

SENARYO ANALİZİ İLE TALEP PROJEKSİYONU: ATATÜRK HAVALİMANI'INDA BİR UYGULAMA

Füsun Ülengin¹ ve İlker Topcu²

SUMMARY

This study is focused on making an efficient capacity planning for Atatürk Airport and on analyzing the necessity for a second airport in Istanbul. For this purpose, a research concerning with the airway passenger, aircraft, and cargo traffic demand projections in Atatürk Airport through scenario analysis is realised until 2010. By examining the demand values; tangible benefits such as the reduction in flight delays, more efficient use of the runway and the taxiway systems, elimination of congestion in terminal buildings can be revealed and the necessity for a second airport can be evaluated. In order to develop a regression model, four different scenarios are taken into account. The first projection is based on trend analysis (Scenario I), in the other scenarios it is assumed that variables will show fluctuations similar to past fluctuations but with different rates: the status quo (Scenario II), optimistic (Scenario III), and pessimistic (Scenario IV) cases are developed. All the scenarios confirm the urgent need for supplementary terminal buildings and runway in Atatürk Airport and a new airport in Istanbul.

ÖZET

Bu çalışma; Atatürk Havalimanındaki yolcu, kargo ve uçak trafiği talep değerlerinin 2010 yılına kadar tahmin edilmesi sonucu Atatürk Havalimanı kapasite planlaması yapılmasına ve İstanbul'a ikinci bir havalimanı gereksiniminin araştırılmasına yöneliktir. Bu amaçla geçmiş veriler derlenerek, dört farklı senaryoya göre tahmin denklemleri oluşturulmuştur. İleriki yıllarda yapılması öngörülen çeşitli tasarımlarda temel alınabilecek en olası değerlerin eldesi için senaryolardan elde edilen projeksiyon değerleri kullanılmıştır.

¹ Doç. Dr., İ.T.Ü., İşletme Fakültesi, Maçka, İstanbul

² Araş. Gör., İ.T.Ü., İşletme Fakültesi, Maçka, İstanbul

1. GİRİŞ

Bu uygulamada ilk olarak Atatürk Havalimanı geçmiş trafik verileri kullanılarak; yolcu, yük ve uçak trafiğini en etkin şekilde yansıtan regresyon denklemleri çıkartılmıştır. İkinci aşamada, geleceğe ilişkin çeşitli senaryolar oluşturularak, 2010 yılına kadar yolcu, yük ve uçak trafiğinin talep projeksiyonu yapılmış ve gerek mevcut havalimanının daha etkin kapasite planlaması için öneriler getirilmiş gerekse de ikinci bir limana olan gereksinim araştırılmıştır.

2. YOLCU TRAFİĞİ

2.1. Dış Hatlar

2.1.1. Tahmin denklemi

Atatürk Havalimanının dış hatlar yolcu trafiğini en etkin şekilde yansıtacak bir tahmin denkleminin regresyon analizi ile eldesi için öncelikle Ocak 1986 - Mayıs 1996 dönem aralığına ilişkin dış hat trafiğine (gelen ve giden yolcu sayısı) ilişkin veriler toplanmış ve irdelenmiştir. Söz konusu döneme ait trend incelendiğinde, 1991 yılının 2. ayında dış hatlar yolcu trafiğinde körfez krizi nedeniyle büyük bir düşme olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca 1991 yılı öncesi ve sonrası gelişmeler de birbirinden farklı bir yapı arz etmekte, bu yıldan önceki genel trend ile sonraki genel trendin eğimleri de değişmektedir. Yolcu trafiğini etkileyen en önemli bağımsız değişkenlere ilişkin genel görüşten [1] hareketle, aynı döneme ilişkin olarak; dünya gelirinin önemli bir göstergesi olan OECD ülkeleri sanayi üretim endeksleri (GELİR) [2] ile Türkiye'nin aylık sanayi üretim endeksleri (ASE) de [3] araştırmaya dahil edilmiştir. Ülkelerin gelir düzeyinin göstergesi olarak Gayrisafi Milli Hasıla yerine Sanayi Üretim İndekslerinin kullanılma nedenlerinden biri, Gayrisafi Milli Hasılanın üçer aylık yayınlanması söz konusu iken, bu araştırmanın inceleme periyotlarının aylık olmasıdır. Öte yandan, gelişmiş ülkelerde tarım gelirleri toplam gelirin %5-10'u, sanayi ve hizmet üretimi ise %80-90'ıdır. Sanayi ile hizmet arasında da büyük korelasyon olduğundan sanayi endeksleri gelirin oldukça iyi göstergeler olarak kabul edilmektedirler.

Denklem tahmini sırasında E-View paket programından yararlanılmıştır ve ulaşılan en iyi regresyon denkleminin açık yazılımı

$$\begin{aligned} \text{LDISTOP} = & -2.453650 + 3.123153 \text{ LGELİR} + 0.021135 \text{ LASE} + 0.324153 \text{ D91} \\ & - 0.306836 \text{ DD91} + 0.063704 \text{ M} - 0.023464 \text{ M}(-1) - 0.192148 \text{ M}(-2) \\ & - 0.019614 \text{ M}(-3) + 0.152177 \text{ M}(-4) + 0.221355 \text{ M}(-5) + 0.287402 \\ & \text{M}(-6) + 0.535744 \text{ M}(-7) + 0.680137 \text{ M}(-8) + 0.448734 \text{ M}(-9) \\ & + 0.307843 \text{ M}(-10) + 0.833098 \text{ MA}(1) + 0.561063 \text{ MA}(2) \\ & + 0.405114 \text{ MA}(3) + 0.340729 \text{ MA}(4) \end{aligned} \quad (1)$$

şeklinde. OECD ülkelerinin ve Türkiye'nin gelirlerine ilişkin doğrusal olmayan yapıyı doğrusallaştırmak için, ilgili değerlerin logaritmaları alınmıştır (LGELİR ve LASE). LDISTOP ise toplam dış hat yolcu değerinin logaritmasıdır. Denklemdaki D91 ve DD91;

1991 yılındaki krize bağlı olan gelişmeleri dikkate almak kullanılan üzere iki “dummy” değişkendir. DD91, 1991’in 2. ayında 1, diğer aylarında 0 değeri alacak şekilde tanımlanmıştır. Benzer şekilde tümü ile 1991 ve izleyen yılların 1991’den önceki yıllara göre farklılığını ortaya koymak üzere D91; 1991 ve izleyen yıllar için 1, 1991’den önceki yıllar için ise 0 olarak tanımlanmıştır. Öte yandan dış hat yolcu trafiğindeki mevsimsel dalgalanmaları dikkate almak üzere mevsimsel değişkenler de kullanılmıştır. Burada Kasım ayı, karşılaştırması yapılan ay olarak seçildiğinde, Kasım ayına göre diğer aylardaki gelişmeler; M, Aralık; M(-1), Ocak; M(-2), Şubat vs’yi gösterecek şekilde mevsimsel değişkenler ile tanımlanmıştır. Bu açıdan bakıldığında Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında, Kasım ayına göre önemli ölçüde artış vardır. Benzer şekilde, Şubat ayında ise Kasım ayına göre anlamlı bir düşüş vardır. Son olarak MA adı altında görülen değişkenler, bir önceki dönemin hata terimi ile mevcut dönemin hata terimi arasındaki ilişkiyi (otokorelasyon) dikkate almak üzere tanımlanmıştır.

2.1.2. İleriye doğru dış hat yolcu trafiği projeksiyonu için senaryo analizi yaklaşımı

Geçmiş verilere dayanarak elde edilen regresyon denklemi irdelendiğinde dış yolcu trafiğini en fazla etkileyen dışsal değişkenin LGELİR olduğu gözlemlenebilmektedir. Katsayısı oldukça küçük olmak ile birlikte, iç pazarın etkisini tamamen gözardı etmemek için LASE, ikinci dışsal değişken olarak dikkate alınmaktadır. Diğer etkiler ise mevsimsel dalgalanmaları yansıtmaktadır. Bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, dış yolcu trafiğine ilişkin olarak 2010 yılına kadar tutarlı bir projeksiyonun yapılabilmesi, öncelikle LGELİR ve LASE’nin tutarlı projeksiyonlarının elde edilebilmesine bağlıdır. Ancak; söz konusu iki değişkenin, içerdikleri büyük dinamizm ve yapılarındaki değişkenlik nedeni ile alışlagelmiş kantitatif tahmin teknikleri ile uzun dönemli projeksiyonlarının yapılması son derece sağlıklıdır.

Bu çalışmada LGELİR ve LASE’nin projeksiyonları, son yıllarda büyük önem kazanmış bir teknolojik tahmin yaklaşımı olan Senaryo Analizi ile gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda dış ve iç gelir düzeylerinin 2010 yılına kadar izleyeceği seyir ile ilgili olarak aşağıda ayrıntıları ile açıklanan dört ayrı senaryo geliştirilmiş, dış hat yolcu trafik değerlerinin projeksiyonları da, daha önce açıklanan regresyon denkleminde, her dört senaryoya karşılık gelen LGELİR ve LASE değerleri için ayrı ayrı irdelenerek sonuçlar yorumlanmıştır. Senaryo geliştirme sırasında, uzun dönemde MA’ların dikkate alınması doğru olmadığından, MA içeren tahmin denklemlerindeki MA’lar, projeksiyonlar sırasında gözardı edilmiştir.

OECD ülkelerinin sanayi üretim endekslerine ilişkin 1986-96 yılları aralığındaki büyümeler (LGELİR) dikkate alınıp, gelirin zaman içindeki gelişimi izlendiğinde, dalgalanmalara dayalı bir seyir izlediği ortaya çıkmaktadır. İlgili değerlerden hareketle; 1986-96 aralığında aylık ortalama büyümenin 0.001584 olduğu, ancak bu büyümenin 1986-90 dönemini kapsayan 4 yıl için aylık 0.003286 iken 1990-94 arasındaki 4 yıl için - 0.000198 (negatif büyüme) ve 1994-96 aralığındaki 2 yıl için ise aylık 0.002573 şeklinde bir gelişme gösterdiği gözlemlenebilmektedir.

Öte yandan Türkiye'nin 1986-96 aralığındaki aylık sanayi endeksine ilişkin büyümenin (LASE) trendi incelendiğinde, mevsimsel dalgalanmalar gösteren bir trend özelliği taşıdığı ve LGELİR'in aksine belirli yıl aralıklarında dalgalanmalar içermediği anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada başlıca dört farklı tahmin yapılmıştır. Tahminlerden birincisi, "dalgalanmasız (trende dayalı) büyüme" varsayımına dayanmaktadır ve Senaryo I'i oluşturmaktadır. Bu senaryoda, dış yolcu sayısını açıklayıcı değişkenler olan LASE ve LGELİR'in trend denklemleri tahmin edilmiş ve bu denklemlere dayanarak dış hat yolcu sayıları tahmin edilmiştir. Bilindiği gibi, trend tahminleri, verilerdeki dalgalanmaları gözardı ederek tahmin yapmaya yararlar. Oysa, özellikle LGELİR'in geçmiş değerleri incelendiğinde, 4 yıllık dalgalanmalar gösterdiği, daha önce belirtilmiştir. Bu nedenle, diğer senaryolarda, geçmiş dönemde gözlemlenen dalgalanmalara benzer dalgalanmaların gelecekte de devam edeceği varsayımından hareket edilmiş ve sırası ile "mevcut durumun korunması" (Senaryo II), "iyimser" (Senaryo III) ve "kötümser" (Senaryo IV) olarak adlandırılan senaryolar geliştirilmiştir. Senaryo II'de LGELİR'deki dalgalanmaların aynı şekilde devam edeceği varsayımı yapılmıştır. Senaryo III; LASE'nin ortalama büyüme hızının geçmiştekinden bir standart hata daha fazla olacağı ve LGELİR'in ise büyümede artış olduğu dönemlerde hep 0.003286'lık bir düzeyde olacağı varsayımına dayanmaktadır. Senaryo IV'de ise LGELİR'in geçmişteki ortalama büyüme hızının yarısı kadar olacağı, LASE'nin de ortalama büyüme hızının bir standart hata altında kalacağı varsayılmıştır.

2.1.3. Dış hat yolcu trafiğinin değerlendirilmesi

Dış yolcular için mevcut durumda kullanılan terminal binalarının kapasitesi 8.5 milyon yolcu/yıl'dır. Bu kapasitenin 5 milyon yolcu/yıl'lık bölümü dış hatlar yolcu terminali, 3.5 milyon yolcu/yıl'lık bölümü ise charter terminali aracılığıyla sağlanmaktadır. 1996 yılı dış yolcu sayısı tahminleri senaryo III için 10.178.568 yolcu/yıl, en kötümser senaryo için ise 9.630.614 yolcu/yıl olarak elde edilmiştir. Mevcut terminal binalarının kapasitesi en kötümser senaryo rakamını dahi karşılamamaktadır. Terminal binaları kapasite sınırlarının üzerinde hizmet vermek zorunda kaldığından, yolculara verilen hizmetin kalitesi gün geçtikçe düşmektedir. Kuyruklarda bekleme, bagaj alma vb. işlemler için yolcular daha fazla zaman harcamak zorunda kalmaktadır. Sözü edilen olumsuz koşulları ortadan kaldırabilmek için acilen yeni terminal binalarına ihtiyaç duyulmaktadır. İlk eklenecek dış hatlar terminal binasının kapasitesi de mevcut binaya benzer şekilde 5 milyon yolcu/yıl olarak tasarlanırsa; toplam kapasite 13.5 milyon yolcu/yıl seviyesine çıkabilecektir. Bu durumda dört ayrı senaryo için yapılan tahminlere dayanılarak ilk senaryodaki durumun gerçekleşmesi halinde 2002 yılında 13.5 milyon yolcu/yıla çıkartıldığı varsayılan kapasite de dolmuş olacaktır. Diğer senaryolar için de sırasıyla 2004, 2003 ve 2008 yıllarında sözü edilen kapasite rakamlarına ulaşılmaktadır. Eğer yeni terminal 10 milyon yolcu/yıl olarak tasarlanırsa, toplam kapasite 18.5 milyon yolcu/yıl olacak ve bu kapasite değerine; birinci senaryoya göre 2007 yılında, üçüncü senaryoya göre 2005 yılında ulaşılacaktır. Senaryo II ve IV'e göre yapılan dış hat yolcu sayısı tahminine göre ise 2010 yılında bile bu kapasite değerine ulaşamamaktadır.

2.2. İç Hatlar

2.2.1. Tahmin denklemi

Atatürk Havalimanının iç hatlar yolcu trafiğini en etkin şekilde yansıtan tahmin denkleminin eldesi için irdeleme yapıldığında, iç hatlar yolcu trafiğine ilişkin geçmişe ait verilerin dış hatlardakine benzer bir yapıda olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle yine 1991 yılı öncesi ve sonrası birbirinden farklı bir yapı arz etmektedir. Öte yandan, dış hatlarda Körfez krizi nedeniyle oluşan 1991 yılındaki düşüş 2. ayda kendini gösterirken, iç hatlardaki düşüş, 1 Nisan-9 Mayıs 1991 tarihleri arasındaki grevden de kaynaklanarak 4. aya rastlamaktadır. Bu nedenle, E-View paket programı ile gerçekleştirilen

$$\begin{aligned} \text{LICTOP} = & 3.776974 + 0.691947 \text{ LASE} + 0.380572 \text{ LICTOP}(-1) - 1.420284 \\ & \text{D914} - 12.38833 \text{ D91} + 2.618184 \text{ D91 LGELİR} + 0.039761 \text{ M} \\ & + 0.065915 \text{ M}(-1) + 0.066842 \text{ M}(-2) + 0.101576 \text{ M}(-3) + 0.265662 \\ & \text{M}(-4) + 0.306378 \text{ M}(-5) + 0.299196 \text{ M}(-6) + 0.310269 \text{ M}(-7) \\ & + 0.398847 \text{ M}(-8) + 0.230364 \text{ M}(-9) + 0.120511 \text{ M}(-10) + 0.318975 \\ & \text{MA}(1) + 0.418619 \text{ MA}(2) + 0.090102 \text{ MA}(3) + 0.700625 \text{ MA}(5) \end{aligned} \quad (2)$$

tahmin denklemi incelendiğinde; 1991 öncesi ve sonrası arasındaki farkı ortaya koymak için D91 (1991 ve sonrası için 1, 1991'den önceki yıllar için 0), 4. aydaki düşmeyi ortaya koymak için ise D914 (4. ayda 1, diğer aylarda 0) isimli iki "dummy" değişken kullanıldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra, en önemli dışsal değişkenlerden birisi yine LASE'dir. LASE'nin katsayısı olan 0.691947, Türkiye'nin gelir düzeyindeki %1'lik bir değişimin, içyolcu trafiğinde %0.691947'lik bir artışa yol açacağını göstermektedir. Öte yandan, dış hatların aksine, iç hatlar yolcu trafiğinde bir önceki yıl ile dinamik bir etkileşim de gözlenmektedir. Bu bağlamda, belli bir yılın içhat yolcu trafiği, bir önceki yılın içhat yolcu trafiğine bağımlı çıkmıştır (LICTOP(-1)). Ayrıca, dış hatla iç hat birbirinden tamamen ayrılamadığı ve dış hat yolcusunun iç hat yolcusu yarattığı göz önünde bulundurularak LGELİR değişkeni de kullanılmıştır. LGELİR 1991 yılından itibaren içhat yolcu trafiğini etkiler hale geldiğinden, D91 "dummy" değişkeni eşliğinde denkleme dahil edilmiştir (D91 LGELİR). Dış hatlardakine benzer şekilde, mevsimsel dalgalanmalar (M'ler) ve bir önceki dönemin hata değerine ilişkin değerler (MA'lar) de anlamlı bulunarak dikkate alınmıştır.

2.2.2. İleriye doğru iç hat yolcu projeksiyonu için senaryo analizi

Dış hatlardakine benzer şekilde OECD ülkelerinin ve Türkiye'nin gelir düzeylerine ilişkin dört senaryo geliştirilerek, her senaryo için ayrı ayrı iç hat yolcu trafiği projeksiyonları elde edilmiştir.

2.2.3. İç hat yolcu trafiğinin değerlendirilmesi

İç hatlar yolcuları için mevcut durumda kullanılan terminal binasının kapasitesi 2 milyon yolcu/yıl'dır. 1996 yılı iç hat yolcu sayısı tahminleri senaryo III için 4.805.999 yolcu/yıl, en kötümser senaryo için ise 4.281.830 yolcu/yıl olarak elde edilmiştir. Mevcut terminal binalarının kapasitesi 1996 yılı için en kötümser senaryo rakamını dahi

karşılamamaktadır. Bu durumda iç hatlar için de yeni terminal binasına ihtiyaç vardır. İlk eklenecek iç hatlar terminal binasının kapasitesi de 5 milyon yolcu/yıl olarak tasarlanırsa; toplam kapasite 7.5 milyon yolcu/yıl seviyesine çıkabilecektir. Bu kapasite senaryo III için 2000 yılına kadar, Senaryo IV için ise 2002 yılına kadar yeterli olabilecektir. Eğer mevcut kapasiteye 10 milyon yolcu/yıllık bir ilave yapılırsa toplam kapasite 12.5 milyon/yıl olacak ve bu kapasite iç hat yolcu trafiği tahmini değeri tarafından iyimser senaryoya göre 2004 yılında, kötümser senaryoya göre 2008 yılında aşılabacaktır.

3. KARGO TRAFİĞİ

3.1. Tahmin Denklemi

Atatürk Havalimanı'na ilişkin yük trafiği verileri 1986-1996 aralığı için iç ve dış hatlar toplamı olmak üzere, gelen ve giden toplam kargo trafiği olarak bulunabildiğinden, posta ve bagaj için bir değerlendirme yapılabilmesi mümkün olamamıştır. Bu bağlamda, 1986-1996 için eldeki global veriler ile yapılan incelemede, 1991 yılı için Körfez krizinden kaynaklanan nedenlerle kargo trafiğinde önemli bir düşüş olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak E-View paker programı kullanılarak yapılan tahminlerde, 1991'in 4. ayındaki düşmeyi ifade etmek üzere söz konusu ay için 1 diğer aylar için 0 olacak şekilde D914 "dummy" değişkeni tanımlanmıştır. Ayrıca E-view programı kullanılarak elde edilen en iyi denklemde de

$$\begin{aligned} \text{LCARGO} = & -5.284459 + 0.411890 \text{ LASE} + 2.059826 \text{ LGELİR} - 0.664254 \text{ D89} \\ & + -0.673333 \text{ D914} + 0.320077 \text{ LCARGO}(-1) + 0.773616 \text{ D91LASE} \\ & -0.805795 \text{ D91LGEL} + 0.377754 \text{ MA}(12) \end{aligned} \quad (3)$$

görüldüğü gibi, 1991 yılı öncesi ve sonrasında LASE ve LGELİR değişkenlerinin katsayıları değişmektedir. Diğer bir deyiş ile, 1991 öncesinde LASE ve LGELİR'in katsayıları sırası ile 0.411890 ve 2.059826 iken, 1991 ve sonrasında LASE'nin katsayısına 0.773616 (D91LASE) , LGELİR'in katsayısına ise -0.805795 (D91LGEL) eklenmektedir. Öte yandan, kargo trafiğinin, dinamik bir yapı göstererek, bir önceki dönemin kargo trafiğinden etkilendiği, ayrıca 12. ayda , bir önceki ayın hata terimi ile anlamlı bir ilişki (MA(12)) bulunmuştur. Kargo trafiğinde mevsimsel dalgalanmalar anlamlı çıkmamıştır.

3.2. İleriye Doğru Kargo Trafiği Projeksiyon İçin Senaryo Analizi Yaklaşımı

Kargo Trafiğine ilişkin tahmin denklemi incelendiğinde başlıca dışsal değişkenlerin yine LASE ve LGELİR olduğu görüldüğünden, yolcu trafiği projeksiyonuna ilişkin olarak, söz konusu iki değişken için, dört senaryo halinde ayrı ayrı yapılan projeksiyonlar, kargo trafiğinde aynen kabul edilmiş ve 2010 yılına kadar ulaşılan projeksiyon değerleri incelendiğinde yolcu trafiği tahminindeki gibi Ağustos ayı yerine Aralık ayının pik ay olduğu ve mevsimsel dalgalanma olmadığı görülmektedir.

3.3. Kargo Trafikinin Değerlendirilmesi

Senaryolara ilişkin değerlendirmeler incelendiğinde yıllık kargo trafiğinin mevcut durumun korunması senaryosuna göre 2000 yılında 250.000 ton seviyesinde olacağı ve 2006 yılında 500.000 ton, 2010 yılında ise 750.000 ton seviyelerini aşacağı görülmektedir. İyimser senaryoya göre 2000 yılında 250.000 ton, 2005 yılında 500.000 ton ve 2008 yılında 750.000 ton seviyesinin aşılması söz konusudur. Dalgalanmasız büyüme senaryosuna göre 250, 500 ve 750 bin ton değerleri sırasıyla 2001, 2006 ve 2009 yıllarında; kötümser senaryoya göre ise 250.000 ton seviyesinin yine 2001 yılında aşılabacağı fakat kargo trafiğindeki artışın bu senaryoya göre az olması nedeniyle 500.000 ton seviyesinin ancak 2008'de aşılabacağı beklenmektedir.

4. UÇAK TRAFİĞİ

4.1. Tahmin Denklemi

4.1.1. Ortalama etrafında durağan değişkenli tahmin modeli

Uçak sayısına ilişkin ileriye dönük projeksiyonları elde etmek için ilk aşamada, 1986-1996 yılları arasında yolcu sayısının uçak sayısına bölümü sonucu elde edilen "uçak başına yolcu sayısı" (UYS) irdelenmiştir. Söz konusu dönem aralığında UYS'nin ortalama açısından durağan bir yapı arzettiği saptanmıştır. Bir başka deyişle, UYS değişkeninin ortalaması, zaman içinde istatistiksel anlamlı olan bir değişkenlik göstermemektedir. Ancak ortalama açısından durağanlık sağlanmakla beraber, mevsimsel dalgalanma olduğu, otokorelasyonların incelenmesi ile ortaya çıkmıştır. Bazı aylarda uçaklardaki ortalama yolcu sayısı artmakta, bazılarında ise azalmaktadır.

Bu bulgular biraraya getirildiğinde, ortalama etrafında durağan bir tahmin modelinin kurulması uygun bulunmuştur. Bu modelde, sabit terim, bir dönem gecikmeli ortalama uçak başına yolcu sayısı (UYS(-1)) ve her ayı temsil eden yapıma değişkenler (M(-1), M(-2) ..vb.) kullanılmıştır. Tahmin denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} \text{UYS} = & 12.80391 + 4.238746 M + 4.698101 M(-1) + 3.734086 M(-2) + 3.124458 \\ & M(-3) + 5.526863 M(-4) + 4.158665 M(-5) + 9.228302 M(-6) + 8.141978 M(-7) \\ & + 14.29661 M(-8) + 3.687861 M(-9) + 2.571285 M(-10) + 0.741253 \text{UYS}(-1) \quad (4) \end{aligned}$$

Tahmin edilen parametreler incelendiğinde, uçak başına ortalama yolcu sayısının (doluluk oranlarının) yaz aylarında arttığı görülmektedir. (4) kullanılarak, uçak başına ortalama yolcu sayısı 2010 yılına kadar üretilmiştir.

İkinci aşamada ise, daha önceki modellerde, aynı dönem için senaryo analizleri ile yapılmış olan yolcu sayısı projeksiyonlarından yararlanılmıştır. Bu bağlamda sırası ile Senaryo I, II, III ve IV'e ilişkin dış hatlar yolcu sayısı projeksiyonlarının, ortalama uçak başına yolcu sayısına bölünmesi sonucunda DIŞUÇAK (Dışhatlar uçak sayısı tahmini) ve yine sırası ile Senaryo I, II, III ve IV'e ilişkin iç hatlar yolcu sayısı tahmininin ortalama

uçak başına yolcu sayısına bölünmesi yolu ile de İÇUÇAK (iç hatlar uçak sayısı tahmini) elde edilmiştir.

Söz konusu değerler incelendiğinde dış hatlar yolcu trafiği tahmini değerlerindeki yıllara bağlı dalgalanmaların dış hatlar uçak sayısında dalgalanmalara sebep olduğu görülmektedir. İç hatlarda böyle bir dalgalanmanın olmaması, toplam uçak sayısı tahmini değerlerinde sürekli bir artış oluşturmaktadır. Fakat bu artışın eğimi dış hatlarda artış olduğunda daha çok, azalış olduğunda ise daha azdır. Ayrıca uçak sayısı yolcu sayısına bağlı olduğundan mevsimsel dalgalanmalar olmakta ve toplam uçak sayısının yıl içinde en çok Ağustos ayında olacağı tahmin edilmektedir.

4.1.2. Doğrusal artan değişkenli tahmin modeli

Teknolojik gelişmeler ve uçak trafiğine olan talep artışı göz önünde bulundurularak gelecekte daha büyük gövdeli uçaklar yapılabileceğine ilişkin genel bir görüş mevcuttur. Bu düşünceye uygun olacak, uçak sayısına ilişkin ileriye dönük projeksiyonları elde etmek için, 4.1.1.'de yaratılan ve ortalama etrafında durağan bir UYS modeli kullanmak yerine, doğrusal artan değerlere dayalı bir modelin de ayrıca denenmesi yararlı görülmüştür.

İlk olarak 1996 yılında aylık ortalama değeri 71.76 olan UYS'nin 2010 yılında yaklaşık 100 olacağı varsayılmıştır. Bu durumda 1996 yılı için 4.1.1.'de kullanılan UYS değerlerinin her yıl 2 yolcu çoğalacağı kabul edilmiştir. 2010 yılına kadar elde edilen "uçak başına doğrusal artan yolcu sayısı" (DUYS) ve toplam yolcu sayısı projeksiyonları kullanılarak toplam uçak sayısı tahmini elde edilmiştir. Söz konusu tahmin değerleri incelendiğinde, senaryolara göre 2010 yılında Ağustos ayı toplam uçak trafiği tahmini değerlerin sırasıyla 56.796, 38.539, 48.130 ve 33.312 olacağı görülmektedir. 1996 yılı Ağustos ayı değerlerine göre artış oranları sırasıyla % 166, % 74, % 112 ve % 60 olacaktır.

4.2. Uçak Trafikinin Değerlendirilmesi

Çeşitli kaynaklarda [4, 5] Atatürk Hava Limanı'nın 350.400 uçak/yıl olarak verilen kapasitesi teorik bir kapasitedir ve gerçek hayatta mevcut koşullar altında güvenli, konforlu ve çevrede yaşayanlara saygılı bir uygulama imkanı bulunmamaktadır. Belirtilen rakam iki pistin aynı anda ve 24 saat boyunca tüm yıl kesintisiz hizmet vermesi ve bir piste ortalama olarak 3 dakikada bir uçak iniş-kalkışının yapıldığı varsayımıyla hesaplanmıştır. Buna karşın, bu kapasite rakamı genelde yetkililerce kabul edilmiş olması nedeni ile, kapasite aşımına hangi yıllarda ulaşılabileceğinin hesaplanması sırasında temel alınmıştır.

Senaryolardaki yıllık uçak trafiği tahmini değerlerinin 350.400 uçak/yıl seviyesini sırasıyla 2003, 2004, 2003 ve 2007 yıllarında aştığı görülmektedir.

Uçak trafiğinin DUYS'e göre (toplam yolcu sayısı dikkate alınarak doğrusal artımlı uçak başına yolcu sayısı) değerlendirilmesi incelendiğinde ilk üç senaryodaki yıllık uçak trafiği tahmini değerlerinin 350.400 uçak/yıl seviyesini sırasıyla 2005, 2006 ve 2004 yıllarında aştığı görülmektedir.

4.3. Ortalama Pik Saat Talep Tahminleri

Daha önceki bölümlerde de görüldüğü gibi, tüm tahmin denklemleri ve projeksiyonlar aylık bazda gerçekleştirilmiştir. Oysa hava limanlarının kapasite kullanımı özellikle pik gün ve saatlerde sözkonusu olduğundan, tesis gereksinimini sağlıklı olarak saptayabilmek için pik talebin belirlenmesi gerekmektedir. Söz konusu değerlerin eldesi için Airport Planning Manual'da [6] belirtilen yöntem kullanılmıştır. Söz konusu yöntem kısaca aşağıdaki gibidir:

- Elimizde bulunan geçmiş yıl verilerinden hareketle pik saat/ pik gün ortalama oranı saptanmıştır (pik saat trafik oranı)
- Projeksiyonu yapılan her yıl için iki pik trafik ayı belirlenmiştir.
- İki pik ay boyunca, "ortalama" olarak bir günde havalimanını kullanan yolcu sayısı hesaplanmıştır. Burada hesaplanan ortalama günün, yılın 30.-40. yoğun gününe karşılık geldiği varsayılmaktadır.
- Pik saat trafik oranı ile ortalama yoğun gün ilişkilendirilerek ortalama pik saat yolcu sayısı saptanmıştır
- 3. adımda elde edilen ortalama gün yolcu sayısı, aynı ortalama ay için hesaplanan "uçak başına yolcu sayısı"na (UYS ve DUYS) bölünerek, ortalama pik gün uçak sayısı elde edilmiştir
- Ortalama pik gün uçak sayısı 24'e bölünerek ortalama pik saat uçak sayısına ulaşılmıştır.

UYS'ye ve DUYS'ye göre yukarıda belirtilen yöntemle ortalama pik saat uçak sayıları hesap edilmiştir. Söz konusu değerler incelendiğinde UYS'ye göre ortalama pik saat uçak sayısı tahmininin birinci senaryoya göre 1996 yılında 29, 2000'de 41, 2005'de 64 ve 2010'da 105 uçak olacağı görülmektedir. İkinci senaryoya göre bu sayı 1996 yılında 34, 2000'de 37, 2005'de 61 ve 2010'da 71 uçak olacaktır. Üçüncü senaryoya göre aynı yıllara ait değerler 31, 40, 75 ve 89'dur. Ortalama pik saat uçak sayısı toplam yolcu sayısına bağlı olduğundan; dış hat yolcu sayısı projeksiyonunda düşüş olduğu yıllarda ortalama pik saat uçak sayısındaki artış, dış hat yolcu sayısı projeksiyonunda artış olduğu yıllara göre daha az olmaktadır. Senaryo II ve III'de, 2000-2005 yılları arasında pik saat uçak sayısındaki artış bu yüzden diğer yıllara göre daha fazladır. Dördüncü senaryoya göre ise tahmini değerler aynı yıllar için sırasıyla 28, 35, 46 ve 62 olacaktır. 1995 yılı pik saat uçak trafiği (2.Mart, 15.00-16.00) olan 37 uçak ile tahmin edilen ortalama pik saat uçak sayıları karşılaştırıldığında senaryolara göre sırasıyla bu sayının 1999, 2001, 2000 ve 2002 yıllarında aşıldığı görülmektedir.

DUYS'ye göre ortalama pik saat uçak trafiği incelendiğinde birinci senaryoya göre ortalama pik saat uçak sayısının 1996 yılında 29, 2000 yılında 37, 2005 yılında 52 ve 2010 yılında 77 uçak olacağı görülmektedir. İkinci senaryoya göre aynı yıllara ait değerler 34, 33, 49 ve 52 uçaktır. Üçüncü senaryo için bu değerler sırasıyla 31, 36, 60 ve 65 uçaktır. Dördüncü senaryo için ise 28, 31, 37 ve 45 uçak olacağı görülmektedir. Senaryolardaki değerler 37 uçak seviyesini sırasıyla 2001, 2003, 2002 ve 2006 yıllarında geçmektedir.

5. SONUÇLAR

Yukarıda ele alınan tüm senaryo analizleri sonucunda; dış yolcu, iç yolcu, kargo ve uçak trafiğine ilişkin projeksiyonlarda geniş bir yelpaze içerisinde çeşitli değerler elde edilmiştir. Söz konusu yelpazelerin değerlendirilip ileriki yıllarda yapılması öngörülen çeşitli tasarımlarda temel alınabilecek “en olası” değerlerin eldesi için yelpazelerin en üst ve en altındaki değerlerin ortalamasının alınması düşünülmüştür. Bu bağlamda dış ve iç yolcu ile uçak trafiği ve ortalama pik saat uçak sayısı için Senaryo I ve IV, kargo trafiği için ise Senaryo I ve II’nin ortalamaları alınmıştır (Bkz. Ek).

Yapılan çalışmadan elde edilen bulgulara göre hali hazırdaki kapasiteleri talepleri karşılamayan iç hatlar ve dış hatlar terminalleri genişletilmeli veya yeni terminaller kurulmalıdır. Pistler kısa dönem içerisinde teorik maksimum kapasiteyi aşacak ve darboğaz ortaya çıkacaktır. Havalimanının bulunduğu mevkide ilave pist inşa etme imkanı olmadığından İstanbul için yeni bir havaalanının inşası zaruri görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. HORONJEFF, R. ve MCKELVEY F.K., (1994). Planning and Design of Airports, 4th edition, McGraw-Hill Inc., N.Y.
2. OECD Statistics Yearbooks (1988-1995 arası yıllıklar)
3. DPT Aylık Temel Ekonomik Göstergeler (1988-1995 arası kitapçıklar)
4. DPT Hava yolu Ulaştırması Alt Komisyonu Raporu, (1995)
5. DHMİ İstatistik Yıllığı, (1995)
6. Airport Planning Manual, (1987), Part 1, Master Planning, 2nd. Ed., DOC 9184-AN/902.



EK

TASARIM DEĞERLERİ

YIL	Yıllık Değerler					Ortalama Pik Saat	
	DIŞ HAT YOLCU SAYISI	İÇ HAT YOLCU SAYISI	KARGO TON	UÇAK SAYISI (UYS)	UÇAK SAYISI (DUYS)	UÇAK SAYISI (UYS)	UÇAK SAYISI (DUYS)
1996	9,716,566	4,328,602	156,226	194,255	177,923	28	26
1997	10,166,243	4,864,840	176,922	212,764	184,647	30	27
1998	10,639,275	5,474,586	199,831	228,263	192,232	33	28
1999	11,136,977	6,163,450	222,406	245,101	200,692	35	29
2000	11,660,744	6,942,018	247,599	263,580	210,105	38	31
2001	12,212,050	7,822,332	275,734	283,894	220,559	40	32
2002	12,792,461	8,818,090	312,047	306,262	232,156	43	34
2003	13,403,631	9,944,882	358,187	330,929	245,009	47	36
2004	14,047,316	11,220,455	411,235	358,171	259,247	51	38
2005	14,725,375	12,665,014	472,218	388,303	275,018	55	40
2006	15,439,779	14,301,574	533,400	421,680	292,484	59	42
2007	16,192,614	16,156,356	593,872	458,704	311,833	64	45
2008	16,986,095	18,259,239	661,379	499,831	333,273	70	48
2009	17,822,566	20,644,280	736,794	545,580	357,040	76	52
2010	18,704,512	23,350,312	821,069	596,537	383,399	83	55

