleri),
- Havaalanı işletme (Terminal hizmetleri gelirleri),

Hava seyrüsefer (air navigation), uçağın kalktığı andan itibaren inişine kadar olan süre boyunca takip edeceği en kısa ve emniyetli uçuş rotasıdır. Uçağın bu rota boyunca yapacağı tüm hareketler, yer-hava koordinasyonu sayesinde devamlı izlenebilmelidir (Hava Seyrüsefer Ders Notları, 2010).

Yukarıdaki gelirler içerisinde en büyük paya sahip olan, havaalanı işletme (terminal hizmet) gelirleridir. Ayrıca, yolcu sayısı çok olan havaalanlarından elde edilen kira gelirleri de fazla olmaktadır. Ülkemizde, Pat saha gelirleri arasında en fazla paya sahip olan konma gelirleridir. Terminal hizmet gelirleri içinde en büyük

paya sahip olan ise yolcu gelirleridir. Buradan, gelirlerin uçuş faaliyetlerine ve yolcu (giden) sayısına bağlı olduğu görülmektedir. Havaalanı gelir kalemleri içerisinde en fazla paya sahip olan yolcu servis tarifesidir. Bu gelir ile konma gelirlerinin toplamı, havaalanı gelirleri içerisinde en büyük paya sahiptir. Havaalanı gelirleri şunlardır (Tunç, 2003):

- Yolcu servis tarifesi,
- Konma,
- Konaklama,
- Yaklaşma,
- Aydınlatma,
- Meydan çalışma saatinin uzatılması,
- Uçakların yangına karşı emniyet tedbir hizmeti,
- Akaryakıt ikmalinden alınan pay,
- Uçak yönlendirme (takip et aracı/*follow-me truck*),
- Diğer (havayolu veya yer hizmet şirketlerinin havaalanında çalışan farklı amaçlı araçları için özel plaka tahsisi, havaalanında veya bu şirketlerde çalışanlara giriş kartı verilmesi, yer hizmetleri çalışma ruhsatları, banko kiralama, yer tahsisi, yolcu köprüsü temini, personel/araç/malzeme tahsisi, elektrik ve su temini, telefon/anons sistemleri kirası, yer hizmetleri vb.) (Tunç, 2003).

Havaalanı terminal hizmetleri:

- Otopark gelirleri,
- Kira gelirleri,
- Reklam gelirleri,
- Yakıt ikmal imtiyaz gelirleri,
- Kargo tarifesi payı gelirleri,
- Yer ulaşım gelirleri,
- Varsa serbest bölge gelirleri ve duty-shop gelirlerinden oluşmaktadır (Tunç, 2003).

Hava seyrüsefer gelirleri, Türk hava sahasını kullanarak transit geçen, yurtiçinde uçan, yurtdışına çıkan, yurtdışından gelen bütün uçaklardan sağlanan seyrüsefer ve uçuş koridor hizmetleri karşılığında elde edilen ve ücreti EUROCONTROL tarafından belirlenip tahsil edilen gelirlerdir. Havaalanı giderleri (Tunç, 2003):

- İlk madde ve malzeme giderleri (demirbaş malzeme, işletme malzemesi ve yedekleri, giyim malzeme giderleri vb.),
- Memur ücret ve giderleri (yemek, tedavi, zam, tazminat, temel maaş, ödül, ikramiye vb.),
- Dışarıdan sağlanan fayda ve hizmet giderleri (elektrik, su, gaz, taşıma vb.),
- Çeşitli giderler (sigorta, temsil ve ağırlama, eğitim, kira vb.),
- Vergi, resim ve harç giderleri (damga, emlak, taşıt, telsiz, vergi ve harç vb.),
- Amortisman ve tükenme payı giderleridir (yeraltı/yerüstü düzen, binalar amortisman vb.) (THY, 2012).

BÖLÜM DÖRT
HAVA ULAŞIM TAHMİN YÖNTEMLERİ VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

4.1 Hava Ulaşım Talep Tahmini

Yeni bir havaalanı yapılabilmesi veya mevcut bir havaalanının geliştirilebilmesi amacıyla, havaalanının karşılayabileceği tahmini talep miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu talep; yolcu, yük ve uçak operasyon sayılarının tespit edilmesiyle, diğer bir deyişle, hava ulaşım talep tahmininin yapılmasıyla elde edilmektedir (Tunç, 2003).

Gelecekteki talebin tahmin edilmesi zor olduğu kadar kesin olmayan bir süreçtir. Tahminler doğru sonuçlar ortaya koyamaz ise, bu durumda tüm ulaşım modları ya gelecekteki trafiği sağlamada yetersiz kalacak ya da aşırı yatırım ve düşük ekonomik performans yüzünden sıkıntı yaşayacaktır (Ashford, Wright, 1992).

Tahminler; kısa, orta ve uzun dönemli olarak sınıflandırılabilmektedir. Kısa dönemli tahminler, 1 aydan 1 yıla kadar olan süreyi kapsar ve personel yerleştirme, sektördeki rekabet durumlarını değerlendirme, kısa dönemli malzeme ihtiyaçlarını tasarlama gibi günlük faaliyetlerle ilgilenir. Orta dönemli tahminler, 1 ilâ 5 yıllık süreyi kapsar ve rota planlama kararları vb. içerir. Uzun dönem ise 5 ilâ 10 yıllık süreyi kapsar ve filo planlama kararları ve uzun dönemli mali anlaşmaları içerir (Wensveen, 2007).

Havaalanın yapım ve geliştirme gereksinimi ile havaalanı kapasitesi, hava ulaşım talep miktarına göre belirlenmektedir. Havaalanı tasarımı, talebin kapasiteyi aşmayacağı şekilde yapılmalıdır. Hava ulaşım talebinin tahmini ile havaalanı erişimi, kara/hava tarafı tesisleri ile hava seyrüsefer tesislerinin gereksinimleri, kapasite/ihtiyaç oranları ve kullanım oranları belirlenebilmektedir (Tunç, 2003).

Havaalanının amacı; uçakların, yolcuların, yük ve yer ulaşım araçlarının etkin ve güvenli bir şekilde işlenmesidir. Bu sebeple, havaalanı performansı, talebin nasıl

karşılandığına göre değerlendirilmektedir. Mevcut havaalanında, performans bozukluklarının nedenlerini doğru bir şekilde belirlemek ve gelecekteki ihtiyaçları karşılayabilecek tesisleri planlamak için, talep miktarı ve dağılımını öngörmek önemlidir. Bu yüzden, hem planlama hem de tasarım aşamalarında, gelecekteki talebin gerçekçi olarak tahmin edilmesi gerekmektedir. Havaalanları, öngörülen talep miktarına göre tasarlanmaktadır (Horonjeff, 1994).

Talep yapısındaki değişiklikler, havaalanı tesislerinin yeniden düzenlenmesini gerektirir. Bu tesislerin planlanması, havaalanını kullanacaklar için uygun hizmet seviyesinin sağlanması açısından önem arz etmektedir. Gelecekteki talep özelliklerini tayin etmek için, havaalanı faaliyetlerinin güvenilir tahminleri geliştirilmelidir. Uçak, yolcu, yük, hava postası ve ekspres trafik hacimlerinin tahmininde kullanılan veriler şunları içermektedir (Tunç, 2003):

- Havaalanının hizmet verdiği bölge, yani havaalanı hizmet bölgesi,
- Yolculuk başlangıç ve varış yerleri,
- Havaalanının hizmet verdiği bölgenin demografik ve nüfus artış özellikleri,
- Bölgenin ekonomik özellikleri (iş faaliyetleri, ziraat, turizm, yapı, emlak, madencilik vb. iş gücü durumu, banka depozitleri ve otel kayıtları),
- Mevcut ulaşım sistemlerindeki yolcu, yük vb. özelliklere ait trend durumları,
- Ulusal trafik trendleri,
- Hava hizmetinin bulunduğu havaalanına yakın bölgelerin mesafe, nüfus ve endüstriyel özelliği,
- Ulaşım gereksinimlerini etkileyen coğrafi özellikler,
- Ücret, servis sıklığı ve servis kalitesi ile ilgili diğer parametrelere bağlı olarak havayolları ve diğer ulaşım sistemleri arasındaki rekabetin varlığı ve derecesi.

Talep tahmini için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Tahmin edilecek kalemler genellikle şunlardır (Horonjeff, 1994):

- Yolcu, uçak, yer araçları, yük, ekspres ve hava postası,
- Uçak adedi ve tipleri,

- Havaalanındaki genel havacılık uçakları ve yaratılan operasyon sayısı,
- Yer erişim sistemlerinin performans ve işletme özellikleri.

Tahminler sonucunda, terminal tesisleri, pistler, taksirutlar, apronlar ve yer erişim tesislerinin tertip ve boyutlandırılması yapılabilmektedir. Talep tahmininin, kesin değerler elde etmek anlamına gelmediği de unutulmamalıdır. Ek olarak, matematiksel modeli ne kadar karmaşık olursa olsun, yapılan her analize kişisel yargının da eklenmesi gerekmektedir. Hava ulaşım talebinin tahmin edilebilmesi için (Tunç, 2003):

- Havaalanının hizmet verdiği bölgenin özellikleri,
- Havaalanının hizmet verdiği bölgedeki demografik, sosyoekonomik durum,
- Hava ulaşımı başlangıç ve bitiş noktaları,
- Ulaşım faaliyetlerinin artış trendi,
- Ulaşım zorunluluğunu etkileyen coğrafik unsurlar,
- Havayolu şirketlerinin kendi aralarındaki ve diğer ulaşım türleriyle olan rekabet ve hizmet kalitesi özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

Hava ulaşım talep tahminleri her ne kadar zor bir süreç olsa da, planlama aşamasında doğru ve uygun kararların verilebilmesi için zorunludur. Talep tahmininde hatalara sebep olmamak için hava ulaşım talebini etkileyen değişkenlerin çok iyi bir şekilde saptanması, değişkenler arasındaki ilişkinin dikkate alınması, gelecekte ortaya çıkabilecek beklenmeyen değişken durumlarının göz önüne alınması gerekmektedir (Horonjeff, 1994).

Hava ulaşım talep tahmininde, basit yaklaşımlardan, son derece karmaşık yöntemlere kadar çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Gelecek tahminleri, geçmiş yıllarda gözlenmiş olan trafik verilerinin çeşitli matematiksel yöntemlerle modellenmesi ile bu modellerin geleceğe uyarlanmasıdır. Talep tahmininde önemli birkaç ölçüt, kurulan modeldeki değişkenlerin seçimi, bu değişkenlerin anlamlı olup olmaması, birbirleriyle olan ilişkileri ve katsayıların uygun olup olmadığıdır (Tunç, 2003).

Hava ulaşım taleplerinin modellenmesinde; nüfus, GSMH/GSYİH ve bilet fiyatı en çok kullanılan değişkenlerdir. Kullanılan değişkenler yardımıyla yapılacak olan hava ulaşım tahminleri ile (Tunç, 2003);

- Yolcu, yük ve operasyon trafik hacimleri,
- Zirve saatteki yolcu ve operasyon trafik hacimleri,
- Yolcu ve yük taşımada kullanılacak uçak adet ve tipleri,
- Havaalanı tesislerinin mevcut ve gelecekteki ihtiyaçları vb. belirlenebilmektedir.

Trafik hacmi yüksek olan ve diğer havaalanlarına göre bulunduğu yer açısından özel bir konumda (turistik bölge, terör vb. olan tehlikeli bölge) olan havaalanları dışındaki havaalanlarında, hava ulaşım talebini etkileyen en önemli değişkenler olarak nüfus, GSMH/GSYİH ve bilet fiyatının dikkate alınması yeterli olmaktadır (Tunç, 2003).

Hava ulaşım tahminleri;

- Ülke çapında, hava ulaşım planlamasında, hava ulaşım payının saptanması,
- Genel hava ulaşım planlaması,
- Bölgesel hava ulaşım planlaması gibi amaçlar için yapılabilmektedir.

Bu amaçlar, resmi ulaşım kurumlarının, havayolu şirketlerinin, uçak üreticilerinin vb. yaptığı büyük (makro) ölçekli tahminlerde ve yeni havaalanı yapımı veya mevcut olanın geliştirilmesi için yapılan küçük (mikro) ölçekli tahminlerde göz önüne alınmaktadır. Bu ölçeklerde, gelecekte hava ulaşımında yolcu ve yük miktarlarının nasıl olacağı tahmin edilmektedir (Tunç, 2003).

4.1.1 Tahmin Seviyeleri

Havacılıkta talep tahminleri bir dizi amaçla yapılmaktadır. Makro tahminler, uçak ve ekipman üreticileri, ticari havacılık organizasyonları, devletler vb. için ulaşım trendleri, personel ihtiyaçları, pazar ve hava trafik kontrol gereksinimleri için yapılmaktadır. Daha küçük ölçekli tahminler ise belirli havaalanlarında ve bölgelerde

bu gereksinimleri karşılamak için yapılır. Ekonomide olduğu gibi, havacılıkta da tahminler makro ve mikro tahminler olarak ikiye ayrılmaktadır (Horonjeff, 1994).

Makro tahminler ülke, anakent vb. geniş bölgelerdeki tüm havacılık faaliyetlerini içerir. Toplam gelir yolcu-km, tüm binen yolcular, tüm uçak operasyon sayısı, filodaki uçak sayısı ve ülkedeki lisanslı pilot sayısı makro ekonomik tahminlere örnek verilebilir.

Mikro tahminler ise bireysel havaalanlarındaki veya bireysel rotalardaki faaliyetlerle ilgilenir. Bu tahminlere örnek olarak bir havaalanındaki gelen ve giden yolcu trafiği, havaalanından kalkan uçak sayısı, binen yolcu sayısı, ticari ve genel havacılık uçak operasyonları verilebilir.

Makro tahminde tüm havaalanı sistemi coğrafi, ekonomik, endüstriyel ve büyüme özelliklerine göre bir bölgedeki havaalanının yerini belirlemeye karar vermede rol oynar. Mikro tahmin, yerel havaalanlarının beklenen talebini belirler ve hava tarafı, kara tarafı ve terminal tesislerinin uygun hizmet seviyesini sağlamalarını temin eder. Açıklanan bu tahminler, genelde yıllık faaliyetleri saptamak için hazırlanmakta ve sonrasında aylık, günlük ve saatlik trafik durumlarının belirlenmesi için kullanılmaktadır (Horonjeff, 1994).

4.1.2 Tahmin Yöntemleri

Bireysel yargılardan karmaşık matematiksel modellere kadar bir dizi yöntemi içerir. Hangi yöntemin kullanılacağı ise, verinin mevcudiyeti, yöntemlerin kolaylığı ya da zorluğu (karmaşıklığı), kullanılacak kaynakların varlığı, tahminin yapılması istenen ve geçerli olacağı zaman aralığı, kesinlik derecesi ve tahminin kullanım durumuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Horonjeff, 1994).

4.1.2.1 Yargıya Bağlı Tahmin Yöntemi

Yapılan tüm tahminlerin mutlaka profesyonel yargılarla da desteklenmesi gerekmektedir. Delfi yöntemi buna örnek olarak gösterilebilir. Bu yöntemde, bir grup uzmanın, belirli bir konu hakkındaki bir dizi soruyu anket tekniğiyle puanlaması istenir. Daha sonra, anketin sonuçları panelin üyelerine dağıtılır ve grubun puanlaması temel alınarak, üyelere durumu tekrar değerlendirme fırsatı verilir. Bu süreç, iyi bir sonuca ulaşıncaya kadar birkaç kez tekrarlanır. Ancak, bu yöntemin olumsuz yanı bir matematik modelinin olmayışıdır (Horonjeff, 1994).

4.1.2.2 Trend Yöntemi

Trend yöntemi (zaman serisi analizi), geçmişte gözlenen trafik verilerindeki değişimin, gelecekte de benzer şekilde gerçekleşeceği kanısına dayanmaktadır. Bu yöntemde, havacılık faaliyeti ile ilgili olan verilerin zaman içerisindeki artışının analizi yapılmaktadır.

Kullanılan trend modelleri; önceki yıllara ait talebin zamanla doğrusal arttığı durumlarda doğrusal (lineer) denklem, bağımlı değişken zamana göre sabit büyüme oranına sahipse üstel denklem ve ortalama yıllık büyüme oranı zamanla yavaş yavaş azalıyorsa logistik denklem kullanılabilir (Horonjeff, 1994).

Zaman Serisi/Trend analizi (eksrapolasyon, istatistiksel yöntem), geçmişteki hava ulaşım talep trendinin gelecekte de devam edeceği düşünülerek yapılan, geçmiş verilerin geleceğe uygulanmasıdır. Hava ulaşım talebi, havaalanının hizmet verdiği bölgenin nüfusu, sosyoekonomik yapısı, coğrafi konumu, erişim durumu vb. özelliklere bağlı olarak talep artışı (trendi) logaritmik bir eğri şeklinde olmaktadır (Tunç, 2003).

Zaman serisi, en eski ve hava ulaşım talep tahmininde en çok kullanılan yöntemdir. Bazı durumlarda bu yöntem, trendin uzatılması olarak adlandırılır. Zaman serisi modelleri, bağımlı değişkeni, tek bir bağımsız değişkenin (zamanın)

fonksiyonu olarak gösterir. Bu metot, hem zaman hem de veri sınırlı olduğunda sıklıkla kullanılır. Nedensel yöntemlerde olduğu gibi zaman serisi yöntemleri de, bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki gerçek neden-sonuç ilişkisinin yansıtılmasının gerekmediği istatistikî korelâsyonu esas almaktadır (Wensveen, 2007).

Zaman serileri; trend, mevsim, çevrimsel ve düzensiz olmak üzere dört bileşenden oluşmaktadır (Newbold, 2000). Bunlar;

- Trend (Genel Eğilim) Bileşeni: Zaman serilerinin uzun sürede gösterdiği, düşme ve yükselme süreçlerinden sonra oluşan kararlı durumdur.
- Mevsim Bileşeni: Zaman serilerinde mevsimlere göre olan değişmeyi ifade eder. Zaman serileri açısından kullanılan verilerin bazı dönemleri diğer dönemlere göre farklılık göstermektedir.
- Çevrimsel Bileşen: Ekonomide, mevsimsel değişmeler ile ilgili olmayan dönemsel değişmelerdir. Örneğin, ekonomide genel eğilimden bağımsız kısa süreli genişleme ya da daralma durumu, çevrimsel süreci tarif etmektedir.
- Düzensiz Bileşen: Diğer unsurlar gibi belirli olmayan, hata terimi ile ifade edilebilecek değişmelerdir.

Zaman serileri tüm bileşenlerine ayrıştırıldıktan sonra, Y zaman serisi, bileşenlerin toplamı olarak $Y_t = T_t + S_t + C_t + I_t$ ya da çarpma yöntemi ile $Y_t = T_t . S_t . C_t . I_t$ şeklinde, belirli bir t döneminde ifade edilebilir (Newbold, Carlson ve Thorne, 2007).

4.1.2.3 Pazar Analiz Yöntemleri

Pazar analizi yöntemi, ülke geneli hava ulaşım talebinin sağlıklı bir şekilde belirlenebildiği ve hava ulaşım trafiğinin yoğun olduğu ülkelerde kullanılmaktadır. Bu yöntemde, bir havaalanının ülke geneli toplam trafik hacminin ne kadarını oluşturduğu veya havayolu şirketlerinin bir havaalanındaki toplam trafik hacminin ne kadarına sahip olduğu ve gelecekteki trend artış veya azalışları belirlenmeye çalışılır (Horonjeff, 1994).

4.1.2.3.1 Pazar Oranı (Yukarıdan-Aşağıya) Yöntemi. Büyük ölçekli havacılık faaliyetlerinden, küçük ölçekli (yerel) olanlara kadar yapılan tahmin yöntemidir. Belirli bir bölgenin veya havaalanının, tüm ulusal hava trafiğinin ne kadarını oluşturduğunun belirlenmesinde kullanılır. Uygulamada yöntem iki aşamalı olarak yapılır. Birincisinde uygulanan oran ile havaalanının tüm ülke trafiği içindeki payı, ikincisinde uygulanan başka bir oranla ise havaalanının bölgedeki diğer havaalanlarına göre tüm ülke trafiğinden aldığı pay saptanmaktadır (Horonjeff, 1994).

4.1.2.3.2 Pazar Tanım Yöntemi. Bu yöntemde, yolcuların davranışsal özellikleri incelenmekte ve bu özelliklere göre yolcular farklı sınıflara ayrılmaktadır. Yöntem, belirli sosyoekonomik özelliklerin, yolcuların seyahat etme eğilimlerini etkilediğinin düşünülmesi ve yolcuların sınıflandırılması yardımıyla yolculuğa ait özelliklerin tahmin edilebileceği fikri ile tercih edilmektedir. Genelde; gelir durumu, yaş, meslek, ikamet durumu, eğitim vb. kullanılmaktadır. Market yöntemi karmaşık matematiksel işlemler gerektirmemekte ve sınıflandırma için basit denklemler kullanmaktadır (Horonjeff, 1994).

4.1.2.4 Ekonometrik Yöntem

Havacılık sektöründe ve havaalanlarının talep tahmininde kullanılan en karmaşık fakat daha gerçekçi olan bir yöntemdir. Trend yönteminde, yalnızca yıl (bağımsız değişken) ve hava ulaşım talebi (bağımlı değişken) ile tekli regresyon yöntemleri kullanılırken, ekonometrik yöntemde ise çoklu regresyon yöntemi kullanılmaktadır. Havacılık; ekonomik, sosyal, pazar, işletme vb. faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Sosyal ve ekonomik faktörlerin göz önüne alındığı ekonometrik yöntem, gelecek tahmininde son derece önemlidir (Horonjeff, 1994; Tunç, 2003).

4.1.2.5 Nedensel (causal) yöntem

Nedensel (causal) yöntem, tahmin edilen (bağımlı değişken) ile bir veya daha fazla açıklayıcı (bağımsız) değişken arasındaki istatistiksel ilişkiye dayanan tahmin

yöntemidir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında neden-sonuç (cause-effect) ilişkisi olması gerekmemektedir. Sadece istatistiksel açıdan bir korelâsyonun bulunması etkin bir tahmin için yeterlidir. Korelâsyon, iki veya daha çok değişken arasındaki ilişkidir. Değişkenler arası ilişki ne kadar yakınsa, korelâsyon derecesi o kadar fazladır. Genel olarak, nedensel yöntem, tahmin edilecek değişken içerisindeki değişiklikleri, istatistiksel açıdan açıklayacak değişkenlerin bulunması ile yapılmaktadır. Bu değişkenler, istatistikî olarak bağımlı değişkenle ilgili olmalı ve değişkenlerin verileri mevcut olmalıdır (Wells, 2000).

Hava ulaşım endüstrisinin çeşitli kısımlarını tahmin etmede kullanılan önemli bağımsız değişkenler; GSMH, harcanabilir gelir ve yapılan tüketici harcamalarıdır. Tahmin edilen (bağımlı) değişkenler; binen yolcu gelirleri, km başına yolcu geliri, yolcu geliri vb. olmaktadır (Wells, 2000).

Havacılık dinamik bir yapıya sahiptir. Yeni uçak satışları, fiyatlar, kargo tonajı, kârlar, uçuş saatleri, inen/kalkan uçak sayısı, yolcu-km gelirleri vb. değerler zaman içerisinde dalgalanma göstermektedir. Zaman serisi/trend analizi basit olarak, düzenli tekrarlayan zaman periyotlarında açıklanan bir dizi değerdir. Bu zaman serilerinden tekrar gerçekleşebilecek düzenli hareketler saptanabilir ve bunlar gelecek olayların tahmin edilmesinde kullanılabilir (Wensveen, 2007).

İstatistiksel yöntemlerle, geçmişteki hava ulaşım verileri, doğrusal (düzgün) değişim sergiliyorsa, zaman serisi veya uygun yöntemler kullanılarak; doğrusal ekstrapolasyon ve eğrisel değişim sergiliyorsa, üssel ya da logaritmik ekstrapolasyon ile artış veya azalış trendi belirlenir ve gelecekte bu davranışın süreceği kabul edilir. Geçmişe ait verilerin nüfus, yıl, GSMH, bilet fiyatı vb. bağımsız değişkenlere göre regresyon modellerinin saptanması gerekir. Elde edilen regresyon modelinin regresyon analizi sonucunda korelâsyon katsayısı, değişkenler ve katsayılarına göre modelin geçerli olup olmadığı ortaya konulmalıdır (Horonjeff, 1994).

Hava ulaşım talebiyle ilgili olan birçok değişken dikkate alınarak, basitten karmaşığa farklı hava talep tahmin yöntemleri üretilebilmektedir. Hava ulaşım

talebinin az olduğu durumlarda basit modellerin, talebin fazla olduğu durumlarda ve talep değişiminin yüksek olduğu koşullarda karmaşık modellerin kullanılması uygun olmaktadır (Horonjeff, 1994).

4.2 Literatür Çalışması

Hava ulaşım talebi ile ilgili farklı araştırmacılar çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmaların bazıları aşağıda kısaca anlatılmıştır.

Fildes, Wei ve Ismail (2011), çalışmalarında kısa, orta ve uzun dönemli hava trafiğini tahmin etmek için bir dizi yaklaşımı incelemişlerdir. Böylece, birkaç ekonometrik model yardımıyla İngiltere ve seçilen beş ülke arasındaki yolcu trafik talebi tahmin edilmiştir.

Lyneis (2000), hava yolculuk talebinin, iç ve dış olmak üzere iki faktörden etkilendiğini belirtmiştir. Buna göre bilet fiyatı iç faktör, GSMH ile nüfus dış faktör olarak düşünülmektedir.

Suryani, Chou ve Chen (2010), araştırmalarında, yolcu talep tahmini için bir modelin nasıl geliştirileceği ve gelecekteki talepleri karşılamak amacıyla pist ve yolcu terminal kapasitesindeki artışla ilişkili olan bazı senaryoların nasıl değerlendirileceğini irdelemektedirler. Ayrıca; bilet ücreti, hizmet seviyesi, GSYH, nüfus, günlük uçuş sayısı ve bekleme süresinin; yolcu sayısı, pist kullanımı ve yolcu terminal kapasite artışı ile ilgili olarak ihtiyaç duyulan toplam ek alana karar vermede önemli rol oynamadığını bulmuşlardır.

Brunetta, Righi ve Andreatta (2000), hava trafik akımlarını analiz etme ve havaalanı tesisleri için gerekli boyutlara karar vermenin üç şekilde yapılabileceğini söylemişlerdir. Bunlar; kuyruk teorisi, grafik analizi ve bilgisayar benzetimleridir.

Grosche, Rothlauf ve Heinzl (2007), çalışmalarında nüfus, GSMH ve alım gücü indeksi gibi hava ulaşımını etkileyebilecek bazı parametrelerden söz etmektedirler.

Bafail, Abed ve Jasimuddin (2000), uzun dönemli iç hat yolcu talebini tahmin etmek için model geliştirmişlerdir. Modeli formüle etmek için toplam giderler ve nüfus gibi açıklayıcı birkaç değişken kullanmışlardır.

Grosche ve arkadaşları (2007), çalışmalarında, şehirlerarasındaki yolcu hacmini belirlemek için iki Gravite modelini açıklamışlardır. Bu modeller, hava hizmet karakteristiklerini tanımlayan değişkenlerden ziyade, şehirlerin genel ekonomik faaliyetleri ve coğrafik karakterlerini tarif eden değişkenleri içermektedir. Böylece, her iki model de hiçbir hava hizmetinin verilmediği, tarihi verilerin bulunmadığı, mevcut hava ulaşım hizmet seviyesine erişilemediği veya doğru tahmin edilemediği şehirler için uygulanabilir. Birinci modelde, havaalanı bulunan şehir çiftleri, yakınlarındaki diğer havaalanlarından kaynaklanan rekabete maruz değildir, diğer model ise bütün şehir çiftlerini kapsamaktadır.

Gravite modellerinde, hava yolculuğunun iş/tatil yolculuklarını desteklediği (O'Connor, 1982) ve seçilen ekonomik ve sosyal değişkenlerden elde edilebileceği farz edilmektedir (Grosche ve arkadaşları, 2007). Genel olarak, bu değişkenler coğrafi-ekonomik ve hizmetle ilgili olmak üzere iki gruba ayrılabilmektedir (Rengaraju, Arasan, 1992; Kanafani, 1983). Coğrafi-ekonomik faktörler, ekonomik faaliyetleri ve havaalanları ile rotaların çevresindeki alanların coğrafi özelliklerini tarif eder (Jorge-Calderon, 1997). Hizmetle ilgili olanların ise, hava ulaşım sistemiyle ilgili ve coğrafi faktörlerin aksine havayollarının kontrolünde olduğundan söz edilmiştir. Temel gravite modelinde i ve j şehirleri arasındaki toplam yolcu hacmi (Grosche ve arkadaşları, 2007):

$$V = e * P * C * B * G * D * T \tag{4.1}$$

ile hesaplanır. Burada; P nüfus, C toplama alanı, B alım gücü indeksi, G gayri sâfi milli hâsıla, D coğrafi mesafe ve T ortalama seyahat süresidir.

Aleekseev ve Seixas (2009), tarafından hava taşımacılığında yolcu analizi için yapay sinir ağı tahmin modeli geliştirilmiştir. Bu yöntemin, verilerdeki uygun

özellikleri ortaya çıkarmak için bilgiyi ayrıştıran bir önişlem tekniğini kullandığından bahsedilmiştir. Yapay sinir ağı işleminin, geleneksel ekonometrik yaklaşımdan daha üstün olduğunu ve sadece az sayıda örnek bulunması durumunda dahi zaman serisinin davranışında bir genelleştirme sunduğunu ortaya çıkarmışlardır. Hava taşımacılığının, gelir ve nüfusun artması ile endüstri yapısının değişmesinden dolayı arttığını belirtmişlerdir. Çalışmada, melez yapay sinir ağı modelinin, değişkenlerin ayrışmasıyla ön-işlenen verinin, ağ başarısının gelişmesine izin verdiğini ve böylece hava taşımacılığında yolcuların talep tahmininde sonuçları uygun hale getirdiğinden söz edilmiştir. Zaman serisi analizinin, genellikle trend ve mevsimsellik gibi tanımlanabilir deterministik bileşenler ve rastgele gürültü (noise) içerdiğinden ayrıca stokastik bir hata bileşeni olan gürültünün model tanımını güçleştirdiğinden bahsetmişlerdir. Çoğu zaman serisi analizinde, modelin daha belirgin hale getirilmesi için gürültü bileşenini içermeyen yapıların olduğuna değinilmiştir.

Jurik (1992), mevsimsel verinin "dağınık" davranış gösterebileceğini ve bunun ön-işlenen veri ile önlenebileceğini bulmuştur. Kolarik ve Rudorfer (1994), zaman serisinde tamamen tahmini mevsimsel öğelerin modellenmesinde zorluklar olacağı sonucunu çıkarmışlardır.

Nelson, Remus ve O'Connor (1997), çalışmalarında sinir ağlarının mevsimselliği öğrenemediğini ve tahmin etme yeteneklerinin hasarlı olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu sebeple, sinir ağı modellemede daha iyi bir başarım sağlayan "melez sinir ağı modelini" geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, ulaşım talep tahmininde sinir ağlarını kullanmak için çok az girişim olduğunu belirtmişlerdir. Hava taşımacılığında ayrıca hizmet sağlayıcıların ve hükümetin düzenleyici acentelerinin 1985'te ICAO tarafından geliştirilen ve geleneksel modelleme tekniklerini kullanan "Hava Trafik Tahmini Kılavuzu"nu takip ettiklerinden söz edilmiştir.

Hava taşımacılığı modellemesi ve tahmininde kullanılan standart yaklaşım, iki farklı vektörün (biri sosyoekonomik değişkenlerden, diğeri de taşıma sistemi değişkeninden oluşturulmaktadır) eşleştirilmesi ve böylece hedef talep tahmininin gerçekleştirilmesi süreci olarak tanımlanabilir (Rengaraju ve Arasan, 1992).

Temel ekonometrik model, km başına toplam yolcu sayısını açıklamak için üç adet girdi kullanılmaktadır. Bunlar; gayri safi yurtiçi hâsıla, km başına ortalama bilet fiyatı ve kukla değişkendir (Civil Aviation Institute [CAI], 1998):

$$\ln\left(\frac{\text{APK}}{10^3}\right) = -10.1334 + 1.453319 * \ln\left(\frac{GDP}{10^3}\right) - 0.245187 * \ln(\text{YPD} * 10^6) - 0{,}283245 * KD \quad (4.2)$$

APK toplam yolcu-km, GDP gayri sâfi milli hâsıla, YPD km başına ortalama bilet fiyatı ve KD kukla değişkendir.

Lin ve Hong (2006), yılındaki çalışmasında, dünyadaki 20 ana havalimanının performansını belirlemek için "veri zarflama analizini" (DEA) kullanmışlardır. Bu analizin, "çoklu karar verme birimleri" (DMU) ile çoklu girdi ve çıktıların analizinde, yararlı bir araç olduğundan bahsedilmiştir. DEA'daki referans grubunun karşılaştırma amaçları için kullanılabilir olması nedeniyle, modelin özellikle işletim performansının değerlendirilmesi için uygun olduğu söylenmiştir. Çalışmada, DEA modeli kullanılarak uluslararası ana havalimanlarının işletim performansı değerlendirilmiştir. Burada, 20 adet havalimanı DMU'lar olarak seçilmiştir. Çalışmada seçilen havalimanlarından 10'u Kuzey Amerika'da, 5'i Avrupa'da, 1'i Avustralya'da, 4'ü ise Asya'da bulunmaktadır. Bu havalimanlarının beş özelliğe göre belirlendiği söylenmiştir. Bu özellikler: havaalanının mülkiyet durumu, boyutu, yeri, merkez havalimanı olma durumu ve ülkenin ekonomik büyüme oranıdır. İlk olarak havalimanları, özel mülkiyet, kamu ve özel (karma) mülkiyet ile kamu mülkiyeti olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Bu aşamada üç hipotez kurulmuştur. Bu hipotezler:

H_1: Özel ve kamu havalimanlarının işletim performansı arasında önemli bir fark yoktur.
H_2: Özel ve karma havalimanlarının işletim performansı arasında önemli bir fark yoktur.
H_3: Kamu ve karma havalimanlarının işletim performansı arasında önemli bir fark yoktur.

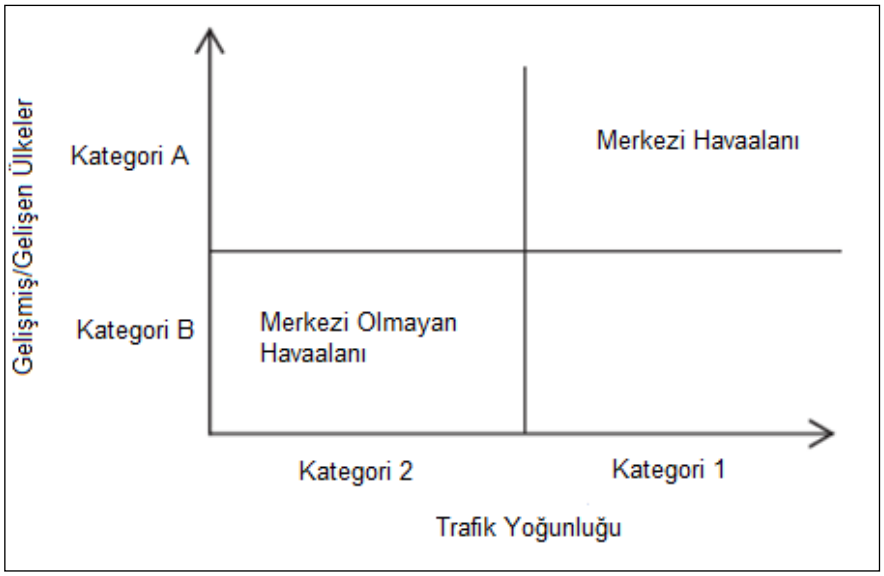
Çalışmada, havalimanı mülkiyetinin, havalimanı performansı üzerindeki etkisinin, havalimanının boyutuna kıyasla daha az olduğu belirtilmiştir. Havalimanı boyutu,

"taşınan trafik birimleri (UT)" cinsinden ölçülebilir (Martin- Cejas, 2002). UT, yolcu sayısı ile (kg yük/1000) toplamıdır. Buna göre havalimanları, eğer UT≤ 4x107 ise küçük havalimanı, UT> 4x107 ise büyük havalimanı olarak adlandırılmaktadır. Sonrasında bir hipotez daha kurulmuştur:

H_4: Büyük ve küçük havalimanlarının işletim performansı arasında önemli bir fark yoktur.

Trafik yoğunluğu ve ülke özelliğine göre havalimanları dört kategoriye ayrılmıştır (Ashford, 1994) (Şekil 4.1).

Kategori 1: yüksek transfer/transit trafik yoğunluğu
Kategori 2: düşük transfer/transit trafik yoğunluğu
Kategori A: gelişmiş ülkelerdeki havalimanları
Kategori B: gelişen ülkelerdeki havalimanları



Şekil 4.1 Havaalanı sınıflandırması (Ashford, 1994)

Kategori 1 ve Kategori A'yı sağlayanlar merkez (hub) havalimanı, Kategori 2 ve Kategori B'yi sağlayanlar merkezi olmayan (non-hub) havalimanı olarak gruplandırılmıştır. Buna göre beşinci hipotez şöyledir:

H_5: Merkezi (hub) ve merkezi olmayan (non-hub) havalimanlarının işletim performansı arasında önemli bir fark yoktur.

Amerika'daki 44 ana havalimanının işletim performansları üzerine yapılan çalışmada, Sarkis (2000), havalimanının bulunduğu yerin, havalimanı yeterliliği üzerinde etkisi olduğunu göstermiştir. Buna göre çalışmada, havalimanları Kuzey Amerika, Avrupa, Avustralya, Asya olmak üzere dört gruba ayrılmış ve aşağıdaki hipotezler kurulmuştur:

H_6: Kuzey Amerika ve Avrupa'daki havalimanlarının işletim performansları arasında önemli bir fark yoktur.
H_7: Kuzey Amerika ve Avustralya'daki havalimanlarının işletim performansları arasında önemli bir fark yoktur.
H_8: Kuzey Amerika ve Asya'daki havalimanlarının işletim performansları arasında önemli bir fark yoktur.
H_9: Avrupa ve Avustralya'daki havalimanlarının işletim performansları arasında önemli bir fark yoktur.
H_{10}: Avrupa ve Asya'daki havalimanlarının işletim performansları arasında önemli bir fark yoktur.
H_{11}: Avustralya ve Asya'daki havalimanlarının işletim performansları arasında önemli bir fark yoktur.

Yük taşımacılığı ile ekonomik gelişme arasında yakın bir ilişki vardır (Zhang, 2003; Wang, 1995). Buna göre çalışmadaki havalimanları, bulundukları ülkenin ekonomik büyümesi %1,9'u aşıyorsa yüksek-büyüme ekonomisinde, eğer %1,9'dan azsa düşük-büyüme ekonomisinde hizmet veriyor demektir. Sonuncu hipotez ise:

H_{12}: Yüksek ekonomik büyüme olan ülkelerde bulunan havalimanları ve düşük ekonomik büyüme olan ülkelerdeki havalimanlarının işletme performansları arasında önemli bir fark yoktur.

Veri zarflama analizi, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından, Farrell'ın (1957) parametrik olmayan üretim sınır fonksiyonu temel alınarak formüle edilmiştir. Veri Zarflama Analiz (DEA) modeli, çoklu karar verme birimleri olan DMU'ların göreceli yeterliliğini tahmin etmek için, çoklu girdi ve çıktıları temel alan matematiksel bir programlama kullanır. "Göreceli yeterlilik", DMU'nun etkili olup olmadığını belirler. Yeterli DMU, en uygun girdi ve çıktı değişken birleşimlerine sahiptir. Burada kabul edilen prosedüre önce DMU'lar için, sonrasında ise havalimanlarının işletme performansları için girdi ve çıktı değişkenleri seçilir. Diğer adımda, toplanan verilere bağlı olarak beş model uygulanır. Havalimanının yeterliliğini daha iyi anlamak için dört analiz yapılır. Daha sonra ise, üretilen on iki hipotez kontrol edilir. Havalimanlarının yeterlilik gruplandırılması, karar verme sürecine yardımcı olmak amacıyla yapılır (Lin ve Hong, 2006).

Özel, kamu ve karma mülkiyetli havalimanları arasında bir fark yoktur. Buna göre, H_1, H_2 ve H_3 hipotezleri kabul edilmiştir. Ayrıca, büyük ve küçük havalimanlarının işletme performansları arasında da bir fark bulunmadığı görülmüştür. Böylece, H_4 hipotezi kabul edilmiştir. Ayrıca, merkezi ve merkezi olmayan havalimanlarının işletme performansı açısından önemli farklılıklar gösterdikleri görülmüştür. Bu yüzden, H_5 hipotezini reddedilmiştir. Ayrıca, Kuzey Amerika ve Avrupa'daki havalimanlarının, Asya ve Avustralya'dakilere göre daha iyi işletme performanslarına sahip olduğu belirtilmiştir. H_6 ve H_{11} hipotezleri kabul edilmiş fakat H_7-H_{10} hipotezleri reddedilmiştir. Yüksek ekonomik büyüme oranına sahip ülkeler ile düşük ekonomik büyüme oranına sahip ülkeler arasında önemli fark olduğu belirtilmiştir. Bu sebeple, H_{12} hipotezi reddedilmiştir (Lin ve Hong, 2006).

Lin ve Hong (2006), tarafından yapılan çalışmada ayrıca havalimanının mülkiyet durumu ve boyutunun, havalimanının işletme performansıyla anlamlı bir şekilde ilişkili olmadığı, fakat merkez havalimanı mevcudiyetinin ve havalimanının konumunun, işletme performansıyla önemli derecede bağlantılı olduğu belirtilmiştir.

Ablanedo-Rosas ve Gemoets (2010), veri zarflama analizini kullanarak Meksika'daki 37 havaalanının işletme performanslarını sınamışlardır. Veri

analizinin, ya ölçeğe göre sabit getiri *(constant return to scale=CRS)* yani CCR-DEA modeli kullanılarak (Charnes, Cooper ve Rhodes, 1978) ya da ölçeğe göre değişken getiri (*variable return to scale=VRS)* yani BBC-DEA modelleri kullanılarak yapılabileceğini söylemişlerdir (Banker, Charnes ve Cooper, 1984). VRS'nin havaalanının sadece teknik yeterliliğini ölçerken, CRS'nin havaalanının teknik ve ölçek yeterliliğinin birleşiminden oluştuğunu belirlemişlerdir. Birincisinin havaalanlarının (karar verme üniteleri) kendi işleyişinden, ikincisinin ise işleyişin gerçekleştiği koşullardan kaynaklandığını söylemişlerdir.

Yeterlilik açısından havaalanlarının, devlete veya özel sektöre ait olması durumunda, performansta önemli bir fark olmadığını ortaya koymuşlardır. Çalışmaya göre, havaalanları eğer yolcu sayıları 1 milyondan büyükse ya da kargo miktarı 1 milyon tondan büyükse, büyük havaalanı olarak sınıflandırılmıştır. Wilcoxon testine göre büyük ve küçük havaalanlarının yeterlilikleri arasında önemli bir fark olmadığı söylenmiştir. Yine bu teste göre uluslararası uçuşlar gerçekleştiren havaalanları, sadece iç hat seferleri yapan havaalanlarına kıyasla yeterlilik açısından önemli bir fark sergilememektedir (Ablanedo-Rosas, Gemoets, 2010).

Wong ve Chung (2007), Tayvan iç hat yolcu sayısının son 10 yılda düşüş gösterdiğini ve 2007 yılında hızlı tren seferlerinin başlamasıyla havayollarının karşılaştığı rekabetin arttığını belirtmişlerdir. Bu nedenle, artan rekabet sektöründe iç hat yolcu kârlarının sürdürülmesi için yeni yolcu kazanma ve var olan yolcuları elde tutmanın önem kazandığından bahsetmişlerdir. Bu çalışma, son satın alma-sıklık-mali model ve C5.0 karar ağacı modellerini de içeren, "veritabanı sürecinden bilgi keşfini" (KDD) geliştirmiştir. İlk modelin, her yolcu için değer atadığını, ikinci modelin ise "kıymetli" olarak adlandırılan yolcular hakkındaki demografik bilginin, seyahat davranışının ve hizmet kalitesinin saptanması amaçlarıyla kullanıldığını belirtmişlerdir. Çalışmaya göre, havayolu işletme kârının % 80'inin, "kıymetli olarak nitelendirilen devamlı yolcu" sınıfı içerisinde kalan yolcuların % 20'sinin meydana getirdiği 80/20 kuralına göre devamlı yolcu kazanma ve elde tutmanın havayolu kârlılığını önemli derecede etkilediğinden söz edilmiştir. KDD, veritabanlarında tutulan yararlı bilgileri ortaya çıkarmak için veri manipülasyonu ve veri madenciliği

(DM) yaklaşımlarını kullanmaktadır (Cios, 2001). Çalışmada, havayolu veritabanındaki kıymetli olarak adlandırılan devamlı yolcuları belirlemek için; demografik bilginin, seyahat davranışının ve hizmet kalitesinin algılanması ile ilgili bilgi edinmek amacıyla KDD ve DM yaklaşımları uygulanmıştır. Ek olarak, havayolu şirketlerinin gelirlerini arttırmaları için, yolcular hakkında tam olarak bilgi sahibi olmaları gerektiği üzerinde durulmuştur.

4.3 Önceki çalışmaların yorumlanması

Yolcu tahmini yapılabilmesi için çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemlerden çoğu GSMH, çalışan nüfus, bilet fiyatı, sosyoekonomik veriler, yolcu geliri, yıllık otomobil satışı vb. değişkenlere bağlı olarak, yolcu tahmin modeli elde etmeye çalışmaktadır. Ancak bu verileri elde etmek zahmetlidir.

Son zamanlarda yolcu tahmininde kullanılmaya başlanan yapay sinir ağı modellerinin ise zaman serisindeki mevsimsel bileşeni ayıklayamadığının saptanması üzerine, yeni melez sinir ağları yöntemleri uygulanmaya çalışılmıştır. Uygulamadaki kullanım kolaylığı açısından ve diğer yöntemlerde kullanılan çoğu parametreye erişimin zorluğu gibi sebeplerle, bu çalışmada, gerçekleşmiş iç hat yolcu verileri kullanılarak trend analizi yapılmıştır.

BÖLÜM BEŞ
KULLANILAN YÖNTEMLER

5.1 Trend Analizi

Trend analizi, geçmiş verilerin davranışının gelecekte de aynı şekilde devam edeceği düşüncesiyle yapılan tahminsel bir analiz yöntemidir.

Bu çalışmada, Adnan Menderes, Antalya ve Esenboğa Havalimanlarına ait yolcu sayılarının gelecekteki 5 yıl için tahmini değerleri hesaplanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla bu havalimanları için DHMİ'den temin edilen 2001-2010 yıllarına ilişkin iç hat yolcu verilerine, Minitab® Programı yardımıyla zaman serisi (trend) analizi uygulanmıştır.

5.2 Mevsimsellik (Periyodisite) Analizi

Bir zaman serisinde, mevsimlere göre aynı davranışı gösteren bileşenler mevcuttur. Seri, bir yıldan daha kısa olan süreleri içeriyorsa, bu durumda seride bulunan mevsimselliğin ayıklanması gerekmektedir.

Mevsimsel (periyodik) özellik taşıyan yolcu sayısına ait zaman serisinden, mevsimsellik bileşeninin arındırılması işlemi, Fourier Analizi ile yapılmıştır.

Genel mevsimsellik denklemi (Bayazıt, 1995):

$$X(t) = \mu + \sum_{j=1}^{\infty}[A_j * \cos\left(\frac{2\pi j}{\omega}\right) t + B_j * \sin(\frac{\omega}{2\pi j})t] \quad (5.1)$$

Burada, X sürece ait herhangi bir parametredir (ortalama, standart sapma). Günlük değerlere ait seride ω=365, aylık değerlere ilişkin seride ω=12 olmak üzere mevsimsel bir bileşen bulunmaktadır. Yıllık değerlere ilişkin serilerde mevsimsel bileşen bulunmamaktadır. Denklemde bulunan A_j ve B_j katsayıları, serinin Fourier analizi ile belirlenmektedir.

Trendi ayıklanan serinin aylık ortalamaları, bir grafiğe çizilmiş ve bu grafiğin üzerine mevsimselliği de ayıklanan serinin aylık ortalamaları eklenmiştir. Bu fark ne kadar azsa, uygun trende göre mevsimselliğin o kadar iyi ayıklandığı görülmektedir. Böylece her iki analiz sonucu verilerin, birbirlerine ne kadar yakın olduğu belirlenmiştir.

5.3 Standardizasyon

Trendden ve mevsimsellikten kurtulan zaman serisi aşağıdaki denklem kullanılarak standardize edilmektedir (Bayazıt, 1995; Newbold, 2000):

$$Z = \frac{X-\mu}{\sigma} \qquad (5.2)$$

Burada X normal dağılımlı rastgele değişkeni, μ aylık verilerin ortalamasını ve σ ise aylık verilerin standart sapmasını ifade eder. Normal rastgele değişkenin (Z) ortalamasının 0, standart sapmasının 1 ve çarpıklığının da -0,5 ila +0,5 arasında olması durumunda, serinin Z standart normal dağılıma uyduğu kabul edilmektedir (Newbold, Carlson, Thorne, 2007).

Rastgele değişkenin, standart normal dağılımlı rastgele değişkene (Z) dönüştürülmesiyle, herhangi bir normal dağılımlı rastgele değişkenin olasılıkları elde edilebilir. Böylece her bir normal dağılımlı rastgele değişkenin olasılıklarını hesaplamak için standart normal tablo kullanılabilmektedir (Newbold, Carlson, Thorne, 2007).

5.4 Model Tayini

Bir önceki adımdaki işlemlerden sonra seriye model bulunması aşamasına geçilmiştir. Yapılan analizler sonucu elde edilen verilerin otokorelasyon grafiği çizdirilir ve bu grafiğe göre gecikme (lag) değerlerine bakılır. Gecikme değerleri eğer yüksek bir değerden başlıyor ve zamanla azalıyorsa, burada AR(1) modelinden

söz edilebilmektedir. Sonrasında AR(1) modeline ait artıkların otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafikleri çizdirilmektedir.

Eğer AR(1) modeline ait artıkların otokorelasyon ve kısmi otokorelasyonları güven sınırları içerisinde ise bu model uygun olmaktadır. Aksi durumda, bir başka modelin denenmesi gerekmektedir.

Genel otoregresif (AR) modelin denklemi aşağıdaki gibidir (Salas, 1993):

$$y_t = \mu + \sum_{j=1}^{p} \varphi_i \left(y_{(t-j)} - \mu\right) + \varepsilon_t \qquad (5.3)$$

Burada, μ, $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_p$ sabit parametrelerdir. ε_t ise rastgele değişkendir.

AR modelinin matematiksel anlamı, yolcuların bir havaalanında uçaktan inmesi ile birlikte belirli bir süre geldiği şehirde konaklaması ve sonrasında tekrar o havaalanından ayrılması sürecini tarif etmektedir.

Genel (ARMA) modeli, hem otoregresif (AR) hem de hareketli ortalama (MA) bileşenlerini içerir. Genel otoregresif (ARMA) modelinin denklemi aşağıdaki gibidir (Salas, 1993):

$$y_t = \mu + \sum_{j=1}^{p} \varphi_i \left(y_{(t-j)} - \mu\right) + \varepsilon_t - \sum_{j=1}^{q} \varphi_j \varepsilon_{(t-j)} \qquad (5.4)$$

Burada μ, $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_p$ sabit parametrelerdir. ε_t ise rastgele değişkendir.

ARMA modelinin anlamı ise, yukarıda belirtilen (AR) sürecini ve açıklanamayan rastgele bir süreci (MA) ifade etmektedir.

5.5 Seçilen Model İçin Dağılım Belirleme

AR (1) modelinin, artıklarının otokorelasyon ve kısmi otokorelasyonlarının güven sınırları içerisinde olduğu durumda, bu modele ait artıkların hangi dağılımla açıklanacağının belirlenmesi gerekmektedir. Burada H_0 ve H_1 hipotezleri

kurulmaktadır. H_0 hipotezi verinin belirli bir (örn. normal dağılım) dağılıma uyduğunu, H_1 hipotezi ise belirlenen dağılıma uymadığını iddia etmektedir. Önem seviyesinin yani p-değerinin, %95 güven aralığı kabul edildiği farz edilirse, p-değeri 0,05 olarak alınmaktadır. Eğer analiz sonucu bulunan p-değeri 0,05 değerinden düşükse, veri belirlenen (normal dağılım) dağılıma uymamaktadır. Ayrıca Anderson-Darling, Ryan-Joiner ve Kolmogorov-Smirnov normalite testleriyle bir dağılımın normal dağılıp dağılmadığı belirlenebilmektedir.

5.6 Tahminlerin Üretilmesi

Son aşama olarak, bulunan dağılım modelinden itibaren tüm işlemler tek tek geriye sarılarak, geleceğe yönelik sentetik tahminler üretilmektedir. $Z_{(t-1),}$ trendi ve mevsimselliği ayıklanan serinin standardize edilmesinden sonra elde edilen serinin sonuncu değeridir. Z_t değerinin hesabı ise modele göre değişmektedir (Salas, 1993):

Z_t değeri:

AR modelinde $Z_t = \alpha Z_{(t-1)} + \varepsilon_t$ (5.5)

ARMA modelinde $Z_t = \alpha Z_{(t-1)} + \varepsilon_t - \varphi\varepsilon_{(t-1)}$ (5.6)

olarak hesaplanmaktadır.

ε_t, verinin ortalaması ve standart sapmasına göre üretilen rastgele değişkenlerdir. ε(t-1)'nin ilk değeri, trendi ve mevsimselliği ayıklanan verinin, standardize edilmesinden sonra elde edilen artıklarının sonuncu değeridir. Sonraki ε(t-1) değerleri, bir önceki ay için hesaplanan rastgele sayının kullanılmasıyla bulunur. Bu değerlerin hesabından sonra, Y_t değeri de, $Y_{t=} \sigma * Z_t + \mu$ olarak bulunmaktadır. Son işlem basamağında ise havalimanının ilk başta bulunan trend denklemine, Y_t değerinin eklenmesiyle, tahmini sentetik aylık değerlere ulaşılmaktadır.

BÖLÜM ALTI
HAVALİMANLARI VE ANALİZ SONUÇLARI

6.1 Havalimanları

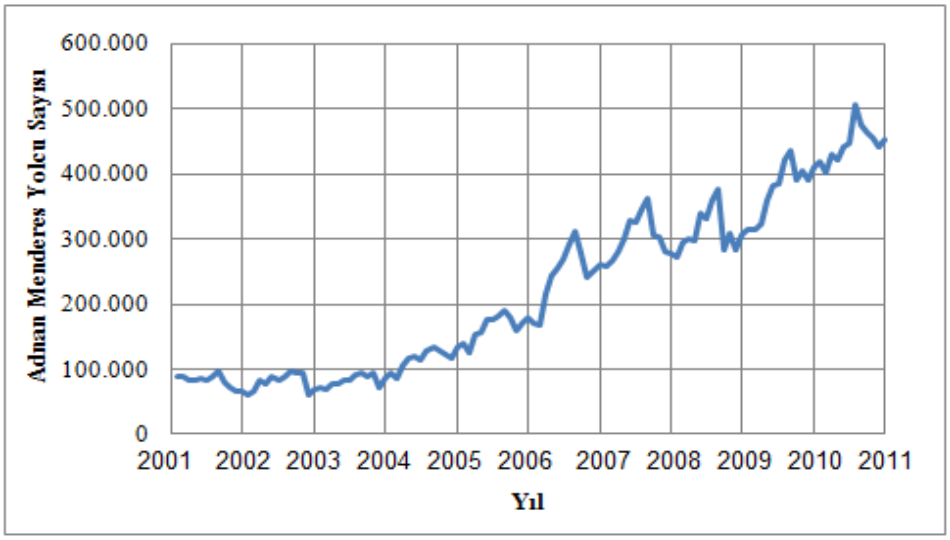
6.1.1 İzmir Adnan Menderes Havalimanı

Şehre uzaklığı 18 km olan havalimanı, 1987 yılında hizmete girmiştir. Sivil statüye sahip olup, iç ve dış hat trafiğine hizmet etmektedir. Biri acil durumlar için olmak üzere 2 adet kompozit pisti bulunmaktadır. Terminal binası toplam büyüklüğü 136.199 m^2'dir. Aprondaki uçak kapasitesi 34'tür. Havalimanına ulaşım otobüs, servis, taksi ve metroyla sağlanmaktadır (Şekil 6.1) (DHMİ, 2012).



Şekil 6.1 Adnan Menderes Havalimanı (DHMİ, 2012).

Şekil 6.2'de Adnan Menderes Havalimanı için 2001-2010 yılları gerçekleşen aylık iç hat yolcu verileri gösterilmiştir.



Şekil 6.2 Adnan Menderes Havalimanı 2001- 2010 yılı veriler

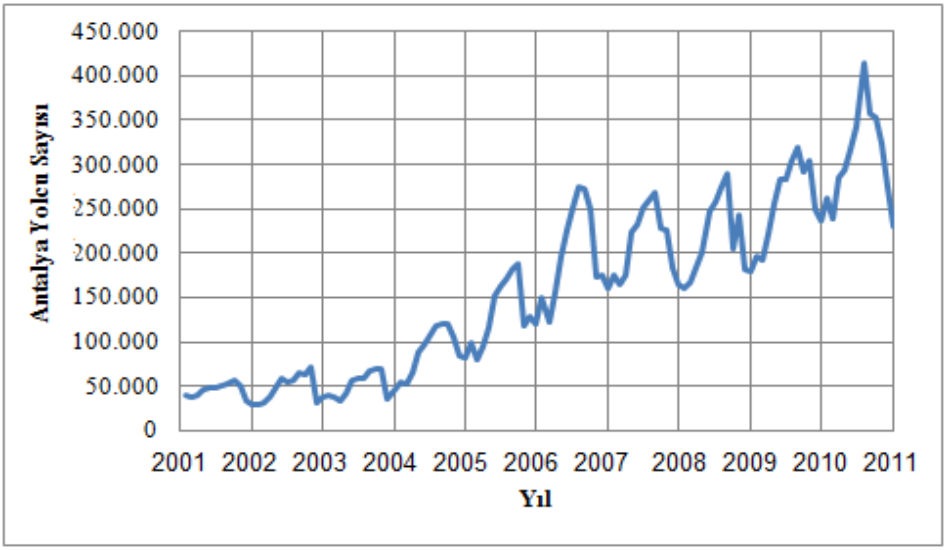
6.1.2 Antalya Havalimanı

Şehre uzaklığı 13 km olan havalimanı, 1960 yılında hizmete girmiştir. Sivil statüye sahip olup, iç ve dış hat trafiğine hizmet etmektedir. Biri kompozit ve ikisi beton olmak üzere 3 adet pisti bulunmaktadır. Terminal binası toplam büyüklüğü 168.159 m^2'dir. Aprondaki uçak kapasitesi 94'tür. Havalimanına ulaşım otobüs, servis, taksi ile sağlanmaktadır (Şekil 6.3) (DHMİ, 2012).



Şekil 6.3 Antalya Havalimanı (DHMİ, 2012).

Şekil 6.4'te Antalya Havalimanı için 2001-2010 yılları gerçekleşen aylık iç hat yolcu verileri gösterilmiştir.



Şekil 6.4 Antalya Havalimanı 2001-2010 yılı veriler

6.1.3 Ankara-Esenboğa Havalimanı

Şehre uzaklığı 28 km olan havalimanı, 1955 yılında hizmete girmiştir. Sivil statüye sahip olup, iç ve dış hat trafiğine hizmet etmektedir. 2 adet asfalt pisti bulunmaktadır. Terminal binası toplam büyüklüğü 182.000 m^2'dir. Aprondaki uçak kapasitesi 23'tür. Havalimanına ulaşım otobüs, servis, taksi ile sağlanmaktadır (Şekil 6.5) (DHMİ, 2012).



Şekil 6.5 Esenboğa Havalimanı (DHMİ, 2012).

Şekil 6.6'da Esenboğa Havalimanı için 2001-2010 yılları gerçekleşen iç hat yolcu verileri gösterilmiştir.

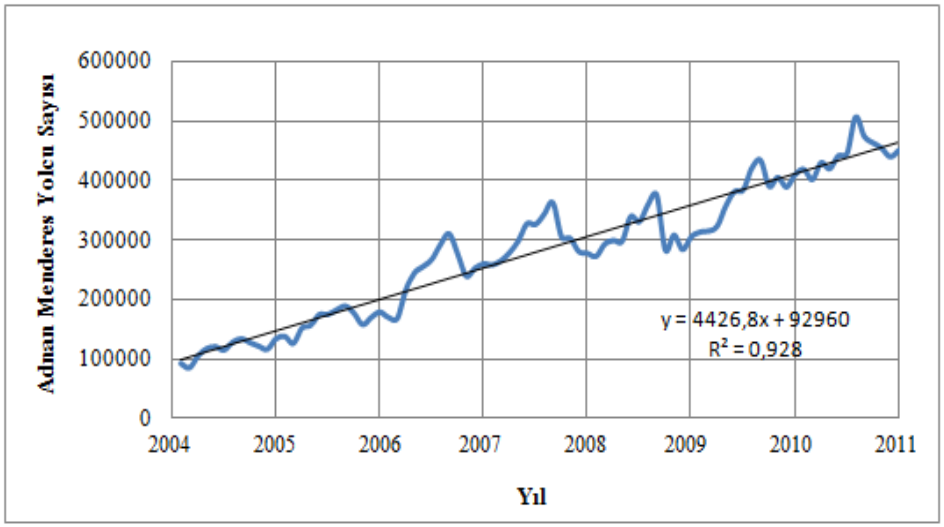


Şekil 6.6 Esenboğa Havalimanı 2001-2010 yılı veriler

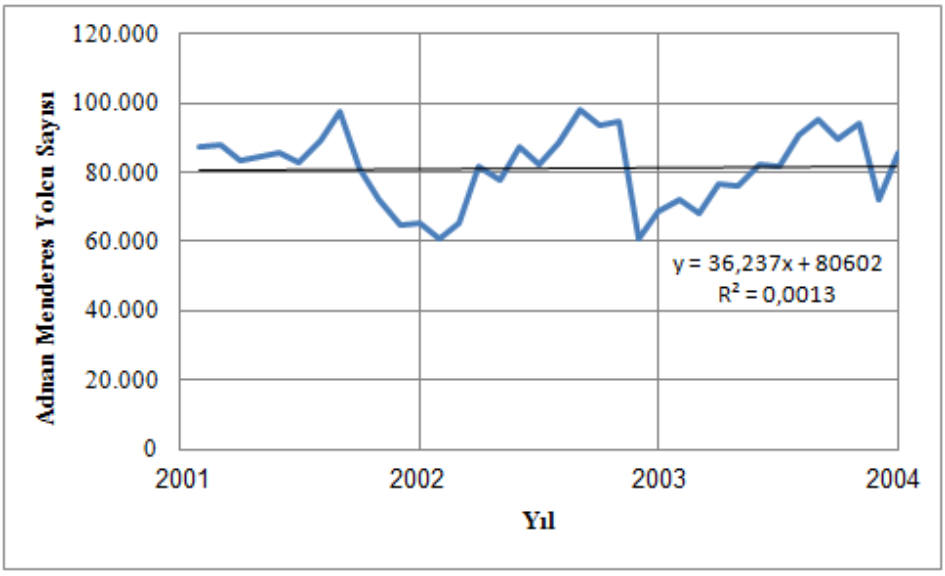
6.2 Analiz Sonuçları

6.2.1 İzmir Adnan Menderes Havalimanı Analiz Aşamaları ve Sonuçları

Adnan Menderes iç hat yolcu verilerinin zaman serisi grafiği aşağıdaki gibidir (Şekil 6.7). 2004 yılına kadar olan serinin trendi sıfıra yakın olduğu için bu veriler analizde kullanılmamıştır (Şekil 6.8).

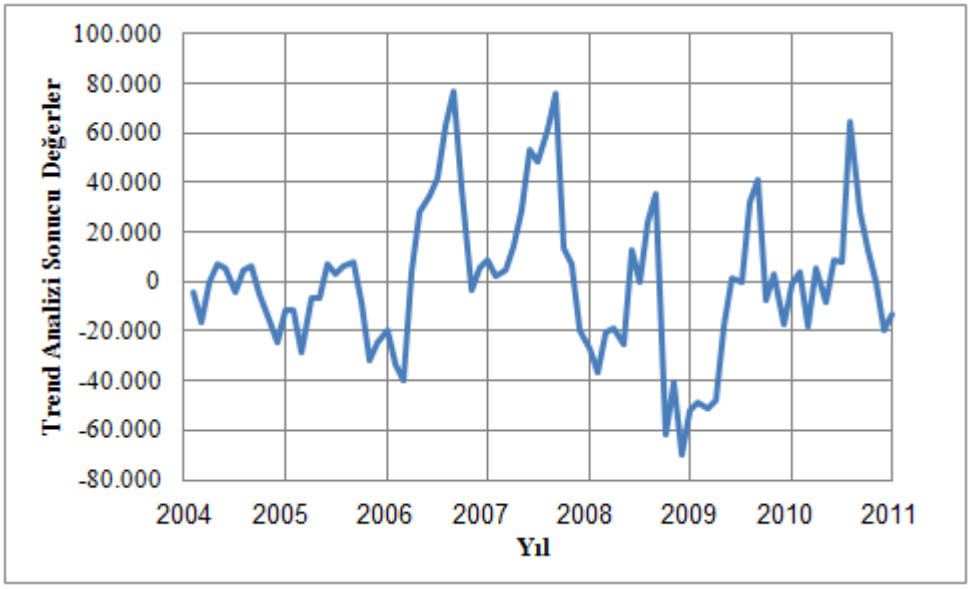


Şekil 6.7 Adnan Menderes Havalimanı 2004-2010 yılları aylık değerler

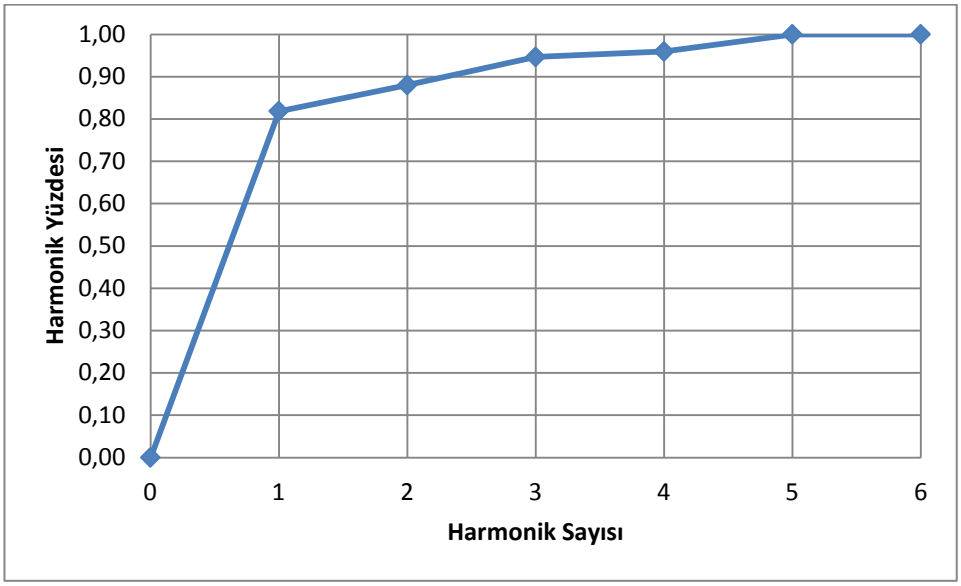


Şekil 6.8 2001-2003 yıllarına ait verilerin trendi

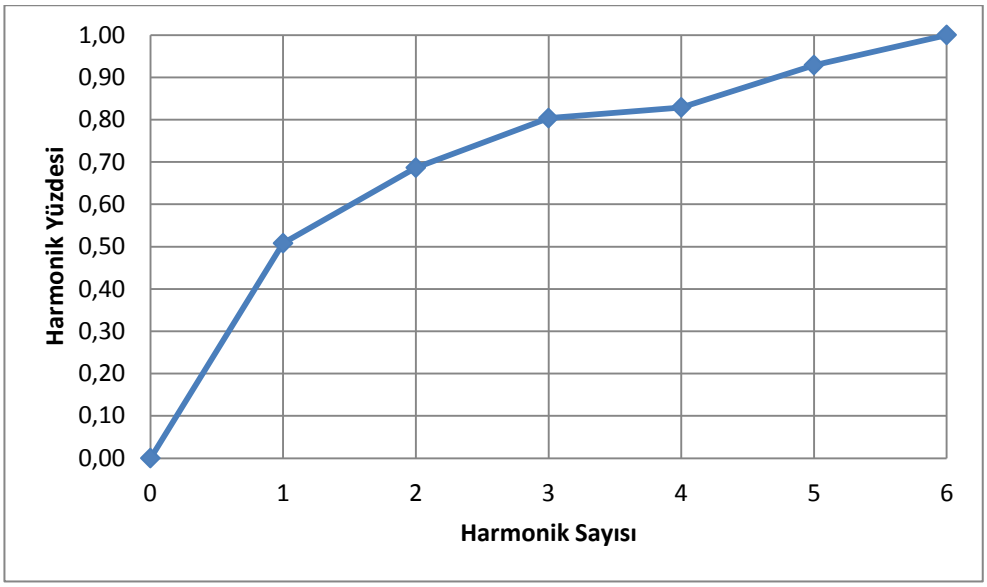
Serinin eğilim denklemi bulunarak asıl verilerle farkı alınmak suretiyle serinin trendi ayıklanmıştır ve trendi ayıklanan veri Şekil 6.9'da gösterilmiştir. Sonrasında serinin mevsimsel bileşeni Fourier analizi ile ayıklanmıştır. Mevsimsellik analiz sonucu ortalamalar için elde edilen anlamlı harmonik sayısı 1'dir (Şekil 6.10). Standart sapmalar için ise anlamlı harmonik sayısı çıkmadığı için standart sapmalarda mevsimsellik etkisinin görülmediği sonucuna varılmıştır (Şekil 6.11).



Şekil 6.9 Adnan Menderes Havalimanı trendi ayıklanmış değerler (2004-2010).

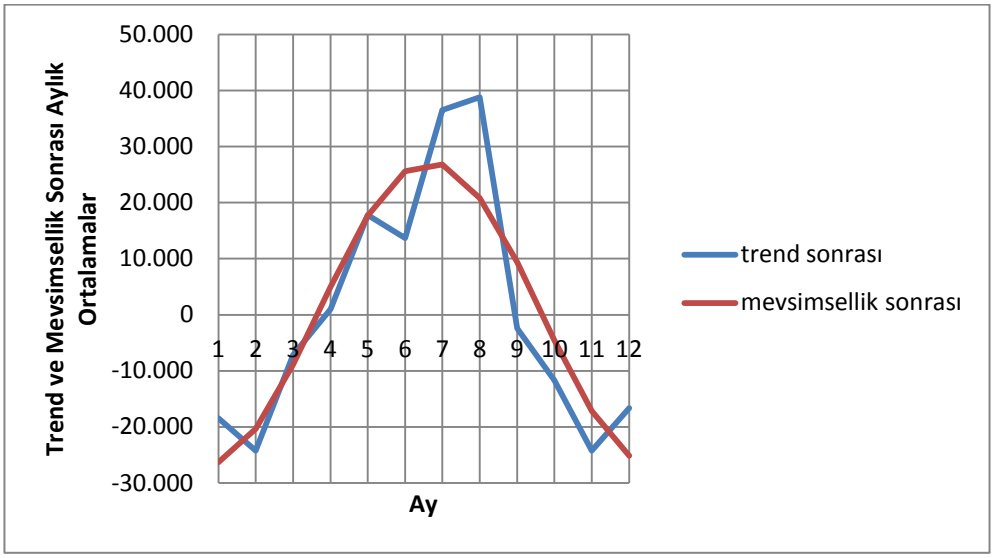


Şekil 6.10 Mevsimsellik analizi sonucu saptanan harmonik sayısı=1'dir.



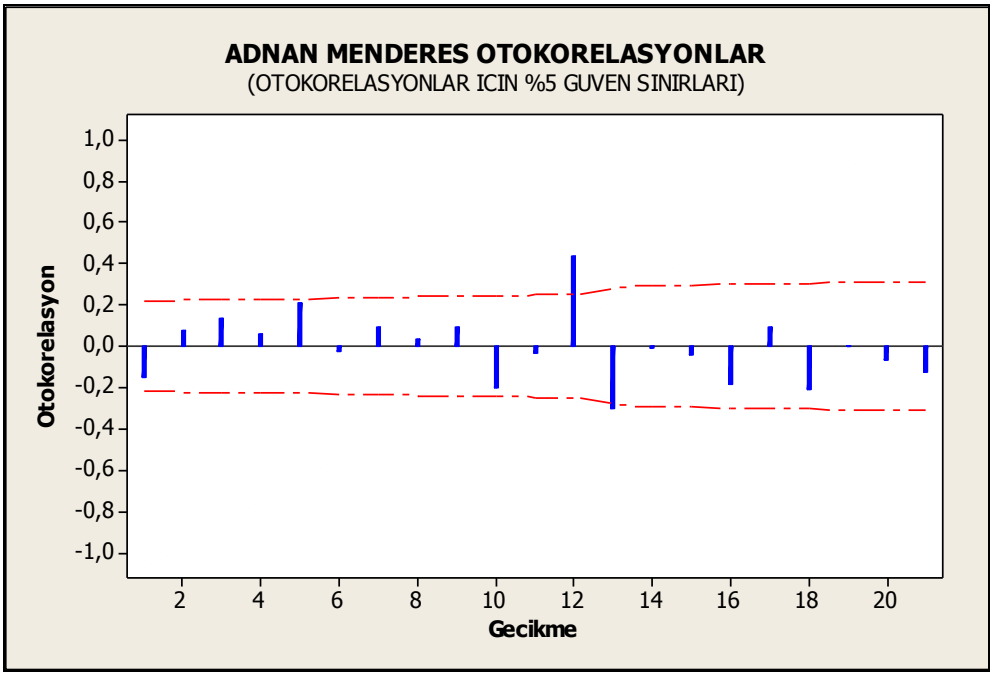
Şekil 6.11 Mevsimsellik analizi sonucu standart sapmalarda anlamlı bir harmonik sayısı çıkmamıştır.

Sadece trend ayıklanması sonucu elde edilen aylık veriler ve trendden sonra verilerin mevsimselliğinin de ayıklanması sonucu elde edilen aylık değerler Şekil 6.12'de gösterilmiştir.

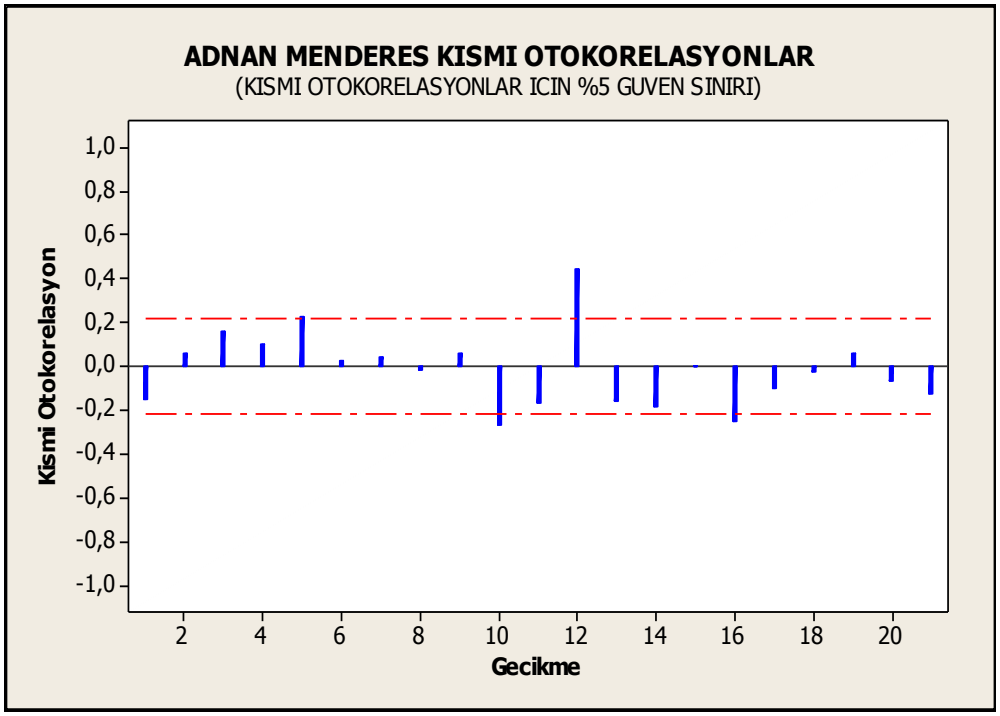


Şekil 6.12 Trend ayıklandıktan sonraki verilerin aylık ortalaması, mevsimsellik ayıklandıktan sonraki verilerin aylık ortalaması.

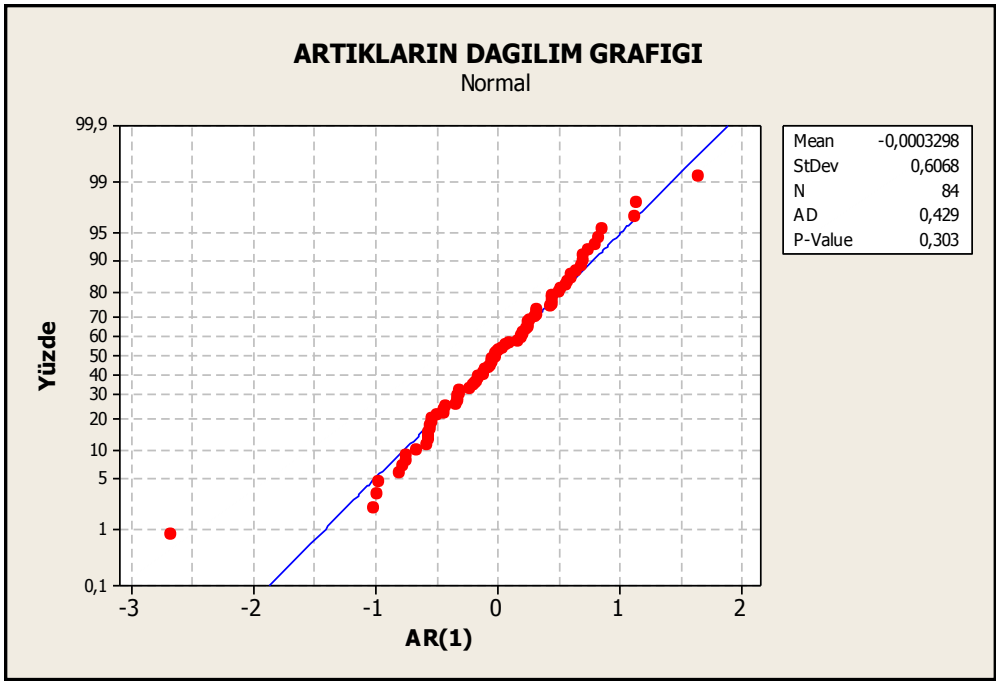
Adnan Menderes Havalimanı için AR(1) modeli seçilmiştir. Bu modelin artıklarının otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafikleri aşağıdadır (Şekil 6.13 ve Şekil 6.14). Artıkların dağılımı ise Şekil 6.15'te verilmiştir. Buna göre hem otokorelasyonlar hem de kısmi otokorelasyonlar, 5. gecikme değerine kadar güven sınırları içerisinde kaldıkları için seçilen AR (1) modeli uygundur.



Şekil 6.13 Adnan Menderes Havalimanı AR (1) modeli otokorelasyonlar.



Şekil 6.14 Adnan Menderes Havalimanı AR(1) modeli kısmi otokorelasyonlar.



Şekil 6.15 Adnan Menderes Havalimanı AR (1) modeli artıkların dağılımı.

İncelenen havalimanları için işlem aşamaları Tablo 6.1'de, Adnan Menderes Havalimanı için sentetik tahmin sonuçları Tablo 6.2'de verilmiştir.

Tablo 6.1 İncelenen havalimanları için ara işlem değerleri

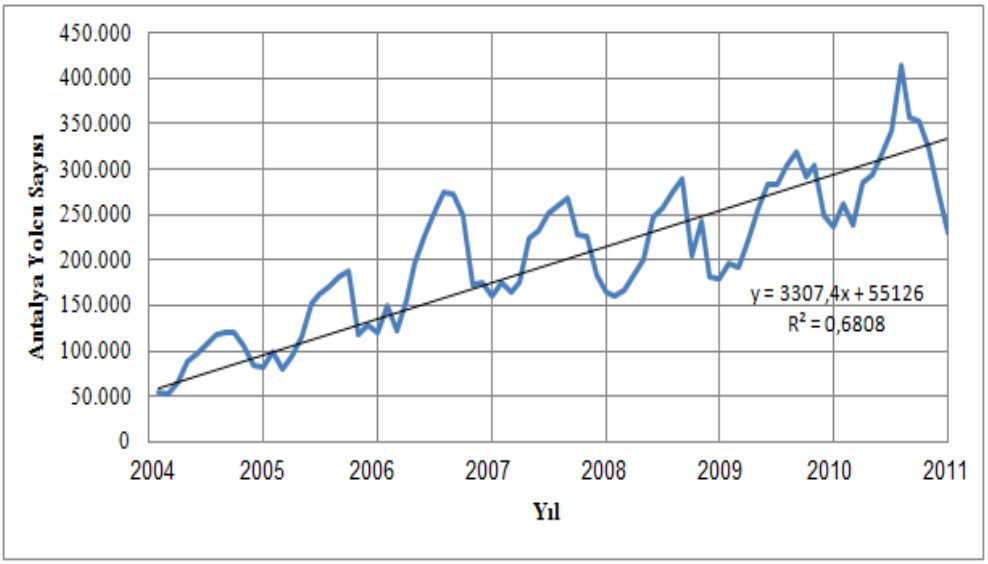
Havalimanı Adı	**Esenboğa**	**Antalya**	**Adnan Menderes**
Eğilim/regresyon türü	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal
R^2 değeri	0,9396	0,6808	0,9284
Trend Denklemi	y = 0,0159x + 11,94	y=3307,4x+55126	y=4426,8x + 92960
Mevsimsel analizde ortalamalar için harmonik sayısı	1	1	1
Standardizasyon sonrası*			
Ortalama*	0,0010	0,0000	0,0000
Standart sapma*	0,8335	0,6202	0,7682
Çarpıklık*	-0,1113	0,1184	-0,0907
Model	AR-1	ARMA (1,1)	AR-1
Model Katsayısı	α=0,6476	α=0,9467, θ=0,5516	α=0,6154
Z(t-1)	0,0741	-1,4982	0,4039
ε(t-1)	0,04930	-1,13609	0,45260

Tablo 6.2 Sentetik tahmin değerleri

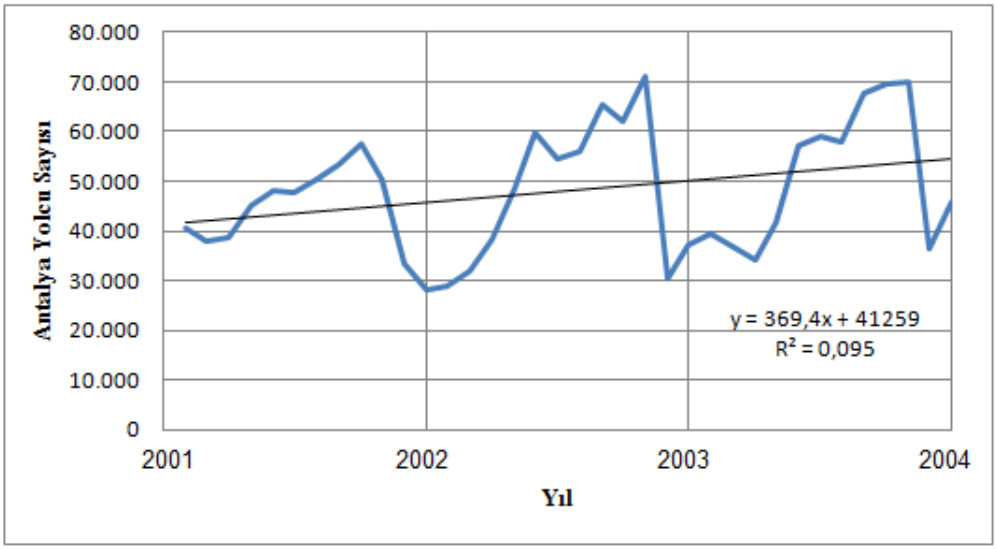
Yıl	**Adnan Menderes İç Hat YolcuTahminleri**
2011	5.736.644
2012	6.274.342
2013	7.006.145
2014	7.793.270
2015	8.115.582

6.2.2 Antalya Havalimanı Analiz Aşamaları ve Sonuçları

Antalya Havalimanı iç hat yolcu verilerinin zaman serisi grafiği aşağıdaki gibidir (Şekil 6.16). 2004 yılına kadar olan serinin trendi sıfıra yakın olduğu için bu veriler analizde kullanılmamıştır (Şekil 6.17)



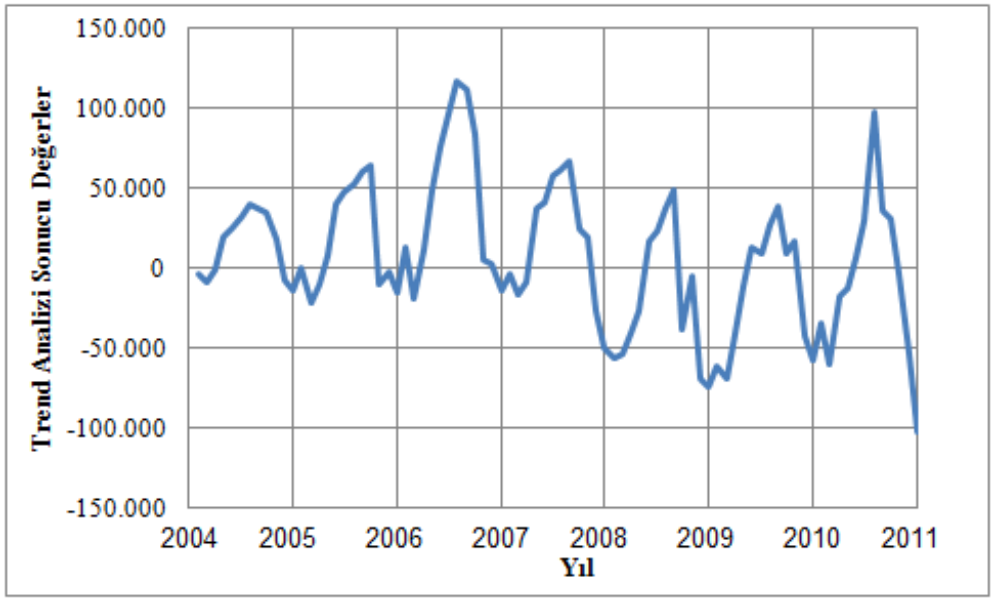
Şekil 6.16 Antalya Havalimanı 2004-2010 yılları aylık değerler.



Şekil 6.17 2001-2003 yıllarına ait verilerin trendi.

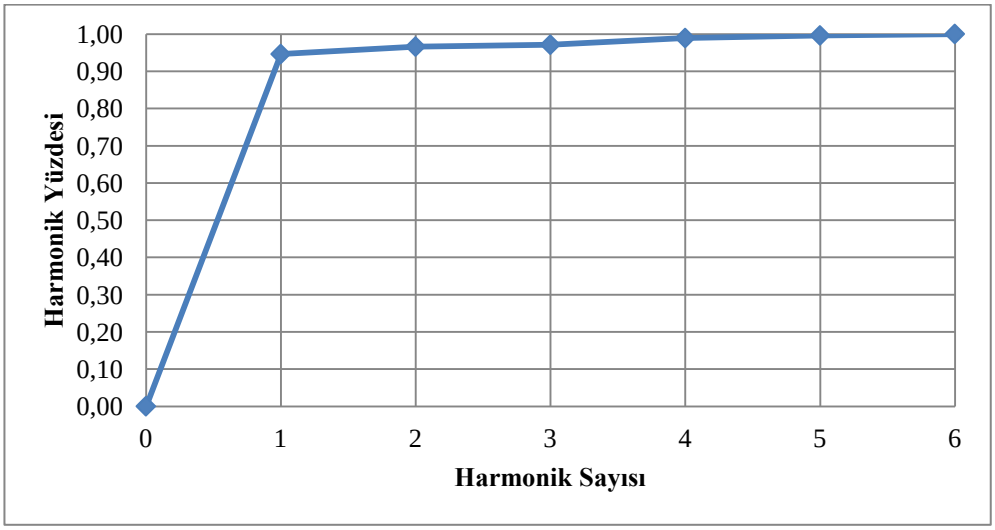
Antalya yolcu verileri için 2004 yılı öncesi (36 veri) ve toplam verilere (84) Student-t testi yapılmış ve değerinin -11,6401 olduğu bulunmuştur. Student-t

tablosundan % 95 değeri iki kuyruk için 0,025 değerine ve serbestlik derecesi=(84-1)-2=81'e karşılık gelen değer tablodan 1,98 olarak okunmuştur. Bu değer, tabloda okunan değerden küçük olduğu için verilerin homojen olmadığı ve ortalamalarının aynı toplumdan gelmediği sonucuna varılmıştır. Ayrıca Mann Whitney testine göre %95 güven aralığında W=697 test istatistiğinin p-değeri 0,00 < α= 0,05 olduğu için iki seri grubunun meydanlarının aynı toplumdan gelmediği görülmüştür. Böylece 2004 yılı öncesi veriler analizde kullanılmamıştır. Serinin eğilim denklemi bulunarak asıl verilerle farkı alınmak suretiyle serinin trendi ayıklanmıştır ve trendi ayıklanan veri Şekil 6.18'de gösterilmiştir.

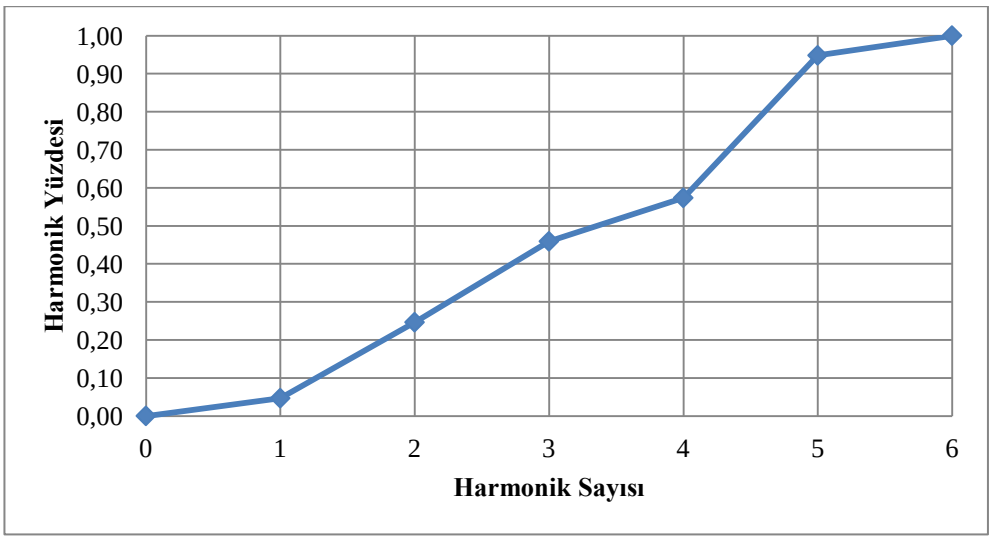


Şekil 6.18 Antalya Havalimanı trendi ayıklanmış değerler.

Sonrasında serinin mevsimsel bileşeni Fourier analizi ile ayıklanmıştır. Mevsimsellik analiz sonucu ortalamalar için elde edilen anlamlı harmonik sayısı 1'dir (Şekil 6.19). Standart sapmalar için ise anlamlı harmonik sayısı çıkmadığı için standart sapmalarda mevsimsellik etkisinin görülmediği sonucuna varılmıştır (Şekil 6.20).

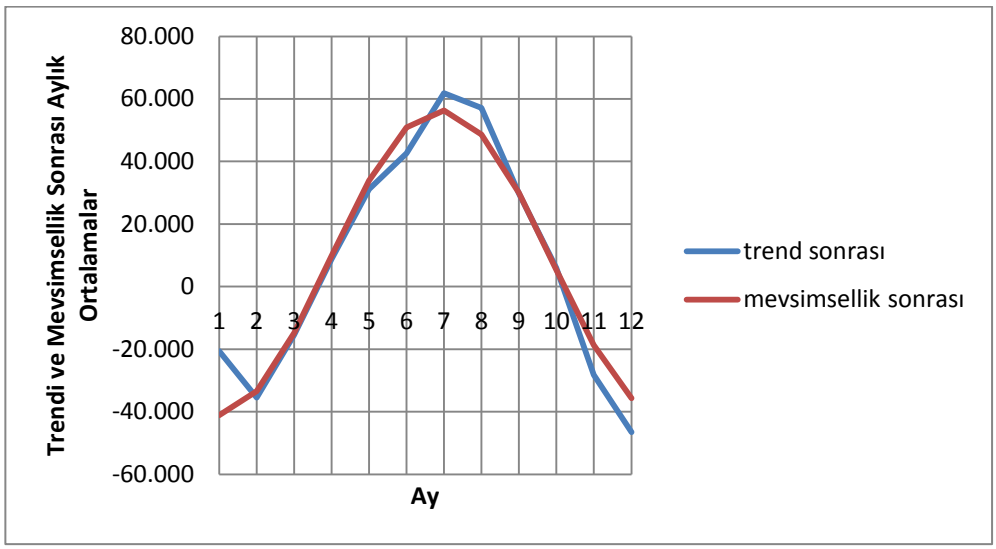


Şekil 6.19 Mevsimsellik analizi sonucu ortalamalar için saptanan anlamlı sayısı=1'dir.



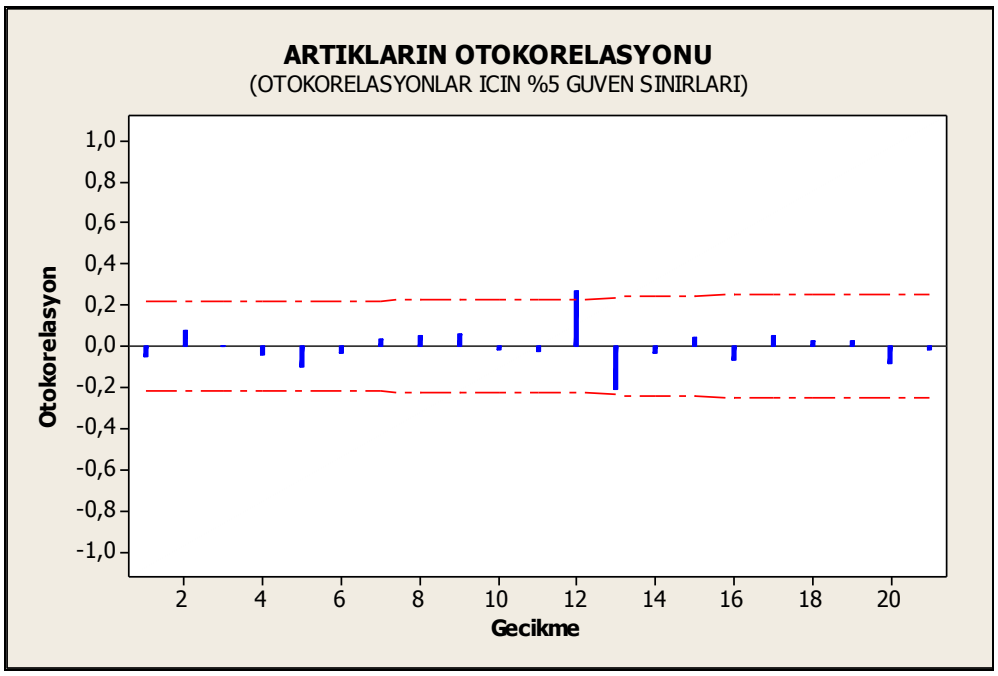
Şekil 6.20 Mevsimsellik analizi sonucu standart sapmalarda anlamlı bir harmonik sayısı çıkmamıştır.

Sadece trend ayıklanması sonucu elde edilen aylık veriler ve trendden sonra verilerin mevsimselliğinin de ayıklanması sonucu elde edilen aylık değerler Şekil 6.21'de gösterilmiştir.

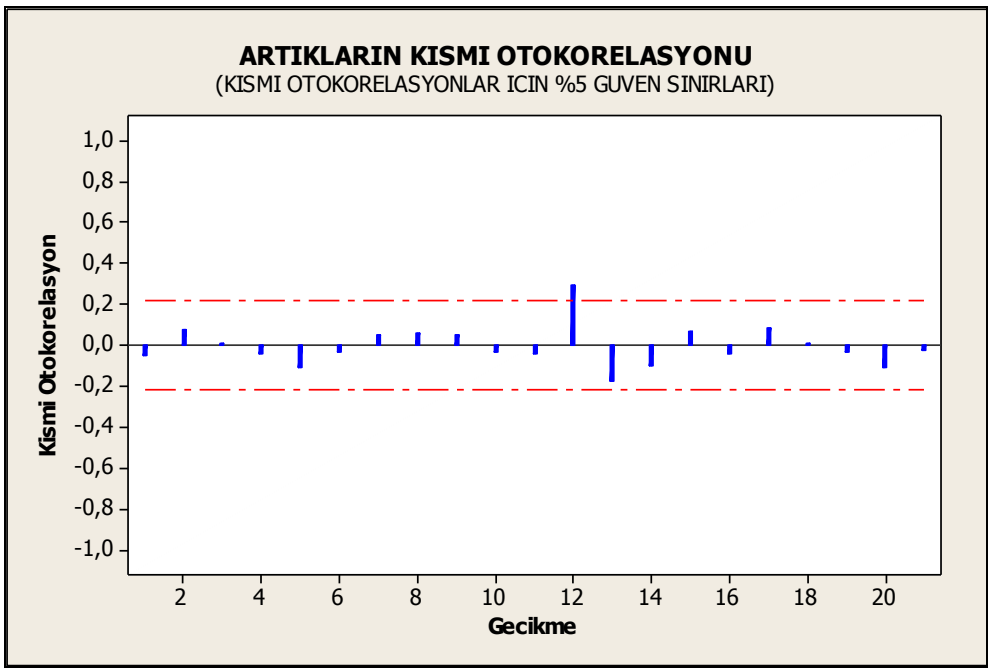


Şekil 6.21 Trend ayıklandıktan sonraki verilerin aylık ortalaması, mevsimsellik ayıklandıktan sonraki verilerin aylık ortalaması.

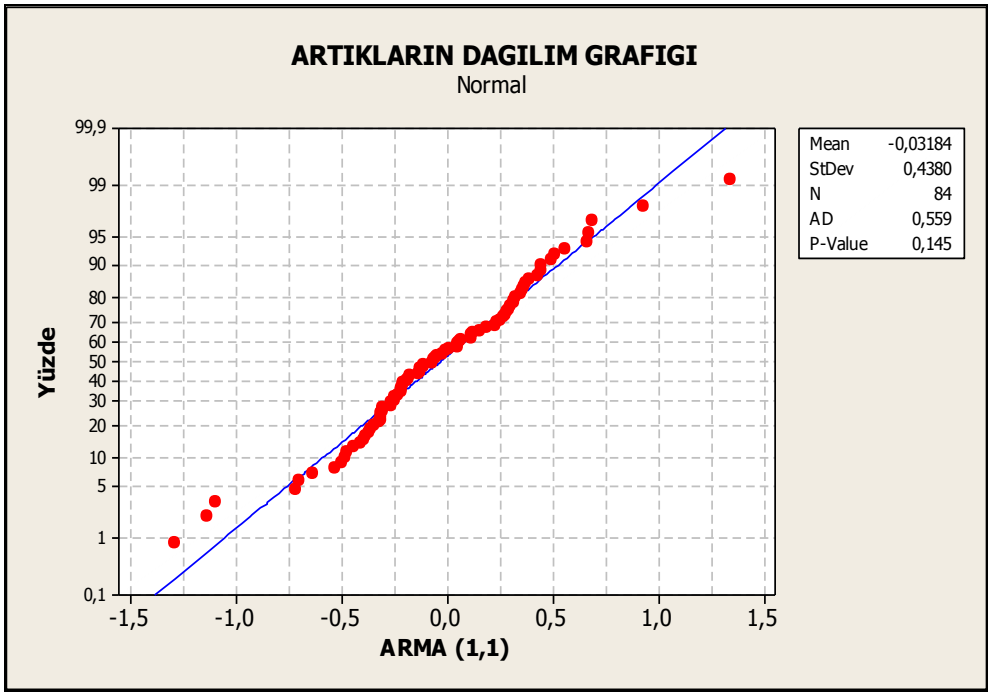
Antalya Havalimanı için AR(1) modeli 1. gecikme belirlenen güven sınırlarını aştığı için ARMA(1,1) modeli seçilmiştir. Bu modelin artıklarının otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafikleri aşağıdadır (Şekil 6.22 ve Şekil 6.23). ARMA(1,1) modeline ait artıkların dağılımı ise Şekil 6.24'te verilmiştir. Buna göre hem otokorelasyonlar hem de kısmi otokorelasyonlar, 12. gecikme değerine kadar güven sınırları içerisinde kaldıkları için seçilen ARMA (1,1) modeli uygundur.



Şekil 6.22 Antalya Havalimanı ARMA (1,1) modeli otokorelasyonlar



Şekil 6.23 Antalya Havalimanı ARMA (1,1) modeli kısmi otokorelasyonlar



Şekil 6.24 Antalya Havalimanı ARMA (1,1) modeli artıkların dağılımı.

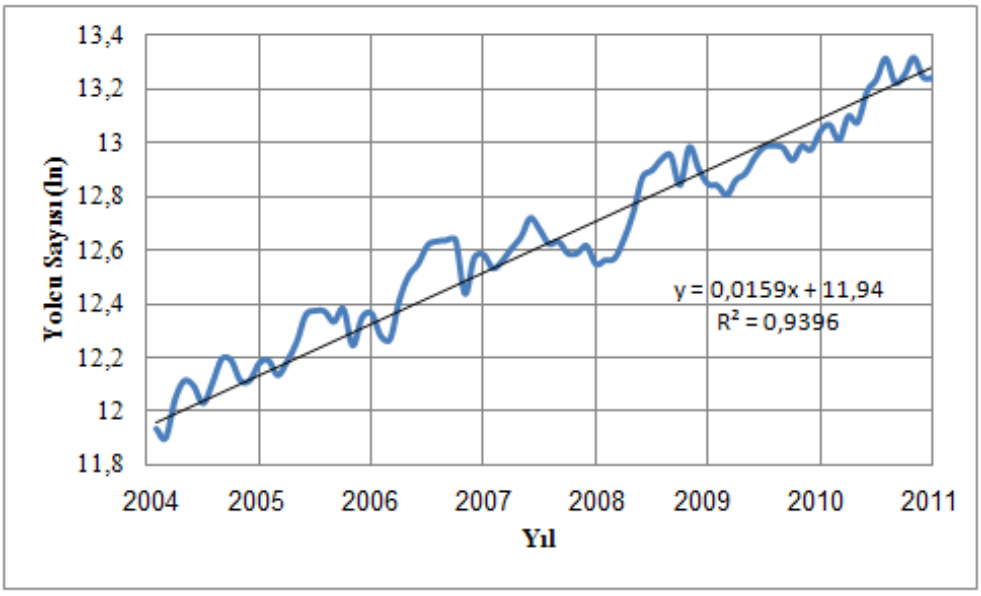
Üretilen sentetik tahminler, Adnan Menderes Havalimanında uygulandığı gibi burada da aynı şekilde üretilmiştir. Tahmin sonuçları Tablo 6.3'te verilmiştir.

Tablo 6.3 Sentetik tahmin değerleri

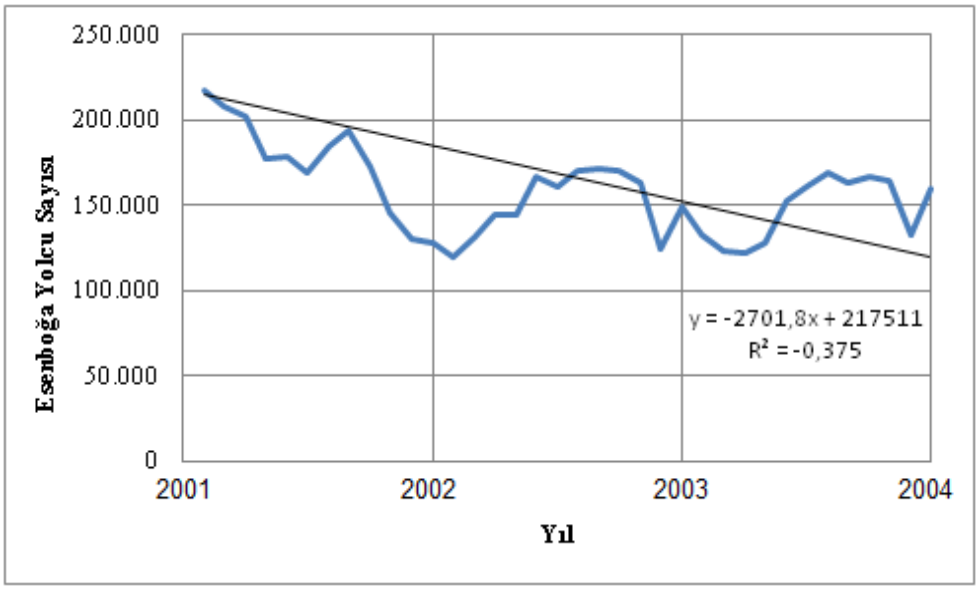
Yıl	Antalya İç Hat Yolcu Tahminleri
2011	4.160.872
2012	4.703.508
2013	5.208.501
2014	5.447.362
2015	5.788.160

6.2.3 Esenboğa Havalimanı Analiz Aşamaları ve Sonuçları

Esenboğa Havalimanı iç hat yolcu verilerinin doğal logaritma (ln) değerlerinin zaman serisi grafiği aşağıdaki gibidir (Şekil 6.25). 2004 yılına kadar olan serinin trendi sıfıra yakın olduğu için bu veriler analizde kullanılmamıştır (Şekil 6.26).

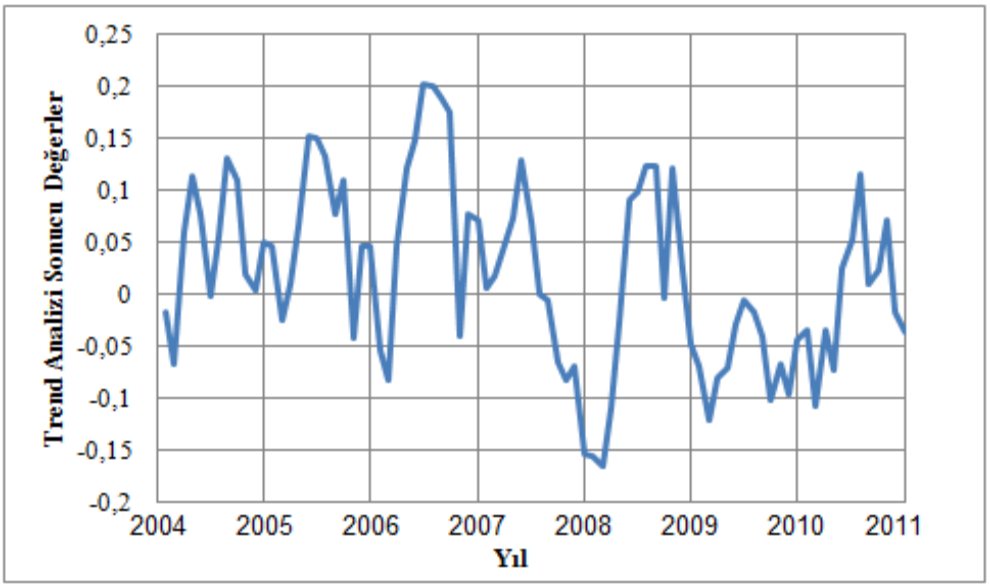


Şekil 6.25 Esenboğa Havalimanı 2004-2010 yılları aylık değerler.

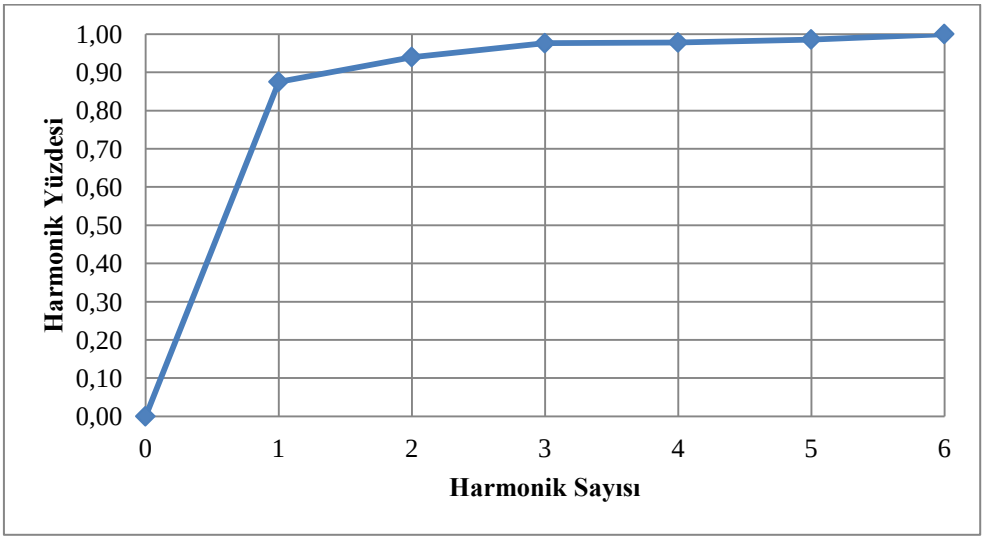


Şekil 6.26 2001-2003 yıllarına ait verilerin trendi.

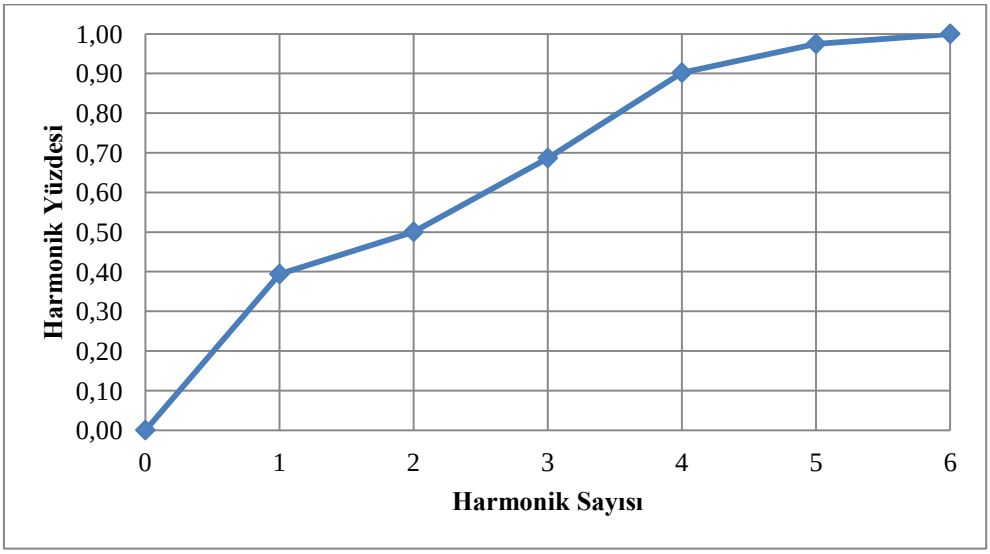
Serinin eğilim denklemi bulunarak asıl verilerle farkı alınmak suretiyle serinin trendi ayıklanmıştır ve trendi ayıklanan veri Şekil 6.27'de gösterilmiştir. Sonrasında serinin mevsimsel bileşeni Fourier analizi ile ayıklanmıştır. Mevsimsellik analiz sonucu ortalamalar için elde edilen anlamlı harmonik sayısı 1'dir (Şekil 6.28). Standart sapmalar için ise anlamlı harmonik sayısı çıkmadığı için standart sapmalarda mevsimsellik etkisinin görülmediği sonucuna varılmıştır (Şekil 6.29).



Şekil 6.27 Esenboğa Havalimanı trendi ayıklanmış değerler.

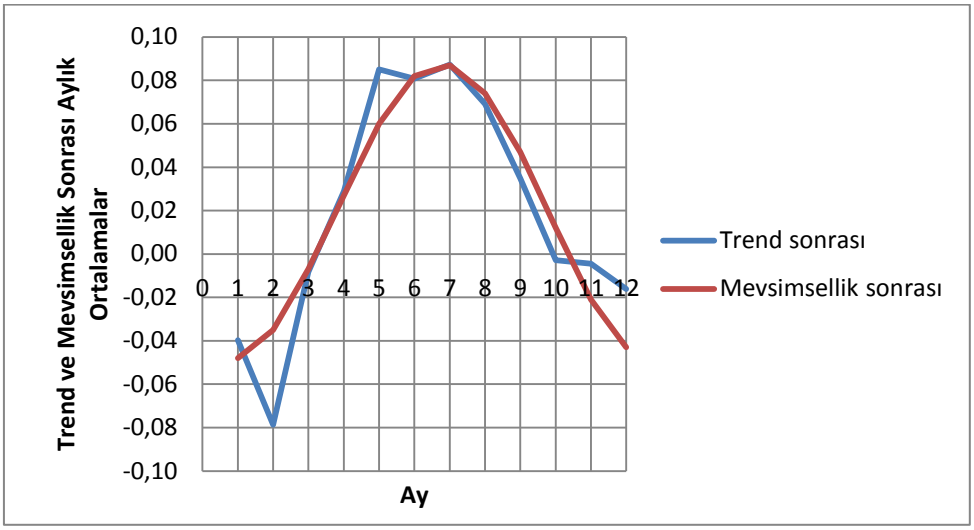


Şekil 6.28 Mevsimsellik analizi sonucu ortalamalar için saptanan harmonik sayısı=1'dir.



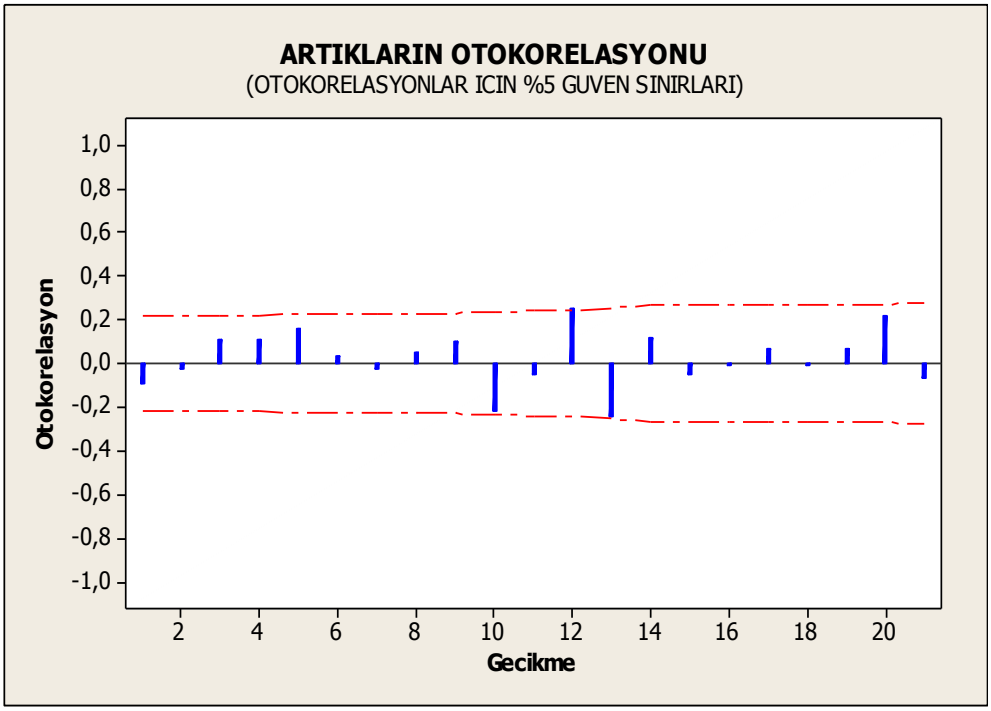
Şekil 6.29 Mevsimsellik analizi sonucu standart sapmalarda anlamlı bir harmonik sayısı çıkmadığı için standart sapmalarda mevsimsellik etkisi görülmemektedir.

Sadece trend ayıklanması sonucu elde edilen aylık veriler ve trendden sonra verilerin mevsimselliğinin de ayıklanması sonucu elde edilen aylık değerler Şekil 6.30'da gösterilmiştir.

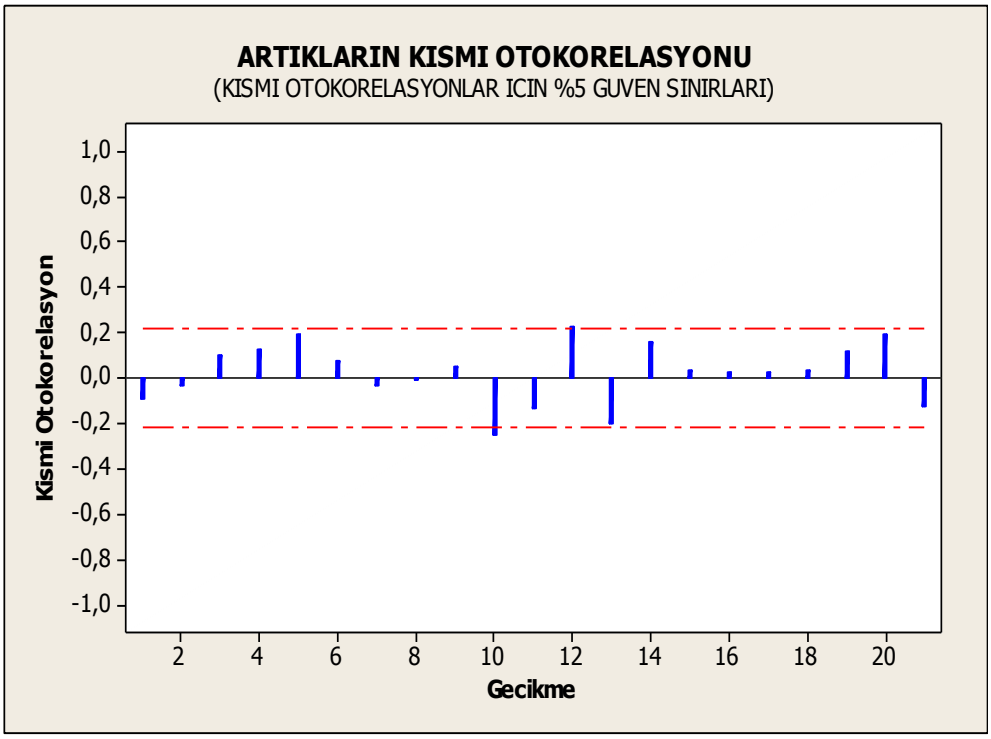


Şekil 6.30 Trend ayıklandıktan sonraki verilerin aylık ortalaması, mevsimsellik ayıklandıktan sonraki verilerin aylık ortalaması

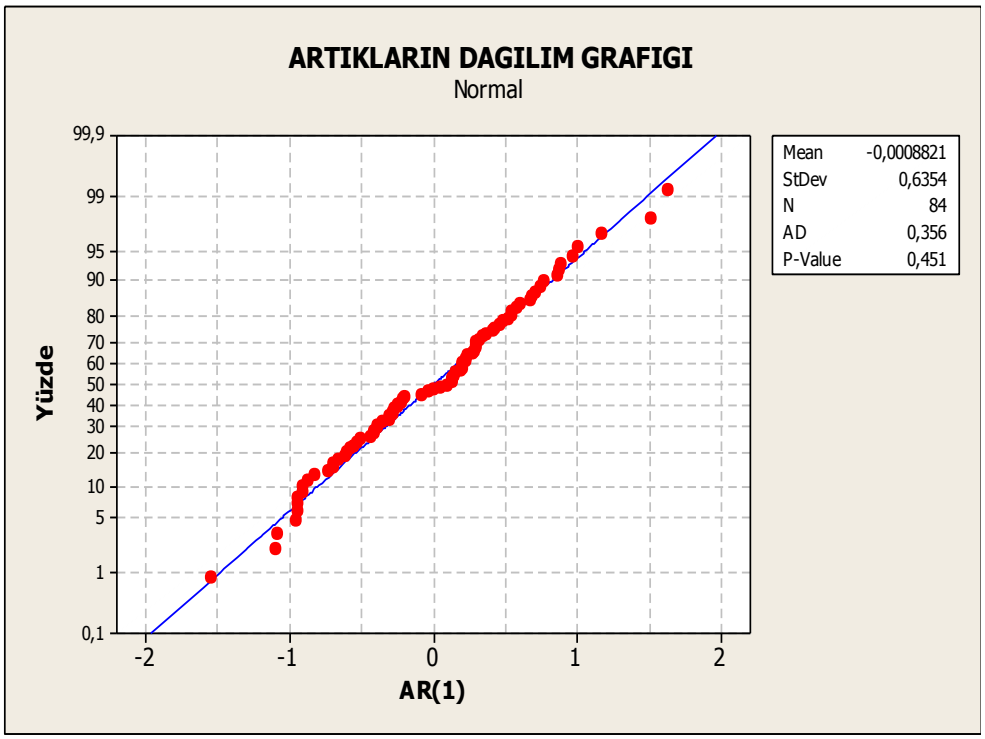
Esenboğa Havalimanı için AR(1) modeli seçilmiştir. Bu modelin artıklarının otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafikleri aşağıdadır (Şekil 6.31ve Şekil 6.32). Artıkların dağılımı ise Şekil 6.33'te verilmiştir. Buna göre hem otokorelasyonlar hem de kısmi otokorelasyonlar, 10. gecikme değerine kadar güven sınırları içerisinde kaldıkları için seçilen AR (1) modeli uygundur.



Şekil 6.31 Esenboğa Havalimanı AR(1) modeli otokorelasyonlar



Şekil 6.32 Esenboğa Havalimanı AR(1) modeli kısmi otokorelasyonlar



Şekil 6.33 Esenboğa Havalimanı AR (1) modeli artıkların dağılımı.

Bulunan dağılım modelinden itibaren tüm işlemler tek tek geriye sarılarak, en son trend denklemi de eklenerek, geleceğe yönelik tahminler yapılmıştır. Tahmin sonuçları Tablo 6.4'te verilmiştir.

Tablo 6.4 Sentetik tahmin değerleri

Yıl	Esenboğa İç Hat Yolcu Tahminleri
2011	7.341.812
2012	10.517.958
2013	11.359.732
2014	13.842.512
2015	16.080.160

BÖLÜM YEDİ
İÇ HAT YOLCULUKLARININ SOSYOEKONOMİK DEĞİŞKENLERLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde, yolcu ve uçak sayısı ile yük miktarlarının bağlı olduğu farklı değişkenlerden bahsedilecektir. Bu değişkenler, ekonomik ve mali olabildiği gibi sosyokültürel ve demografik de olabilmektedir. Bir ülkeye ait bu farklı değişkenler yardımıyla, havalimanlarına ilişkin yolcu, uçak ve yük miktarlarının hangi şartlara bağlı olarak artış veya azalış gösterebileceği saptanmakta ve gelecek tahminlerinde farklı senaryolar üretilerek daha gerçekçi tahminlerin yapılması sağlanmaktadır. Örneğin, iki ülke arasında ticari mal alım satımı gerçekleştirildiğinde, bu durum ithalat ve ihracata yansımakta ve böylece uçak trafiğinde artışa sebep olmaktadır. İthalat ve ihracatın durdurulmasıyla uçak trafiğinin azalacağı da aşikârdır. Bu nedenle, tahminlerin çeşitli etkenlere bağlı olduğunu ve bu etkenlerdeki değişimlerden etkileneceğini göz önünde bulundurmak, hava trafik davranışının daha doğru modellenmesinde önemli bir adımdır.

İlk adım olarak, incelenen havalimanlarına ait toplam yolcu sayısı ile ithalat, ihracat ve dış ticaret hacmi incelenmiştir. 1991-2010 yıllarına ilişkin İzmir Adnan Menderes, Antalya ve Esenboğa Havalimanlarının toplam yolcu (iç ve dış hat) sayısının ithalat, ihracat ve dış ticaret hacmine bağlı olarak değişimi Tablo 7.1, Tablo 7.2 ve Tablo 7.3'te verilmiştir. Regresyon analizinin anlamlı olması için, T istatistiği 2'den büyük veya -2'den küçük olmalı, P istatistiği ise 0,05'ten küçük olmalıdır. Ayrıca, R^2 değeri ne kadar büyük ise, değişkenler arasındaki ilişki o derece fazladır.

İthalat ve ihracatın birlikte kullanıldığı denklemler anlamlı sonuçlar vermemektedir. Yolcu sayısının, sadece ithalat, sadece ihracat ve sadece dış ticaret hacmi ile kıyaslandığı durumlarda anlamlı ilişkiler elde edilebilmektedir. Yolcu sayısı ile ithalat, ihracat ve dış ticaret hacminin ayrı ayrı karşılaştırılması sonucu bağımlı değişken olan yolcu sayısı ile bağımsız değişkenler olan ithalat, ihracat ve dış ticaret hacmi arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Buna göre, ithalat ve ihracattaki artış, yolcu sayısının da artmasına neden olmaktadır.

Tablolardaki hesaplama değerlerinden koyu renkli olarak belirtilenler anlamlı çıkan sonuçlardır.

Tablo 7.1 İzmir yolcu sayısının ithalat, ihracat ve dış ticaret hacmi ile ilişkisi

DENKLEM	İzmir Toplam Yolcu = 1513241 - 0,0052 ihracat + 0,0273 ithalat	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	5,25	0,000
İhracat	-0,13	0,898
İthalat	1,05	0,308
R^2	% 80	
DENKLEM	**İzmir Toplam Yolcu = 1573520 + 0,0365 ihracat**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**5,55**	**0,000**
İhracat	**8,06**	**0,000**
R^2	**% 78**	
DENKLEM	**İzmir Toplam Yolcu = 1517302 + 0,0239 ithalat**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**5,44**	**0,000**
İthalat	**8,38**	**0,000**
R^2	**% 80**	
DENKLEM	**İzmir Toplam Yolcu = 1533794 + 0,0145 dış ticaret hacmi**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**5,49**	**0,000**
Dış ticaret hacmi	**8,31**	**0,000**
R^2	**% 79**	

Tablo 7.2 Antalya yolcu sayısının ithalat, ihracat ve dış ticaret hacmi ile ilişkisi

DENKLEM	Antalya toplam yolcu = 1912903 + 0,145 ihracat + 0,0078 ithalat	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	2,62	0,018
İhracat	1,44	0,169
İthalat	0,12	0,907
R^2	% 92	
DENKLEM	**Antalya toplam yolcu = 1930195 + 0,157 ihracat**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**2,77**	**0,013**
İhracat	**14,13**	**0,000**
R^2	**% 92**	
DENKLEM	**Antalya toplam yolcu = 1799075 + 0,102 ithalat**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**2,41**	**0,027**
İthalat	**13,27**	**0,000**
R^2	**% 91**	
DENKLEM	**Antalya toplam yolcu = 1825967 + 0,0619 dış ticaret hacmi**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**2,55**	**0,020**
Dış ticaret hacmi	**13,83**	**0,000**
R^2	**% 91**	

Tablo 7.3 Ankara yolcu sayısının ithalat, ihracat ve dış ticaret hacmi ile ilişkisi

	Ankara toplam yolcu = 2339465 - 0,0263 ihracat + 0,0366 ithalat	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	7,14	0,000
İhracat	-0,58	0,570
İthalat	1,24	0,232
R^2	% 67	
DENKLEM	**Ankara toplam yolcu = 2420194 + 0,0295 ihracat**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**7,42**	**0,000**
İhracat	**5,67**	**0,000**
R^2	**% 64**	
DENKLEM	**Ankara toplam yolcu = 2360069 + 0,0196 ithalat**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**7,38**	**0,000**
İthalat	**5,97**	**0,000**
R^2	**% 66**	
DENKLEM	**Ankara toplam yolcu = 2379234 + 0,0118 dış ticaret hacmi**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**7,4**	**0,000**
Dış ticaret hacmi	**5,87**	**0,000**
R^2	**% 66**	

İkinci adım olarak havalimanlarına iniş/kalkış yapan uçak sayısı ile ithalat, ihracat ve dış ticaret arasındaki ilişki incelendiğinde, yolcu sayıları ile ithalat, ihracat ve dış ticaret arasındaki ilişkiye benzer bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Tablo 7.4).

Tablo 7.4 İzmir toplam uçak sayısının ithalat, ihracat ve dış ticaret hacmi ile ilişkisi

DENKLEM	İzmir toplam uçak = 21002 - 0,000152 ihracat + 0,000276 ithalat	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	9,58	0,000
İhracat	-0,50	0,623
İthalat	1,40	0,180
R^2	% 79	
DENKLEM	**İzmir toplam uçak = 21612 + 0,000269 ihracat**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**9,81**	**0,000**
İhracat	**7,65**	**0,000**
R^2	**% 77**	
DENKLEM	**İzmir toplam uçak = 21122 + 0,000178 ithalat**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**9,90**	**0,000**
İthalat	**8,13**	**0,000**
R^2	**% 79**	
DENKLEM	**İzmir toplam uçak = 21273 + 0,000107 dış ticaret hacmi**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**9,88**	**0,000**
İhracat	**7,99**	**0,000**
R^2	**% 78**	

Yolcu sayısı ile farklı taşıt sahiplikleri arasındaki ilişki incelendiğinde, Tablo 7.5 elde edilmiştir.

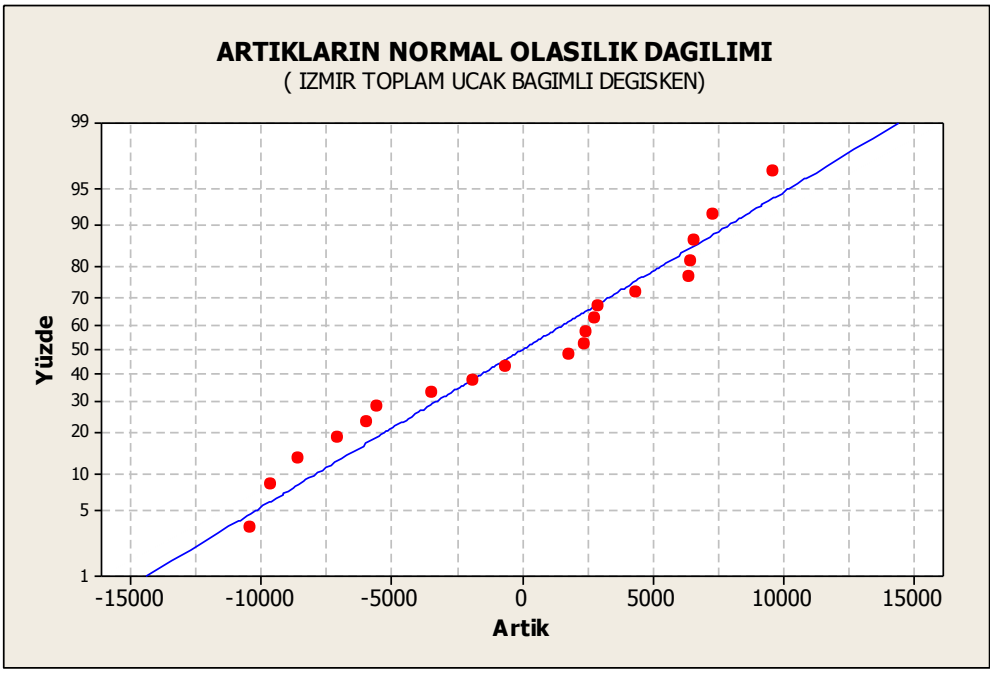
Tablo 7.5 Ankara yolcu sayısının oto sahipliği ve otobüs sayısı ile ilişkisi

DENKLEM	Ankara yolcu = - 6763839 + 4,08 oto sahipliği - 84,7 otobüs	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**-9,35**	**0,000**
Oto sahipliği	**6,30**	**0,000**
Otobüs	**-4,23**	**0,004**
R^2	**% 97**	

Bu denkleme göre, 2001-2010 yıllarına ait Ankara yolcu sayısı ile otomobil sahipliği ve otobüs sayısı verileri kıyaslandığında, otomobil sayısının artışı ile yolcu

sayısının arttığı, fakat otobüs sayısının artışıyla yolcu sayısının azaldığı görülmektedir. Bunun sebebi ise gelir artışıyla birlikte bireylerin kendilerine ait otomobillere sahip olmalarının artmasıdır. Ancak, sabit sayının negatif ve büyük bir değer olması sebebiyle, bu denklem yalnızca değişkenler arasındaki ilişki hakkında fikir verebilmektedir.

Toplam taşıt sayısının artması bir ülkenin kalkındığını göstermesi açısından önemlidir. 1991-2010 yıllarına ait Adnan Menderes Havalimanındaki toplam uçak verileriyle toplam taşıt sayısı kıyaslandığında, toplam taşıt sayısının (otomobil, otobüs, minibüs vb. gibi motorlu kara taşıtları) artması uçak sayısının da artmasına sebep olmaktadır (Şekil 7.1).



Şekil 7.1 İzmir toplam uçak sayısının toplam taşıt sayısı ile ilişkisi

İzmir Adnan Menderes, Antalya ve Ankara Esenboğa Havalimanlarının yolcu sayıları, toplam internet abone sayısıyla doğru orantılı olarak artmaktadır. Bunun sebebi, bir ülkedeki bireylerin, maddi durumlarının iyileşmesiyle birlikte, teknoloji ve iletişim araçlarından daha fazla yararlanmalarıdır (Tablo 7.6, Tablo 7.7 ve Tablo 7.8).

Tablo 7.6 Antalya yolcu sayısının, toplam internet abone sayısı ile ilişkisi

DENKLEM	**Antalya yolcu = 384522 + 0,406 toplam internet abone sayısı**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**1,83**	**0,104**
Toplam internet abone sayısı	**8,68**	**0,000**
R^2	**% 90**	

Tablo 7.7 Ankara yolcu sayısının, toplam internet abone sayısı ile ilişkisi

DENKLEM	**Ankara yolcu = 1208670 + 0,574 toplam internet abone sayısı**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**10,51**	**0,000**
Toplam internet abone sayısı	**22,37**	**0,000**
R^2	**% 98**	

Tablo 7.8 Antalya yolcu sayısının, toplam internet abone sayısı ile ilişkisi

DENKLEM	**İzmir yolcu = 479659 + 0,591 toplam internet abone sayısı**	
İstatistikler	T	P
Sabit terim	**2,63**	**0,030**
Toplam internet abone sayısı	**14,52**	**0,000**
R^2	**% 96**	

BÖLÜM SEKİZ
SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, 2001-2010 yıllarına ilişkin aylık yolcu sayısı verileri Devlet Hava Meydanları İşletmesi'nden (DHMİ) temin edilmiştir. Bu veriler yardımıyla İzmir Adnan Menderes, Antalya ve Ankara Esenboğa Havalimanlarına ait aylık zaman serisi grafikleri çizilmiştir. Serilere bakıldığında her üç havalimanı için 2003 yıl sonuna kadar olan süre zarfında, trendlerde kayda değer bir artış olmadığı görülmüş, fakat 2003 yılı sonrası gittikçe arttığı gözlenen trend (eğilim) davranışının nedeni irdelenmiştir. "Her Türk vatandaşı hayatında en az bir kez uçağa binecektir." hedefi ile 2003 yılında başlatılan "Bölgesel Havacılık Politikası"nın, trend üzerinde 2003 yılı sonrasında hızlı bir artış kaydetmesine neden olduğu saptanmıştır. Bu artışın sebebi, iç hatlar yolcu taşımacılığının rekabete açılmasıyla birlikte ücretlerin düşmesidir. Böylece, azalan bilet ücretleri ve artan reklam kampanyaları, havacılık sektöründe hızlı bir ivme yaratmıştır.

Bu sebeple, üç havalimanı için temin edilen on yıllık verilerin 2003 yılı ve öncesine ait kısmı, gerçek talep durumunu ve yapılacak analizler sonrasında üretilecek olan sentetik tahmin verilerini daha düzgün yansıtacağı düşüncesiyle, analizlerde kullanılmamıştır.

Yedi yıllık verilerin ilk önce trend denklemi bulunmuş, sonrasında verilerle farkları alınarak serinin trendi ayıklanmıştır. Trendi ayıklanan seriler, ayrıca mevsimsel özellik de taşıdıkları için Fourier serisi analizi ile serilerin mevsimsel davranışı giderilmiştir. Mevsimsel davranış, yaz aylarında yolcu sayısının artması ve zirve değere erişmesi, kış aylarında ise yolcu sayısının azalması ve minimum değere inmesi ile açıkça görülebilmektedir.

Trendden ve mevsimsellikten kurtulan seriler için Minitab® programı kullanılarak stokastik model arayışına gidilmiştir. Buradaki çözümleme sonuçlarına göre Adnan Menderes Havalimanı'nın AR(1), Antalya Havalimanı'nın ARMA(1,1) ve Esenboğa

Havalimanı'nın AR(1) modellerine uygun olduğu görülmüştür. Havaalanına inen yolcuların belirli bir süre konaklayıp (tatil, iş vb. sebeplerle) tekrar aynı havaalanından ayrılması, verilerin içsel bağımlılığını (AR sürecini) ifade etmektedir. ARMA süreci ise hem AR hem de MA sürecini içermektedir. MA süreci, tanımlanamayan rastgele davranışı ifade etmektedir. Analizlerde sadece yolcu verilerinin kullanılmasıyla yapılan bu tip tahmin modelleri; önceki çalışmalardaki modellerde kullanılmış olan çeşitli verilerin temin edilemediği veya temin edilmesinin çok zahmetli olduğu yerlerde, zaman kısıtlaması olan durumlarda ve belirli bir süre yolcu kaydı tutulmuş olan gelişmekte olan pazarlarda kullanılabilir. Üç havalimanı için seçilen modellerin artıklarının normal dağıldığı, Anderson-Darling normalite testiyle bulunmuştur. Yapılan tüm analiz işlemlerinin her aşamasında kurulan denklemler vasıtasıyla, beş yıllık sentetik tahminler yapılmıştır.

2011 yılı için gerçekleşen yıllık iç hat yolcu sayıları, İzmir Adnan Menderes Havalimanı için 6.125.076, Antalya Havalimanı için 4.516.485 ve Ankara Esenboğa Havalimanı için 7.080.072 yolcudur (DHMİ, 2012). Çalışmada tahmin edilen 2011 yılı iç hat yolcu sayıları ise İzmir Adnan Menderes Havalimanı için 5.736.644, Antalya Havalimanı için 4.160.872 ve Ankara Esenboğa Havalimanı için 7.341.812'dir.

Elde edilen bu sentetik tahminlerin sonuçları havalimanlarının iç hat yolcu kapasiteleriyle karşılaştırıldığında, yolcu talebinin kapasiteyi ne zaman aşacağı saptanmış olmaktadır. İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın yıllık yolcu kapasitesi 9.000.000 ve iç hat yolcu kapasitesi 4.000.000'dur (DHMİ, 2012). 2008 yılı içerisinde iç hat yolcu kapasitesinin dolduğu verilerden görülebilmektedir. Antalya Havalimanı'nın yıllık yolcu kapasitesi 14.000.000 ve bunun 4.000.000'u iç hat ve 10.000.000'u dış hat yolcu kapasiteleridir (DHMİ, 2012). Antalya iç hat yolcu kapasitesinin 2010 yılı içerisinde dolduğu görülmektedir. Ankara Esenboğa Havalimanı, iç ve dış hatları bir arada olan tek havalimanıdır (Esenboğa Havalimanı, 2012). Ankara Esenboğa Havalimanı'nın toplam yıllık kapasite değeri 10.000.000 yolcudur (DHMİ, 2012).

Havaalanının kapasitesinin dolacağının öngörülmesiyle, yolcu talebini karşılamakta yetersiz kalmasına müsaade edilmeden, kara tarafı ek tesislerin diğer bir deyişle yeni terminal tesislerinin yapımına karar verilebilmektedir. Yolcu talebiyle doğrudan ilişkili olan uçak sayısı ve boyutları, artan bu talebe göre değiştiği için, kara tarafı yatırımlarının yanında hava tarafı yatırımlarının da yapılmasına gerek duyulabilmektedir. Yapılacak kara ve hava tarafı yatırımları süresi boyunca, yolcu ve uçak trafiğinin, bu düzenlemelerden mümkün olduğunca etkilenmemesi için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

Yapılan tahminler, kara/hava tarafı yatırımlarına gerek olup olmadığının ve yatırım gerekiyorsa, bunun ölçütlerinin (örn. pist, terminal adedi ve boyutları) belirlenmesi açısından önem teşkil etmektedir.

İzmir Adnan Menderes, Antalya ve Ankara Esenboğa Havalimanları iç hat yolculuklarının; ithalat-ihracat (€), dış ticaret hacmi (€), araç sahipliği (otomobil, otobüs) ve internet abone sayısı gibi sosyoekonomik verilerle ilişkisi incelenmiştir. Sonuçlara göre, ithalat ve ihracatın birlikte kullanıldığı denklemler anlamlı sonuçlar vermemiştir. Yolcu sayısı, sadece ithalat, sadece ihracat ve sadece dış ticaret hacmi ile kıyaslandığı durumlarda anlamlı ilişkiler elde edilmiştir. Havalimanlarındaki toplam uçak sayıları ile ithalat, ihracat ve dış ticaret hacmi arasındaki ilişki incelendiğinde, yolcu sayıları ile ithalat, ihracat ve dış ticaret hacmi arasında görülen ilişkiye benzer bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Yolcu sayısı ile otomobil sahipliği ve otobüs sayısı verileri kıyaslandığında ise, otomobil sayısının artışı ile yolcu sayısının arttığı ve otobüs sayısının artışı ile yolcu sayısının azaldığı görülmekte, fakat sabit sayının negatif ve büyük bir değer olması sonucu, denklem yalnızca değişkenler arasındaki ilişki hakkında fikir verebilmektedir. Toplam uçak verileriyle toplam taşıt sayısının kıyaslandığı durumda, toplam taşıt sayısının (otomobil, otobüs, minibüs vb. gibi motorlu kara taşıtları) artması ile toplam uçak sayısının da arttığı görülmüştür. Son olarak, yolcu sayılarının toplam internet abone sayısıyla doğru orantılı olarak arttığı sonucuna erişilmiştir.

Bu çalışma kapsamında sadece son on yıllık veriler sağlıklı olarak elde edilebilmiştir. Bu da modelleme çalışmasında bazı sınırlamalarla karşılaşılması sonucunda ortaya çıkmıştır. Benzer ve daha ileri seviyede yapılacak çalışmalar için özellikle aylık olarak iç ve dış hat yolcu sayıları, iniş ve kalkış yapan uçak sayıları, yük miktarları gibi verilerin sürekli ve sağlıklı bir biçimde toplaması ve saklanması hayati önem taşımaktadır.

İlerideki çalışmalarda, özellikle turistik merkezlere hizmet veren havalimanı ve/veya havaalanlarının yolculuk talep modellerindeki farklılıkların daha çok sayıda örnekle desteklenmesi ve irdelenmesinde yarar olduğu düşünülmektedir. Özellikle mevsimselliğin gelecek tahminlerindeki etkin kullanımının sağlanması, yöntemsel olarak sonraki çalışmaların literatüre yapabilecekleri en önemli katkılar olarak ön plana çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

Ablanedo-Rosas, J ve Gemoets, L. (2010). Measuring the efficiency of Mexican Aiports. *Journal of Air Transport Management 16,* 343-345

Airports Council International. (2011). *Annual Traffic Data*. 18 Haziran 2012, http://www.aci.aero/cda/aci_common/display/main/aci_content07_banners.jsp?zn=aci&cp=1-7-46^43915_725_2__).

Alekseev, K.P.G. ve Seixas, J.M. (2009). A multivariate neural forecasting for air transport- Preprocessed by decomposition: A Brezilian application. *Journal of Air Transport Management 15*, 212-216

Ashford, N. (1994). Airport management in a changing economic climate. *Transportation Planning and Technology*, *18*, 57–63

Ashford, N. ve Wright P.H. (Ed). (1992). *Airport Engineering* (3.Baskı). Kanada: John Wiley&Sons Inc.

Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı (2012). *About us*, 18 Temmuz 2012, http://www.eurocontrol.int/content/about-us

Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı (2012). *Our role,* 18 Temmuz 2012, http://www.eurocontrol.int/articles/eurocontrol-role

Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (2012). *About ECAC*, 18 Temmuz 2012, https://www.ecac-ceac.org//about_ecac/mission

Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (2012). *History of ECAC*, 18 Temmuz 2012, https://www.ecac-ceac.org//about_ecac/history_of_ecac/milestones

Bafail, A. O., Abed, S. Y., ve Jasimuddin, S. M. (2000). The determinants of domestic air travel demand in the Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of Air Transportation World Wide, 5*, 72–86.

Banker R.D., Charnes, A. ve Cooper, W.W.,(1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science, 30*, 1078-1092

Bayazıt, M. (Ed). (1995). *Hidroloji* (6. Baskı). İstanbul: İTÜ

Brunetta, L., Righi, L. ve Andreatta, G. (1999). An operations research model for the evaluation of an airport terminal: SLAM. *Journal of Air Transport Management, 5*, 161-175

Charnes, A., Cooper, W.W.ve Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making unit. *European Journal of Operational Research, 2*, 429–444

Cios, K.J. (2001). *Medical Data Mining and Knowledge Discovery*, Physica-Verlag, New York.

Civil Aviation Institute (1998). *Global Air Transport Demand*. AirspaceMinistry-Civil Aviation Department

Devlet Hava Meydanları İşletmesi (2012). *Havacılık Terimleri Sözlüğü*. 18 Temmuz 2012, http://www.dhmi.gov.tr/dosyalar/pdf/DHMi-Havacilik-Terimleri Sozlugu. pdf

Devlet Hava Meydanları İşletmesi (2012). *Hakkımızda*. 18 Temmuz 2012, http://www.dhmi.gov.tr/DHMIPage.aspx?PageID=1

Devlet Hava Meydanları İşletmesi (2012). *Havalimanları*. 18 Temmuz 2012, http://www.dhmi.gov.tr/havaalanlari.aspx

Dünya Bankası (2012). *Air transport, registered carrier departures worldwide*, 18 Temmuz 2012, http://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.DPRT

Esenboğa Havalimanı (2012). *Tarihçe,* 28 Ağustos 2012, http://www.esenbogaairport.com/mobile/tr-TR/default.aspx?tip=1&url=/tr-TR/ tavhakkinda/Pages/tarihce.aspx&type=Page

Farrell, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society A, 120,* 253–281

Fildes R., Wei Y. ve Ismail S. (2011). Evaluating the forecasting performance of econometric models of air passenger traffic flows using multiple error measures. *Journal of Air Transport Management 27,* 902-992

Grosche, T., Rothlauf, F. ve Heinzl, A. (2007). Gravity models for airline passenger volume estimation. *Journal of Air Transport Management, 13*, 175–183

Hava Seyrüseferi Ders Notları (2010). *Seyrüsefer ve Temel Seyrüsefer Yöntemleri,* 18 Temmuz 2012, http://www.ssd.dhmi.gov.tr/getBinaryFile.aspx?Type=3& dosya ID=44

Havaalanları Daire Başkanlığı (2009). *Yolcu Terminalleri Tasarım Esasları*. Ankara: Elit Matbaacılık

Horonjeff, R. ve McKelvey, F.X. (Ed). (1994). *Planning and Design of Airports (*4. Baskı). ABD: McGraw-Hill Inc

Jorge-Calderon, J.D. (1997). A demand model for scheduled airline services on international European routes. *Journal of Air Transport Management, 3*, 23–35.

Jurik, M. (1992). Trading techniques: the care feeding of a neural network. *Commodities &Options 21*, *12*, 40-44

Kanafani, A. (1983). *Transportation Demand Analysis*. New York: McGraw-Hill

Kolarik, T. ve Rudorfer, G. (1994). Time series forecasting using neural Networks. *APL Quote Quad 25*, 86-94

Lin, L.C ve Hong, C.H. (2006). Operational performance evaluation of international major airports: An application of data envelopment analysis. *Journal of Air Transport Management, 12*, 342–351

Lyneis, J. (2000). System dynamics for market forecasting and structural analysis. *System Dynamics Review, 16*, 3–25.

Martin-Cejas, R.R. (2002). An approximation to the productive efficiency of the Spanish airports network through a deterministic cost frontier. *Journal of Air Transport Management, 8,* 233–238

Nelson, M., Hil, T., Remus, W. ve O'Connor, M. (1997). *Time series forecasting using neural Networks: Should the data be deseasonalized First?* Working paper. University of Hawaii

Newbold, P. (Ed). (2000). *İşletme ve İktisat için İstatistik* (4. Baskı). (Ü. Şenesen, Çev.). İstanbul: *Literatür 2000*

Newbold, P., Carlson, W. ve L., Thorne, B. (Ed). (2007). *Statistics for Business and Economics*. (6. Baskı). Amerika: Pearson Prendice Hall

O'Connor, W.E. (1982). An Introduction to Airline Economics. *Annals of Tourism Research, 6,* 482.

Rengaraju, V.R. ve Arasan, V.T. (1992). Modeling for air travel demand. *Journal of Transportation Engineering, 118,* 371-380

Salas, J.D. (Ed). (1993). *Analysis and Modelling Of Hydrologic Time Series*. In Maidment D (ed.) Handbook of Hydrology, Chapter 19, McGraw-Hill, New York

Sarkis, J. (2000). An analysis of the operational efficiency of major airport in the United States. *Journal of Operations Management, 18,* 335–351
SEKTORU.PDF

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (2009). *Kalite Politikası*, 18 Temmuz 2012, http://web.shgm.gov.tr/kurumsal.php?page=kalitePolitikasi

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (2009). *Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Hava Seyrüsefer Yıllık Emniyet Raporu 2010*, 18 Temmuz 2012, http://web.shgm.gov.tr/doc4/nsa.pdf

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (2009). *Stratejik Amaç*, 18 Temmuz 2012, http://web.shgm.gov.tr/kurumsal.php?page=stratejikAmac

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (2009). *Tarihçe,* 18 Temmuz 2012, http://web.shgm.gov.tr/kurumsal.php?page=tarihce

Suryani, E., Chou, S. ve Chen, C.(2010). Air passenger demand forecasting and passenger terminal capacity expansion: A system dynamics framework. *Journal of Air Transport Management, 37*, 2324-2339

Tunç, A. (Ed). (2003). *Havaalanı Mühendisliği ve Uygulamaları*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım

Türk Hava Kurumu (2011). *Tarihçe,* 18 Temmuz 2012, http://thk.org.tr/web2011/

Türk Hava Yolları (2012). *Ortaklık Yapısı*, 18 Temmuz 2012, http://www.turkishairlines.com/tr-tr/kurumsal/yatirimci-iliskileri/ortaklik-yapisi

Türk Hava Yolları (2012). *Tarihçe*. 18 Temmuz 2012, http://www.turkishairlines.com/tr-tr/kurumsal/tarihce

Türk Hava Yolları (2012). *Uçuş Emniyeti.* 18 Temmuz 2012, http://www.turkishairlines.com/tr-tr/kurumsal/ucus-emniyeti

Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık yatırım destek ve tanıtım ajansı (2010). *Taşımacılık ve lojistik sektörü raporu*, 18 Temmuz 2012, http://www.invest.gov.tr/tr-TR/infocenter/publications/Documents/LOJISTIK.

Uluslararası Hava Taşımacılığı Kurumu (2012). *Mission*, 18 Temmuz 2012, http://www.iata.org/about/Pages/mission.aspx

Uluslararası Hava Taşımacılığı Kurumu (2012). *Airline Members List*, 18 Temmuz 2012, http://www.iata.org/membership/Pages/airline_members_list.aspx?All=true

Uluslararası Hava Taşımacılığı Kurumu (2012). *History*, 18 Temmuz 2012, http://www.iata.org/about/Pages/history.aspx

Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (2011). *In Brief*, 18 Temmuz 2012, http://www.icao.int/Pages/icao-in-brief.aspx

Wang, C.T. (1995). Discussed C.K.S market potential and development tactics by the development trend of freight transportation. *Transportation, 28,* 59–74.

Wells, A.T. (Ed.). (2000). *Airport Planning & Management* (4.Baskı). ABD: McGraw-Hill Inc

Wensveen, J.G. (Ed.). (2007). *Air transportation A Management Perspective* (6). Great Britain: MPG Books Ltd.

Wong, J. ve Chung, P. (2007). Managing valuable Taiwanese airline passengers using knowledge discovery in database techniques. *Journal of Air Transport Management, 13,* 362-370

Zhang, A. (2003). Analysis of international air-cargo hub: the case of Hong Kong. *Journal of Air Transport Management, 9,* 123–138.