



2014.02.01.STAT.01

HAVACILIKTA ÜREYEN RUTİN OLMAYAN (NON-ROUTINE) İŞLERİN ADAM X SAAT TAHMİNİ: GERÇEK ZAMANLI BAKIM KARTLARINDA UYGULAMA

Halim KAZAN*

Arzu TAVSAMAZ†

Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli

Received: 11 March 2014

Accepted: 07 April 2014

Özet

Uçak bakım işlemlerinde rutin işlerin yanı sıra rutin olmayan (non-routine) işlemlerin ölçümü önemlidir. Bu sebeple uçak bakımında toplam iş yükünün rutin olarak yapılması belli anlaşma paketleri ile gerçekleşmektedir. Ancak rutin olmayan işler bir tahmin dahilinde yapılmaktadır. Bu çalışmada geçmiş uygulamalarda kullanılan verilerden yararlanılarak bir sonraki dönemde oluşabilecek rutin olmayan işler adam-saat bazında tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın temel amacı, rutin olmayan (non-routine olarak) işler için ne kadar adam-saat gerekeceğinin hesaplanmasıdır. Bu hesaplamalar ile işletmenin gelecek dönemlerde karşılaşabileceği problemleri çözebilmelerinin yanı sıra, işletmenin adam-saat çalışma birimleri ve maliyetlerini hesaplaması kolaylaşabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Rutin, Rutin olmayan (non-routine), bakım kartı, adam-saat, tahmin.

Jel Kodu: C, C1, C13.

Abstract

The measurement of non-routine operations, as well as routine works, are important in aircraft maintenance operations. Therefore the total workload which made routinely has become with packages in aircraft maintenance. However, non-routine works have realized by using forecasting. In this study, non-routine works which may occur in the next period, was tried to forecast utilizing the data used in past practices on man-hour basis. The main purpose of the study, how much man-hour would require for non-routine works was figured out. As well as solving the problems which might encounter in the future periods by business, the man-hour units and cost accounts of business got easy by using these calculations.

Keywords: Routine, Non-routine job card, man-hour, forecast.

Jel Code: C, C1, C13.

* halimkazan@gyte.edu.tr

† arzutavsamaz@gyte.edu.tr

1. Giriş

THY Teknik Bakım Merkezi, THY filosuna bakım hizmeti vermek maksadıyla kurulmuş olup, son yıllarda, 3rd party müşterilere de bakım hizmeti vermeye başlamıştır. Önceleri THY bünyesinde bir Genel Müdür Yardımcılığı konumundayken 2006 yılında THY'den ayrılarak ayrı bir bakım şirketi olarak hizmet vermeye başlamıştır. Yaklaşık 120 uçaklık THY filosunun yanısıra, bölgedeki diğer Türk ve yabancı havayollarına hizmet verilmektedir. Verilen hizmetin içinde, uçakların motorların, iniş takımlarının ve komponentlerin overhaul (komple bakım) seviyesinde bakımları bulunmaktadır.

1.1. Bakım Kartları

Bakım kartı, bir üretim tesisi için yapılması gereken iş bilgilerini içerir. Ürünün miktarı, programlanması (zaman planlaması) ve ek talimatları içerir.

Her farklı görev için yapılması gereken iş talimatlarını içeren bakım kartları, teknisyenlere yardımcı olarak, her bir kart ne yapılacağını, hangi dökümantasyonların gerekli olduğunu belirtir.

1.2. Bakım Kartlarının Hazırlanması

Anlaşmalarla bakım sorumluluğu yüklenen müşteri uçakları için; MPD kaynaklı bakım kartları, uçak imalatçısından sağlanan PDF ve SGML formatındaki AMM ve Task Card'lar kullanılarak dijital olarak bilgisayar ortamında hazırlanır ve bakım kartlarının otomatik olarak üretilmesi sağlanır. Bu sayede periyodik veya planlı bakımların daha efektif geçmesi sağlanır.

Bu kartlar sayesinde toplanan teknik bilgilerle ileride oluşması muhtemel sorunlar için önceden önlem alınabilmekte ve maliyetler azaltılabilmektedir. Böylece THY Teknik bakım sorumluluğundaki uçakların uçuş emniyeti en üst seviyede tutulmaktadır. Hazırlanan bakım kartları için gerekli olan malzeme ve takımlar tespit

edilerek bakım öncesi temin edilmesi için gerekli işlemler yapılır. Bakım kartların referanslarına (MRBD, MPD, AMM, SIB, SIL, Task Card...) gelen revizyonlar takip edilerek bakım kartları ve ilgili bakım sistemi sürekli güncel tutulur (THY Teknik, 2014).

1.3. Rutin İş (Rutin Görev)

Görevlerin, belirlenen periyotlarla sürekli olarak yapılmasıdır.

1.4. Rutin Olmayan (Non-Routine) İş

Rutin olmayan görevler, planlananın dışında gelişen, havacılık sanayi içerisinde tanımlanmayan arıza ve aksaklıkların giderilmesi için yapılan işlere denir. Rutin olmayan (Non-routine) işler, belirli periyotlar ile yapılmaz. Gerekli görüldüğünde, sözleşme dışında gelişen olayların onarımı ve bakımında dikkate alınarak yapılır.

2. Rutin ve Rutin Olmayan (Non-Routine) İşlerin Tahmini

Kuruluşlar, kontrollerinde olmayan gelecekteki bazı olay ve durumları tahmin etmek isteyebilirler. Tahminler, karar verme süreçlerinin önemli bileşenleridir. Ekonomik zaman serilerinin gelecekte göstereceği seyri tahmin etmek, planlama ve karar alma açısından önemlidir. Doğru tahminler, işletmelere rehberlik ederken yanlış yapılan tahminler işletmelerin iflas etmesine sebep olabilir. Bu yüzden tahminler; üretim, finans ve diğer kurumsal faaliyetlerin planlanmasında önemli rol oynamaktadır.

2.1. Tahmin Yöntemleri

İstatistikte "tahmin", "kestirim" ve "öngörü" kavramları birbirlerine yakın anlamlar içermesine rağmen bu üç terim birbirlerinden farklı anlamlar ifade etmektedir.

Tahmin üç kısımdan oluşur.

- Zaman boyutlu öngörü (Forecasting)
- Kestirim (Prediction)
- Parametre tahmini (Estimation)

Herhangi bir zamanda gelecekle ilgili kestirimde bulunulmasına öngörü denir. Gelecek olayları ya da koşulları tahmin etmeye yardımcı olan öngörü zaman boyutludur.

Kestirim, eldeki verileri kullanarak bağımlı değişkenin gözlemlenememiş değerlerini tahmin etme işlemi olarak tanımlanır.

Parametre tahmininde ise, örnek istatistiklerden yararlanarak (örnek ortalaması, varyans vb.) yığın parametreleri hakkında tahminde bulunulur.

Nicel (kantitatif) tahmin modelleri iki ana gruptan oluşur :

- Nedensel modeller.
- Zaman serisi yöntemleri.

2.1.1. Nedensel Modeller

Sebep sonuç ilişkisini açıklamaya çalışan modellerdir (Orhunbilge, 1999). Nedensel modeller, bir değişkenin gelecekteki değerlerini tahmin etmekten çok değişkenler arasındaki ilişkinin açıklamasına yöneliktir. Daha çok bu modeller problemi matematiksel olarak ifade etmeye yarar (Fretchling, 1996).

2.1.2. Zaman Serisi Yöntemleri

Zaman serileri gözlem sonuçlarının zamana göre dağılımını gösterir. Amacı, geçmiş gözlem değerlerindeki veri kalıplarını kullanıp, istatistiksel model oluşturarak geleceği tahmin etmeye yararlar (Herbig vd., 1993).

2.1.2.1. Naive Tahmin Yöntemi

Bir tahmin yapmanın yanı sıra yapılmış olan bir tahminin üstünlüğünün olup olmadığını tespit etmekte kullanılır. Genellikle karmaşık modellerde uygulanır (McLaughlin, 1983).

2.1.2.2. Naive (Trendli) Tahmin Yöntemi

Eğer tahmini yapılacak olan serinin kesin trendi gözleniyorsa, tahmin trendin yönüne göre yapılır;

$$y_{t+1} = y_t + (y_t - y_{t-1}) \quad (1)$$

y_{t+1} = (t + 1) dönemindeki tahmin değeri,

y_t = t dönemindeki değer,

$y_t - y_{t-1}$ = t dönemiyle, bir önceki dönemin değerleri arasındaki farktır (Hanke ve Reitsch, 1992).

2.1.2.3. Hareketli Ortalamalar Yöntemi

Bu yöntem, geçmişteki verileri baz alarak bu verilerin ortalamasını bulup, bu ortalamaya göre gelecek dönem için değişkenlerin nasıl hareket edeceğini öngörmeye çalışır (Chen vd., 2003).

Basit Hareketli Ortalama

Basit hareketli ortalama tekniğinde son n dönemin ortalaması tahmini değer olarak alınır. Bu işlem,

$$M_{t+1} = \frac{y_t + y_{t-1} + y_{t-(m-1)}}{n} \quad (2)$$

formülü ile hesaplanmaktadır.

M_{t+1} = t + 1 dönemindeki tahmin değeri

y_t = t dönemindeki gözlem değeri

n = hareketli ortalamaya dahil edilen gözlem sayısıdır (Makridakis ve Wheelwright, 1989).

Her yeni değer gerçekleşmesinde en eski değer, hesaplamadan çıkarılarak son m dönemin değerlerinin ortalaması alınır. Hesaplanan bu ortalama bir sonraki dönemin tahmini değeridir.

Ağırlıklı Hareketli Ortalama

Basit hareketli ortalama yönteminden farklı olarak her döneme farklı bir ağırlık verilerek w_t değerleri, ağırlıkları göstermek üzere t+1 dönemdeki ortalamaları hesaplamaya çalışır. Bu işlem,

$$M_{t+1}^w = \frac{w_m y_t + w_{m-1} y_{t-1} + \dots + w_1 y_{t-m+1}}{w_m + w_{m-1} + \dots + w_1} \quad (3)$$

formülü ile hesaplanmaktadır (Armutlulu, 2000).

2.1.2.4. Üstel Düzeltme Yöntemi

Hareketli ortalama yöntemindeki sakıncaları ortadan kaldırmak için kullanılan bir tahmin

yöntemidir. Bu yöntem tahminde kullanılan geçmiş dönem verilerinden yakın geçmişte gerçekleşenlere yüksek, veriler eskidikçe ise üstel olarak azalan ağırlıklar vererek en iyi tahmini yapmaya çalışır. Düşük maliyetlidir. Yeni dönemlerin tahminini hızlı bir şekilde yapabilir (Orhunbilge, 1999).

Tekli (Basit) Üstel Düzeltme Yöntemi

Bu yöntem literatürde Brown'un basit üstel düzeltme yöntemi olarak da bilinmektedir.

y_1, y_2, \dots, y_n belirgin bir trendi ve mevsimlik dalgalanması olmayan zaman serisinin basit üstel düzeltme yöntemiyle tahmini aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

$$y'_t = \alpha y_{t-1} + (1-\alpha)y'_{t-1} \quad (4)$$

Formülde y'_t , t dönemi tahmini değeri, y'_{t-1} , $t-1$ dönemi tahmini değeri ve α "Düzeltilme Sabiti (Smoothing Constant)"dir. Bu yöntemde t dönemi tahmini α oranında bir önceki dönem değeri ile $(1-\alpha)$ oranında bir önceki dönem tahmin değerinden oluşmaktadır. α , $0 < \alpha < 1$ değerleri arasında değişebilmektedir. Hataların kareleri toplamını minimum yapan α değeri seçilerek tahminlerde kullanılmaktadır (Orhunbilge, 1999).

2.1.2.5. Regresyon

Sebeplerin sonuç ilişkisini açıklamaya yarayan istatistiksel analiz tekniğidir. Temel amacı, modele alınan değişkenlerin modelin ne kadarını açıklayabildiğini göstermektir. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerden oluşur.

3. Araştırmanın Metodolojisi

3.1. Araştırmanın Amacı

THY'de müşterilere verilen hizmetlerin en iyi şekilde verilebilmesi için müşterileri bulunduğu yerden, müşteriye istediği yere taşımak üzere kullanılan uçaklarda rutin ve rutin olmayan (non-routine) işlemlerin tespit edilerek müşterilere en iyi hizmeti vermedir. Bu bağlamda hizmetin en iyi şekilde verilebilmesi için bakım kartlarının iş yükü karşılığı adam-saat cinsinden belirlenmesi,

rutin ve rutin olmayan (non-routine) işlemlerin ayrımının yapılması tasarlanarak sapmaların belirlenmesidir.

Rutin kartlara ait adam-saat değerleri işlemlerin standart olması sebebiyle bakımdan bakıma az sapma gösterdiğinden tahmin edilebilmesi daha kolaydır. Rutin olmayan (non-routine) işlemlerin adam-saat değerleri ise birçok faktörden etkilendiğinden öngörülmesi rutin kartlara göre daha zordur.

3.2. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırları

Türkish tekniği belirli zaman aralıklarında uçak bakımları ele alınarak belli bakım kartları bazında rutin ve rutin olmayan (non-routine) işlemler ele alınmıştır.

3.3. Problem

Havacılıkta toplam iş yükünü oluşturan rutin ve rutin olmayan (non-routine) işlemlerin adam-saat miktarlarının tahminini belirleme ve kapasite planlaması yapma probleminin temelini oluşturmaktadır. Bu bağlamda kapasitenin doğru kullanımı, verimliliğin artırılması ve sapmaların minimize edilmesi problemin temel amacıdır. Bu amacı gerçekleştirebilmek için tahmin modelleri kullanılmıştır.

3.4. Kullanılan Yöntem

Mevcut durumda rutin olmayan (non-routine) adam-saat tahminlerinde yaşanan sapmaların en aza indirilmesi kapasite planlarının doğruya yakın bir şekilde gerçekleştirilebilmesi ve verimliliğin artırabilmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Seçilecek sayısal bir tahmin yöntemi aracılığıyla daha doğru gerçekleştirilebilecek bir rutin olmayan (non-routine) adam-saat tahminiyle sapmaların en aza indirilmesi mümkün olabilir. Bu amaçla çalışma kapsamında çeşitli tahmin yöntemleri denenmiş ve bunlar arasından en uygun olanı seçilmeye çalışılmıştır. Çözüm yöntemi olarak uygulaması gerçekleştirilen tahmin yöntemleri şunlardır :

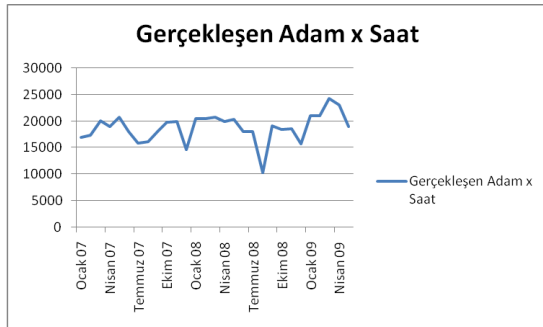
- Naive Tahmin
- Naive (Trendli) Tahmin
- Basit Ortalama
- Basit Hareketli Ortalama
- Ağırlıklı Hareketli Ortalama
- Üstel Düzeltme ($\alpha=0,1$)

3.5. Yöntemin Uygulanması

Tahmin projesi kapsamında uçak bakım müdürlüğü tarafından üretilen 29 aylık adam x saat verileri incelenmiştir. Tahmin analizi için yukarıda verilen yöntemler kullanılmıştır.

Veriler incelendiğinde yaz aylarında üretilen adam x saat değerlerinde düşme gözlenirken kış aylarında üretilen adam x saat değerleri artmaktadır. Ayrıca Aralık 2007 ve Aralık 2008 de beklenenden daha düşük adam x saat üretildiği gözlenmektedir.

Bahsi geçen tüm yöntemlerle kabin içi bakım ve revizyon için tahminler gerçekleştirilmiş ve gerçekleşen değerlerle karşılaştırılmıştır. Son olarak örnek kartlardan olan E25-054 kartı için iki tahmin yöntemi karşılaştırılarak sonuçlar verilmiştir. Yöntem bazında karşılaştırmalar aşağıdaki grafik ve tablolarda sunulmuştur :



Şekil3. Gerçekleşen Adam x Saat Grafiği

Tablo3. Kabin İçi Bakım ve Revizyon İçin Gerçekleşen Adam x Saat Değerleri

Aylar	AdamxSaat
Ocak 07	16899,29
Şubat 07	17346,47
Mart 07	19994,48

Aylar	AdamxSaat
Nisan 07	18973,75
Mayıs 07	20690,58
Haziran 07	17991,52
Temmuz 07	15878,19
Ağustos 07	16100,06
Eylül 07	18004,43
Ekim 07	19772,44
Kasım 07	19958,68
Aralık 07	14600,66
Ocak 08	20432,15
Şubat 08	20403,94
Mart 08	20726,46
Nisan 08	19909,07
Mayıs 08	20349,2
Haziran 08	18038,7
Temmuz 08	17977,44
Ağustos 08	10323,49
Eylül 08	19018,75
Ekim 08	18369,79
Kasım 08	18498,3
Aralık 08	15649,91
Ocak 09	20984,06
Şubat 09	20964,89
Mart 09	24207,57
Nisan 09	23037,19
Mayıs 09	18969,95
Ortalama	18761,08

3.5.1. Naive Tahmin

Naive yöntemi ile yapılan tahmin analizinde elde edilen istatistiki sonuçlar aşağıda verilmiştir. Adam saat verileri dalgalanma gösterdiğinden, hata yüzdelerinin (percent error) %20 ve yukarısında olduğundan, sapmaların yüksek olduğu Tablo 3.1.'de gözlenmektedir.

3.5.2. Naive (Trendli) Tahmin

Naive (trendli) yöntemi ile yapılan tahmin analizinde elde edilen istatistiki sonuçlar incelendiğinde sapmaların naive tahmine göre

daha da yüksek olduğu Tablo 3.2.'de gözlenmektedir.

3.5.3. Hareketli Ortalama

Hareketli ortalama yöntemi ile yapılan tahmin analizinde elde edilen istatistiki sonuçlar incelendiğinde, son 3 ayın verilerin ortalamasına göre analiz yapıldığından yine yazdan kışa ve kıştan yaza geçişlerde sapmaların yükseldiği ancak Ağustos 2008 dışında genel olarak yaz sonu ve kış sonu gibi aylardaki sapmaların nispeten daha az olduğu Tablo 3.3.'te gözlenmektedir.

3.5.3.1. Ağırlıklı Hareketli Ortalama

Ağırlıklı hareketli ortalama yöntemi ile yapılan tahmin analizinde elde edilen istatistiki sonuçlar hareketli ortalama göre daha az sapma içerdiği Tablo 3.4'te gözlenmektedir. Bunun sebebinin yaz-kış dönüşlerine bir önceki ağırlığının daha fazla olması nedeni ile tahmini bir önceki aya daha yakın olduğu düşünülmektedir.

3.5.4. Üstel Düzeltme

Üstel düzeltme yöntemi ile yapılan tahmin analizinde elde edilen istatistiki sonuçlar diğer yöntemlere göre nispeten az sapma gösterdiği Tablo 3.5'te görülmektedir. Bu yöntemde dikkat edilmesi gereken husus alpha değerinin seçimidir. Düşük alpha değerleri nispeten daha az sapma ile tahmin yapılmasını sağlamaktadır. Tablo 3.5'te $\alpha=0.1$ iken, Tablo 3.6'da ise $\alpha=0.4$ iken sonuçlar verilerek grafiklerle karşılaştırılmıştır

3.5.5. Regresyon

Regresyon ile yapılan tahmin analizinde elde edilen istatistiki sonuçlar ile hesaplanan değerler Tablo 3.7'de verilmiştir. Bu yöntemde dikkat edilmesi gereken husus alpha değerinin seçimidir. Düşük alpha değerleri nispeten daha az sapma ile tahmin yapılmasını sağlamaktadır.

Son olarak, gerçekleştirilen çalışma kapsamında Boeing 737-800 tipi uçaklara ilişkin non-routine adam-saat verileri değerlendirmeye alınmıştır. Bu doğrultuda Aralık 2006'dan Aralık 2008'e kadar Boeing 737-800 uçaklarına gerçekleştirilen C bakımlarından üreyen tüm non-

routine kartlar analiz edilmiştir. Toplam 41 uçağa ait 47 C bakımı; bu 47 C bakımından üreyen 1.974 adet non-routine adam saat değeri ve 460 adet bakım kartı incelemeye tabi tutulmuştur. İncelenen tüm non-routine adam-saat değerlerinin toplamı 73.635 A/S'e tekabül etmektedir.

Çalışmaya kaynak teşkil etmek üzere incelenen bu 460 adet karttan en sık uygulanan kartlardan biri olan E25-054 bakım kartı tahminlere kaynak teşkil etmek üzere seçilmiştir. Seçilen E25-054 kartının yaptırdığı iş uçakta mutfak olarak kullanılan tüm bölümlere ilişkin muayene olup bu işlem esnasında doğabilecek her türlü rutin olmayan (non-routine) adam-saat iş yükü, kartın toplam üreyen rutin olmayan (non-routine) hanesine yazılmaktadır.

Bahsi geçen tüm yöntemlerle kabin içi bakım ve revizyon için tahminler gerçekleştirilmiş ve gerçekleşen değerlerle karşılaştırılmıştır. Son olarak örnek kartlardan olan E25-054 kartı için ağırlıklı hareketli ortalama ve üstel düzeltme ($\alpha=0,2$ ve $\alpha=0,4$ iken) tahmin yöntemleri uygulanarak benzer bir çalışma yapılmış ve bu üç tahmin yöntemine ilişkin sonuçlar incelenmiştir. Yöntem bazında karşılaştırmalar Tablo 3.8., Tablo 3.9., Tablo 3.10 gösterilerek Şekil 3.9., Şekil 3.10., Şekil 3.11. 'de sunulmuştur.

Ağırlıklı Hareketli Ortalama tahmin yöntemiyle E25-054 kartı için gerçekleştirilen tahminler ve bu değerlerin gerçek değerlerle karşılaştırması Tablo 3.8.'de gösterilerek Şekil 3.9'da sunulmuştur.

Üstel düzeltme tahmin yöntemiyle ve $\alpha=0,2$ ve $\alpha=0,4$ seçilerek E25-054 kartı için gerçekleştirilen tahminler ve bu değerlerin karşılaştırılması Tablo 3.9., Tablo 3.10. gösterilerek Şekil 3.10. ve Şekil 3.11.'de sunulmuştur.

Tablo3.1. Kabin İçi Bakım ve Revizyon İçin Gerçekleşen Adam x Saat ve Naive Tahmin Hesaplamaları

Tarih	Gerçekleşen	Naive Tahmin	Error (Hata)	Absolute Error (Mutlak Hata)	Squared Error (Hata Kare)	Percent Error (Hata Yüzdeleri)
Ocak 07	16899,29					
Şubat 07	17346,47	16899,29	-447,18	447,18	199969,9524	2,58%
Mart 07	19994,48	17346,47	-2648,01	2648,01	7011956,96	13,24%
Nisan 07	18973,75	19994,48	1020,73	1020,73	1041889,733	5,38%
Mayıs 07	20690,58	18973,75	-1716,83	1716,83	2947505,249	8,30%
Haziran 07	17991,52	20690,58	2699,06	2699,06	7284924,884	15,00%
Temmuz 07	15878,19	17991,52	2113,33	2113,33	4466163,689	13,31%
Ağustos 07	16100,06	15878,19	-221,87	221,87	49226,2969	1,38%
Eylül 07	18004,43	16100,06	-1904,37	1904,37	3626625,097	10,58%
Ekim 07	19772,44	18004,43	-1768,01	1768,01	3125859,36	8,94%
Kasım 07	19958,68	19772,44	-186,24	186,24	34685,3376	0,93%
Aralık 07	14600,66	19958,68	5358,02	5358,02	28708378,32	36,70%
Ocak 08	20432,15	14600,66	-5831,49	5831,49	34006275,62	28,54%
Şubat 08	20403,94	20432,15	28,21	28,21	795,8041	0,14%
Mart 08	20726,46	20403,94	-322,52	322,52	104019,1504	1,56%
Nisan 08	19909,07	20726,46	817,39	817,39	668126,4121	4,11%
Mayıs 08	20349,2	19909,07	-440,13	440,13	193714,4169	2,16%
Haziran 08	18038,7	20349,2	2310,5	2310,5	5338410,25	12,81%
Temmuz 08	17977,44	18038,7	61,26	61,26	3752,7876	0,34%
Ağustos 08	10323,49	17977,44	7653,95	7653,95	58582950,6	74,14%
Eylül 08	19018,75	10323,49	-8695,26	8695,26	75607546,47	45,72%
Ekim 08	18369,79	19018,75	648,96	648,96	421149,0816	3,53%
Kasım 08	18498,3	18369,79	-128,51	128,51	16514,8201	0,69%
Aralık 08	15649,91	18498,3	2848,39	2848,39	8113325,592	18,20%
Ocak 09	20984,06	15649,91	-5334,15	5334,15	28453156,22	25,42%
Şubat 09	20964,89	20984,06	19,17	19,17	367,4889	0,09%
Mart 09	24207,57	20964,89	-3242,68	3242,68	10514973,58	13,40%
Nisan 09	23037,19	24207,57	1170,38	1170,38	1369789,344	5,08%
Mayıs 09	18969,95	23037,19	4067,24	4067,24	16542441,22	21,44%
Haziran 09	13990,5	18969,95	4979,45	4979,45	24794922,3	35,59%
Temmuz 09	13990,5	13990,5				
			BIAS‡	MAD§	MSE**	MAPE††
			100,3031	2368,38931	11145841,93	14,11%

‡ BIAS= Nonresponse Error (Cevaplama Hatası)

§ MAD= Mean Absolute Deviation (Mutlak Değer Ortalaması)

** MSE= Mean Square Error (Hata Kare Ortalaması)

†† MAPE= Mean Absolute Percentage Error (Yüzdelerin Ortalaması)

Tablo3.2. Kabin İçi Bakım ve Revizyon İçin Gerçekleşen Adam x Saat ve Naive Tahmin Trend Hesaplamaları

Tarih	Gerçekleşen	Naive Trend	Error (Hata)	Absolute Error (Mutlak Hata)	Squared Error (Hata Kare)	Percent Error (Hata Yüzdeleri)
Ocak 07	16899,29					
Şubat 07	17346,47					
Mart 07	19994,48	17793,65	-2200,83	2200,83	4843653	11,01%
Nisan 07	18973,75	22642,49	3668,74	3668,74	13459653	19,34%
Mayıs 07	20690,58	17953,02	-2737,56	2737,56	7494235	13,23%
Haziran 07	17991,52	22407,41	4415,89	4415,89	19500084	24,54%
Temmuz 07	15878,19	15292,46	-585,73	585,73	343079,6	3,69%
Ağustos 07	16100,06	13764,86	-2335,2	2335,2	5453159	14,50%
Eylül 07	18004,43	16321,93	-1682,5	1682,5	2830806	9,34%
Ekim 07	19772,44	19908,8	136,36	136,36	18594,05	0,69%
Kasım 07	19958,68	21540,45	1581,77	1581,77	2501996	7,93%
Aralık 07	14600,66	20144,92	5544,26	5544,26	30738819	37,97%
Ocak 08	20432,15	9242,64	-11189,5	11189,51	1,25E+08	54,76%
Şubat 08	20403,94	26263,64	5859,7	5859,7	34336084	28,72%
Mart 08	20726,46	20375,73	-350,73	350,73	123011,5	1,69%
Nisan 08	19909,07	21048,98	1139,91	1139,91	1299395	5,73%
Mayıs 08	20349,2	19091,68	-1257,52	1257,52	1581357	6,18%
Haziran 08	18038,7	20789,33	2750,63	2750,63	7565965	15,25%
Temmuz 08	17977,44	15728,2	-2249,24	2249,24	5059081	12,51%
Ağustos 08	10323,49	17916,18	7592,69	7592,69	57648941	73,55%
Eylül 08	19018,75	2669,54	-16349,2	16349,21	2,67E+08	85,96%
Ekim 08	18369,79	27714,01	9344,22	9344,22	87314447	50,87%
Kasım 08	18498,3	17720,83	-777,47	777,47	604459,6	4,20%
Aralık 08	15649,91	18626,81	2976,9	2976,9	8861934	19,02%
Ocak 09	20984,06	12801,52	-8182,54	8182,54	66953961	38,99%
Şubat 09	20964,89	26318,21	5353,32	5353,32	28658035	25,53%
Mart 09	24207,57	20945,72	-3261,85	3261,85	10639665	13,47%
Nisan 09	23037,19	27450,25	4413,06	4413,06	19475099	19,16%
Mayıs 09	18969,95	21866,81	2896,86	2896,86	8391798	15,27%
Haziran 09	13990,5	14902,71	912,21	912,21	832127,1	6,52%
Temmuz 09		9011,05				
			BIAS	MAE	MSE	MAPE
			193,8082	3990,943	29251116	22,13%

Tablo3.3. Kabin İçi Bakım ve Revizyon İçin Gerçekleşen Adam x Saat ve Hareketli Ortalama Trend Hesaplamaları

Tarih	Gerçekleşen	Hareketli Ortalama	Error (Hata)	Absolute Error (Mutlak Hata)	Squared Error (Hata Kare)	Percent Error (Hata Yüzelikleri)
Ocak 07	16899,29					
Şubat 07	17346,47					
Mart 07	19994,48					
Nisan 07	18973,75	18080,08	-893,67	893,67	798646,1	4,71%
Mayıs 07	20690,58	18771,57	-1919,01	1919,013	3682612	9,27%
Haziran 07	17991,52	19886,27	1894,75	1894,75	3590078	10,53%
Temmuz 07	15878,19	19218,62	3340,427	3340,427	11158450	21,04%
Ağustos 07	16100,06	18186,76	2086,703	2086,703	4354331	12,96%
Eylül 07	18004,43	16656,59	-1347,84	1347,84	1816673	7,49%
Ekim 07	19772,44	16660,89	-3111,55	3111,547	9681723	15,74%
Kasım 07	19958,68	17958,98	-1999,7	1999,703	3998813	10,02%
Aralık 07	14600,66	19245,18	4644,523	4644,523	21571597	31,81%
Ocak 08	20432,15	18110,59	-2321,56	2321,557	5389625	11,36%
Şubat 08	20403,94	18330,50	-2073,44	2073,443	4299167	10,16%
Mart 08	20726,46	18478,92	-2247,54	2247,543	5051451	10,84%
Nisan 08	19909,07	20520,85	611,78	611,78	374274,8	3,07%
Mayıs 08	20349,2	20346,49	-2,71	2,71	7,3441	0,01%
Haziran 08	18038,7	20328,24	2289,543	2289,543	5242009	12,69%
Temmuz 08	17977,44	19432,32	1454,883	1454,883	2116686	8,09%
Ağustos 08	10323,49	18788,45	8464,957	8464,957	71655491	82,00%
Eylül 08	19018,75	15446,54	-3572,21	3572,207	12760660	18,78%
Ekim 08	18369,79	15773,23	-2596,56	2596,563	6742141	14,13%
Kasım 08	18498,3	15904,01	-2594,29	2594,29	6730341	14,02%
Aralık 08	15649,91	18628,95	2979,037	2979,037	8874659	19,04%
Ocak 09	20984,06	17506,00	-3478,06	3478,06	12096901	16,57%
Şubat 09	20964,89	18377,42	-2587,47	2587,467	6694984	12,34%
Mart 09	24207,57	19199,62	-5007,95	5007,95	25079563	20,69%
Nisan 09	23037,19	22052,17	-985,017	985,0167	970257,8	4,28%
Mayıs 09	18969,95	22736,55	3766,6	3766,6	14187276	19,86%
Haziran 09	13990,5	22071,57	8081,07	8081,07	65303692	57,76%
Temmuz 09		18665,88				
			BIAS	MAD	MSE	MAPE
			106,5072	2827,883	11637856	17,01%

Tablo3.4. Kabin İçi Bakım ve Revizyon İçin Gerçekleşen Adam x Saat ve Ağırlıklı Hareketli Ortalama Trend Hesaplamaları
Ağırlıklı hareketli ortalama yönteminde ağırlıklar 3,2,1,6 şeklinde rastgele alınarak hesaplanmıştır.

Tarih	Gerçekleşen	Ağırlıklı Hareketli Ortalama	Error (Hata)	Absolute Error (Mutlak Hata)	Squared Error (Hata Kare)	Percent Error (Hata Yüzelikleri)
Ocak 07	16899,29					
Şubat 07	17346,47					
Mart 07	19994,48					
Nisan 07	18973,75	18595,95	-377,805	377,805	142736,6	1,99%
Mayıs 07	20690,58	19042,78	-1647,8	1647,8	2715245	7,96%
Haziran 07	17991,52	20002,29	2010,767	2010,767	4043183	11,18%
Temmuz 07	15878,19	19054,91	3176,722	3176,722	10091561	20,01%
Ağustos 07	16100,06	17384,70	1284,638	1284,638	1650296	7,98%
Eylül 07	18004,43	16341,35	-1663,08	1663,083	2765846	9,24%
Ekim 07	19772,44	17015,27	-2757,17	2757,173	7602005	13,94%
Kasım 07	19958,68	18571,04	-1387,64	1387,64	1925545	6,95%
Aralık 07	14600,66	19570,89	4970,232	4970,232	24703203	34,04%
Ocak 08	20432,15	17248,63	-3183,52	3183,52	10134800	15,58%
Şubat 08	20403,94	18409,41	-1994,53	1994,532	3978157	9,78%
Mart 08	20726,46	19446,13	-1280,33	1280,33	1639245	6,18%
Nisan 08	19909,07	20569,90	660,8317	660,8317	436698,5	3,32%
Mayıs 08	20349,2	20264,01	-85,1883	85,18833	7257,052	0,42%
Haziran 08	18038,7	20265,37	2226,667	2226,667	4958044	12,34%
Temmuz 08	17977,44	19120,60	1143,155	1143,155	1306803	6,36%
Ağustos 08	10323,49	18393,15	8069,663	8069,663	65119466	78,17%
Eylül 08	19018,75	14160,68	-4858,08	4858,075	23600893	25,54%
Ekim 08	18369,79	15946,78	-2423,01	2423,012	5870986	13,19%
Kasım 08	18498,3	17245,06	-1253,24	1253,24	1570610	6,77%
Aralık 08	15649,91	18542,21	2892,295	2892,295	8365370	18,48%
Ocak 09	20984,06	17052,69	-3931,37	3931,373	15455696	18,74%
Şubat 09	20964,89	18791,72	-2173,17	2173,173	4722682	10,37%
Mart 09	24207,57	20085,45	-4122,12	4122,12	16991873	17,03%
Nisan 09	23037,19	22589,43	-447,765	447,765	200493,5	1,94%
Mayıs 09	18969,95	23081,93	4111,983	4111,983	16908407	21,68%
Haziran 09		21198,63				
			BIAS	MAD	MSE	MAPE
			-116,88	2466,646	9111812	14,58%

Tablo3.5. Kabin İçi Bakım ve Revizyon İçin Gerçekleşen Adam x Saat ve Üstel Düzeltme ($\alpha=0.1$) Trend Hesaplamaları
 Üstel Düzeltme yönteminde katsayı $\alpha=0.1$ alınarak trend hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

Tarih	Gerçekleşen	Üstel ($\alpha=0,1$)	Error (Hata)	Absolute Error (MutlakHata)	Squared Error (Hata Kare)	Percent Error (Hata Yüzdeleri)
Ocak 07	16899,29					
Şubat 07	17346,47	16899,29				
Mart 07	19994,48	17301,752				
Nisan 07	18973,75	19725,2072	751,4572	751,4572	564687,9	3,96%
Mayıs 07	20690,58	19048,89572	-1641,68	1641,684	2695127	7,93%
Haziran 07	17991,52	20526,41157	2534,892	2534,892	6425675	14,09%
Temmuz 07	15878,19	18245,00916	2366,819	2366,819	5601833	14,91%
Ağustos 07	16100,06	16114,87192	14,81192	14,81192	219,3928	0,09%
Eylül 07	18004,43	16101,54119	-1902,89	1902,889	3620986	10,57%
Ekim 07	19772,44	17814,14112	-1958,3	1958,299	3834935	9,90%
Kasım 07	19958,68	19576,61011	-382,07	382,0699	145977,4	1,91%
Aralık 07	14600,66	19920,47301	5319,813	5319,813	28300410	36,44%
Ocak 08	20432,15	15132,6413	-5299,51	5299,509	28084792	25,94%
Şubat 08	20403,94	19902,19913	-501,741	501,7409	251743,9	2,46%
Mart 08	20726,46	20353,76591	-372,694	372,6941	138900,9	1,80%
Nisan 08	19909,07	20689,19059	780,1206	780,1206	608588,1	3,92%
Mayıs 08	20349,2	19987,08206	-362,118	362,1179	131129,4	1,78%
Haziran 08	18038,7	20312,98821	2274,288	2274,288	5172387	12,61%
Temmuz 08	17977,44	18266,12882	288,6888	288,6888	83341,24	1,61%
Ağustos 08	10323,49	18006,30888	7682,819	7682,819	59025706	74,42%
Eylül 08	19018,75	11091,77189	-7926,98	7926,978	62836982	41,68%
Ekim 08	18369,79	18226,05219	-143,738	143,7378	20660,56	0,78%
Kasım 08	18498,3	18355,41622	-142,884	142,8838	20415,77	0,77%
Aralık 08	15649,91	18484,01162	2834,102	2834,102	8032132	18,11%
Ocak 09	20984,06	15933,32016	-5050,74	5050,74	25509973	24,07%
Şubat 09	20964,89	20478,98602	-485,904	485,904	236102,7	2,32%
Mart 09	24207,57	20916,2996	-3291,27	3291,27	10832461	13,60%
Nisan 09	23037,19	23878,44296	841,253	841,253	707706,5	3,65%
Mayıs 09	18969,95	23121,3153	4151,365	4151,365	17233834	21,88%
Haziran 09	13990,5	19385,08653	5394,587	5394,587	29101564	38,56%
Temmuz 09		14529,95865				
			BIAS	MAD	MSE	MAPE
			213,7962	2396,205	11082158	14,44%

Tablo3.6. Kabin İçi Bakım ve Revizyon İçin Gerçekleşen Adam x Saat ve Üstel Düzeltme ($\alpha=0.4$) Trend Hesaplamaları
 Üstel Düzeltme yönteminde katsayı $\alpha=0.4$ alınarak trend hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

Tarih	Gerçekleşen	Üstel ($\alpha=0,4$)	Error (Hata)	Absolute Error (MutlakHata)	Squared Error (Hata Kare)	Percent Error (Hata Yüzdeleri)
Ocak 07	16899,29					
Şubat 07	17346,47	16899,29				
Mart 07	19994,48	17167,598				
Nisan 07	18973,75	18863,7272	-110,023	110,0228	12105,02	0,58%
Mayıs 07	20690,58	18929,74088	-1760,84	1760,839	3100554	8,51%
Haziran 07	17991,52	19986,24435	1994,724	1994,724	3978925	11,09%
Temmuz 07	15878,19	18789,40974	2911,22	2911,22	8475200	18,33%
Ağustos 07	16100,06	17042,6779	942,6179	942,6179	888528,5	5,85%
Eylül 07	18004,43	16477,10716	-1527,32	1527,323	2332715	8,48%
Ekim 07	19772,44	17393,50086	-2378,94	2378,939	5659351	12,03%
Kasım 07	19958,68	18820,86435	-1137,82	1137,816	1294624	5,70%
Aralık 07	14600,66	19503,55374	4902,894	4902,894	24038367	33,58%
Ocak 08	20432,15	16561,8175	-3870,33	3870,333	14979474	18,94%
Şubat 08	20403,94	18884,017	-1519,92	1519,923	2310166	7,45%
Mart 08	20726,46	19795,9708	-930,489	930,4892	865810,2	4,49%
Nisan 08	19909,07	20354,26432	445,1943	445,1943	198198	2,24%
Mayıs 08	20349,2	20087,14773	-262,052	262,0523	68671,39	1,29%
Haziran 08	18038,7	20244,37909	2205,679	2205,679	4865020	12,23%
Temmuz 08	17977,44	18920,97164	943,5316	943,5316	890251,9	5,25%
Ağustos 08	10323,49	18354,85265	8031,363	8031,363	64502786	77,80%
Eylül 08	19018,75	13536,03506	-5482,71	5482,715	30060163	28,83%
Ekim 08	18369,79	16825,66402	-1544,13	1544,126	2384325	8,41%
Kasım 08	18498,3	17752,13961	-746,16	746,1604	556755,3	4,03%
Aralık 08	15649,91	18199,83584	2549,926	2549,926	6502122	16,29%
Ocak 09	20984,06	16669,88034	-4314,18	4314,18	18612146	20,56%
Şubat 09	20964,89	19258,38814	-1706,5	1706,502	2912149	8,14%
Mart 09	24207,57	20282,28925	-3925,28	3925,281	15407829	16,22%
Nisan 09	23037,19	22637,4577	-399,732	399,7323	159785,9	1,74%
Mayıs 09	18969,95	22877,29708	3907,347	3907,347	15267361	20,60%
Haziran 09	13990,5	20532,88883	6542,389	6542,389	42802852	46,76%
Temmuz 09		16607,45553				
			BIAS	MAD	MSE	MAPE
			139,276	2481,234	10115787	15,02%

Tablo3.7. Kabin İçi Bakım ve Revizyon İçin Gerçekleşen Adam x Saat ve Regresyon Hesaplanması

Aylar	Sıra(X)	AdamxSaat(Y)	Tahmin	X ²	XY
Ocak 07	1	16.899,29	18.050,23	1	16.899,29
Şubat 07	2	17.346,47	18.088,29	4	34.692,94
Mart 07	3	19.994,48	18.126,35	9	59.983,44
Nisan 07	4	18.973,75	18.164,41	16	75.895,00
Mayıs 07	5	20.690,58	18.202,46	25	103.452,90
Haziran 07	6	17.991,52	18.240,52	36	107.949,12
Temmuz 07	7	15.878,19	18.278,58	49	111.147,33
Ağustos 07	8	16.100,06	18.316,63	64	128.800,48
Eylül 07	9	18.004,43	18.354,69	81	162.039,87
Ekim 07	10	19.772,44	18.392,75	100	197.724,40
Kasım 07	11	19.958,68	18.430,81	121	219.545,48
Aralık 07	12	14.600,66	18.468,86	144	175.207,92
Ocak 08	13	20.432,15	18.506,92	169	265.617,95
Şubat 08	14	20.403,94	18.544,98	196	285.655,16
Mart 08	15	20.726,46	18.583,04	225	310.896,90
Nisan 08	16	19.909,07	18.621,09	256	318.545,12
Mayıs 08	17	20.349,20	18.659,15	289	345.936,40
Haziran 08	18	18.038,70	18.697,21	324	324.696,60
Temmuz 08	19	17.977,44	18.735,26	361	341.571,36
Ağustos 08	20	10.323,49	18.773,32	400	206.469,80
Eylül 08	21	19.018,75	18.811,38	441	399.393,75
Ekim 08	22	18.369,79	18.849,44	484	404.135,38
Kasım 08	23	18.498,30	18.887,49	529	425.460,90
Aralık 08	24	15.649,91	18.925,55	576	375.597,84
Ocak 09	25	20.984,06	18.963,61	625	524.601,50
Şubat 09	26	20.964,89	19.001,66	676	545.087,14
Mart 09	27	24.207,57	19.039,72	729	653.604,39
Nisan 09	28	23.037,19	19.077,78	784	645.041,32
Mayıs 09	29	18.969,95	19.115,84	841	550.128,55
Haziran 09	30	13.990,50	19.153,89	900	419.715,00
Toplam	465	558062		9455	8735493

b=38

a=18012

Temmuz 2009 Tahmini =19153,89351

Tablo 3.8. E25-054 Kartı İçin Gerçekleşen Adam x Saat ve Ağırlıklı Hareketli Ortalama Trend Değerleri

JE25-054			Gerçek	Ağırlıklı Hareketli Ortalama	
				Ağırlık	Tahmin
JGN	1	2008-3	23,41	0,2	N/A
JGP	1	2008-3	4,25	0,4	N/A
JGS	1	2008-3	47,99	0,6	N/A
JFF	6	2008-4	78,71	0,8	N/A
JGO	1	2008-4	28	1	N/A
JGT	1	2008-4	13	1,2	N/A
JGV	1	2008-4	29,9	1,4	N/A
JFI	6	2008-5	201,11	1,6	N/A
JFJ	6	2008-6	113,97	1,8	N/A
JGU	1	2008-6	33,57		78,95
JFK	6	2008-7	71,81		73,65
JFL	6	2008-7	77,65		75,78
JFN	6	2008-8	163,39		77,58
JFT	6	2008-8	96,97		95,86
JFM	6	2008-9	158,99		98,98

Tablo3.9. E25-054 Kartı İçin Gerçekleşen Adam x Saat ve Üstel Düzeltme ($\alpha=0,2$) Trend Değerleri

JE25-054			Gerçek	Üstel Düzeltme ($\alpha=0,2$)
JGN	1	2008-3	23,41	N/A
JGP	1	2008-3	4,25	N/A
JGS	1	2008-3	47,99	N/A
JFF	6	2008-4	78,71	N/A
JGO	1	2008-4	28	N/A
JGT	1	2008-4	13	N/A
JGV	1	2008-4	29,9	N/A
JFI	6	2008-5	201,11	N/A
JFJ	6	2008-6	113,97	N/A
JGU	1	2008-6	33,57	113,97
JFK	6	2008-7	71,81	97,89
JFL	6	2008-7	77,65	92,67
JFN	6	2008-8	163,39	89,67
JFT	6	2008-8	96,97	104,41
JFM	6	2008-9	158,99	102,92

Tablo3.10. E25-054 Kartı İçin Gerçekleşen Adam x Saat ve Üstel Düzeltme ($\alpha=0,4$) Trend Değerleri

	JE25-054		Gerçek	Üstel Düzeltme ($\alpha=0,4$)
JGN	1	2008-3	23,41	N/A
JGP	1	2008-3	4,25	N/A
JGS	1	2008-3	47,99	N/A
JFF	6	2008-4	78,71	N/A
JGO	1	2008-4	28	N/A
JGT	1	2008-4	13	N/A
JGV	1	2008-4	29,9	N/A
JFI	6	2008-5	201,11	N/A
JFJ	6	2008-6	113,97	N/A
JGU	1	2008-6	33,57	113,97
JFK	6	2008-7	71,81	81,81
JFL	6	2008-7	77,65	77,81
JFN	6	2008-8	163,39	77,75
JFT	6	2008-8	96,97	112,00
JFM	6	2008-9	158,99	105,99

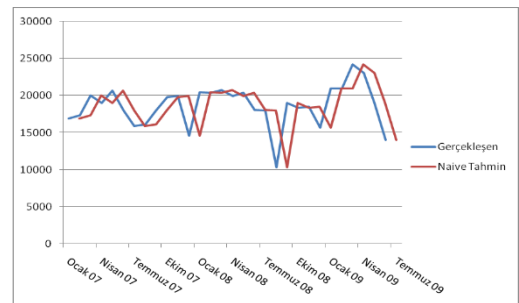
3.6. Model Değerlendirmesi

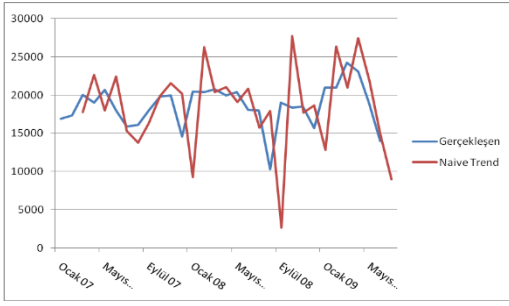
Tablo 3.11. Tahmin modellerine ilişkin sonuçların karşılaştırılması

	BIAS	MAD	MSE	MAPE
Kabin içi bakım ve revizyon için gerçekleşen adam x saat ve naive tahmin hesaplamaları	100,3031	2368,38931	11145841,93	14,11%
Kabin içi bakım ve revizyon için gerçekleşen adam x saat ve naive tahmin trend hesaplamaları	193,8082	3990,943	29251116	22,13%
Kabin içi bakım ve revizyon için gerçekleşen adam x saat ve hareketli ortalama trend hesaplamaları	106,5072	2827,883	11637856	17,01%
Kabin içi bakım ve revizyon için gerçekleşen adam x saat ve ağırlıklı hareketli ortalama trend hesaplamaları	-116,88	2466,646	9111812	14,58%
Kabin içi bakım ve revizyon için gerçekleşen adam x saat ve üstel düzeltme ($\alpha=0.1$) trend hesaplamaları	213,7962	2396,205	11082158	14,44%
Kabin içi bakım ve revizyon için gerçekleşen adam x saat ve üstel düzeltme ($\alpha=0.4$) trend hesaplamaları	139,276	2481,234	10115787	15,02%
Kabin içi bakım ve revizyon için gerçekleşen adam x saat ve regresyon hesaplanması			b=38 a=18012	
			Temmuz 2009 Tahmini =19153,89351	

Tahmin modellerine ilişkin sonuçlar Tablo3.11.'de verilmiştir. En küçük yüzdelik ortalama ile (Mean Absolute Percentage Error) kabin içi bakım ve revizyon için gerçekleşen adam x saat ve naive tahmin hesaplamaları % 14,11 en iyi modeli, kabin içi bakım ve revizyon için gerçekleşen adam x saat ve üstel düzeltme ($\alpha=0.4$) trend hesaplamaları %14,44 ile en iyi ikinci modeli oluşturmaktadır.

Regresyon tahmini, kabin içi bakım ve revizyon için gerçekleşen adam x saat ortalamasının 19153,89351 olması modeli en iyi açıklayan durumu göstermektedir.

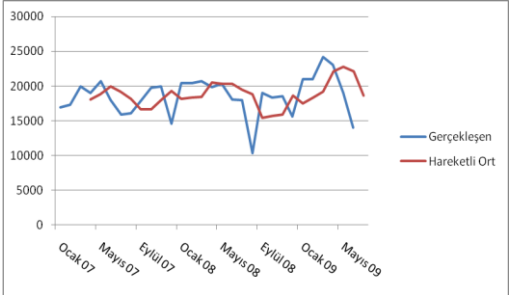




Şekil 3.2. Gerçekleşen Adam x Saat Naive Tahmin Trend Grafiği

Şekil 3.1.'de, gerçekleşen adam x saat değerleri ile naive değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlenmektedir

Şekil 3.2.'de, Ocak 2008 ve Şubat 2008'de, Eylül 2008 ile Ekim 2008'de ayrıca Ocak 2009, Şubat 2009, Nisan 2009'da kabin içi bakım ve revizyon trendine bakıldığında aşırı sapmaların ve dalgalanmaların gözlemlendiği trend grafiğinden anlaşılmaktadır. Veriler incelendiğinde, yaz ve kış aylarındaki sapmaların yaz tatiline girişler, müşterilerin kış aylarında uçak şirketlerini tercih etme eğilimlerinin azalması, yazın bilet fiyatlarının artması gibi sebeplerle açıklanabilir.

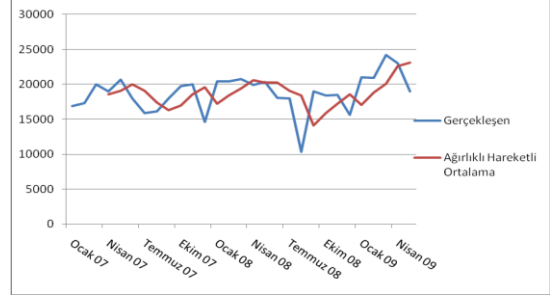


Şekil 3.3. Gerçekleşen Adam x Saat Hareketli Ortalama Trend Grafiği

Yukarıdaki grafikte, Ağustos 2008'de, Mayıs 2009, Haziran 2009'da ve Mart 2009'da kabin içi bakım ve revizyon trendine bakıldığında aşırı sapmaların ve dalgalanmaların gözlemlendiği trend grafiğinden anlaşılmaktadır.

Ağustos 2008'de kabin içi bakım gerçekleşen adam x saat değeri ile hareketli ortalama değeri arasında en yüksek değer olan % 82'lik sapma meydana gelmiştir.

Veriler incelendiğinde, Ağustos ayında izne ayrılmak isteyen çalışan sayısındaki artış firmanın kabin içi bakım ve revizyon organizasyonunu etkilemektedir. Mart 2009'da ise kışın çok fazla uçuşun olmaması buna karşılık uçakların yerde kaldığı sürede bakım yapılması sapmayı arttırmıştır.

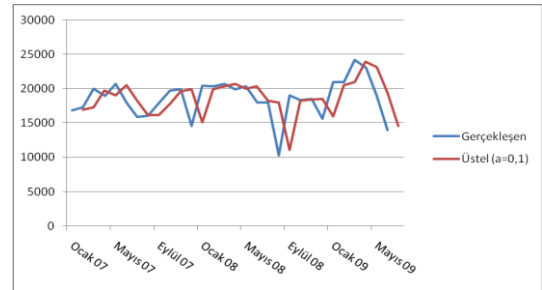


Şekil 3.4. Gerçekleşen Adam x Saat Ağırlıklı Hareketli Ortalama Trend Grafiği

Şekil 3.4.'te, Temmuz 2007, Aralık 2007, Ağustos 2008, Mart 2009 ve Mayıs 2009'da kabin içi bakım ve revizyon trendine bakıldığında aşırı sapmaların ve dalgalanmaların gözlemlendiği trend grafiğinden anlaşılmaktadır.

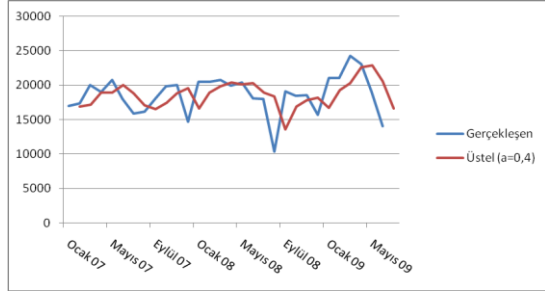
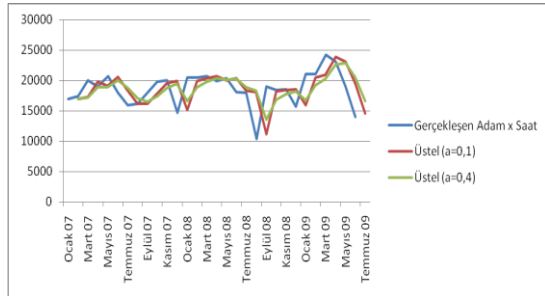
Ağustos 2008'de kabin içi bakım gerçekleşen adam x saat değeri ile hareketli ortalama değeri arasında en yüksek değer olan % 78'lik sapma meydana gelmiştir. Ağustos 2008'de, gerçekleşen adam x saat değeri 10000 saatlik bakım iken, ağırlıklı hareketli ortalama ile 15000 saatlik bakıma çekilmesi gerektiği gözlemlenmiştir.

Veriler incelendiğinde, Ağustos ayında izne ayrılmak isteyen çalışan sayısındaki artış firmanın kabin içi bakım ve revizyon organizasyonunu etkilemektedir. Mart 2009'da ise kışın çok fazla uçuşun olmaması buna karşılık uçakların yerde kaldığı sürede bakım yapılması sapmayı arttırmıştır.



Şekil 3.5. Gerçekleşen Adam x Saat Üstel Düzeltme ($\alpha=0.1$) Trend Grafiği

Yukarıdaki grafikte, kabin içi bakım ve revizyon trendine bakıldığında gerçekleşen adam x saat değerleri ile üstel düzeltme ($\alpha=0.1$) tahmin değerleri birbirine yakın olduğu gözlenmektedir.

Şekil 3.6. Gerçekleşen Adam x Saat Üstel Düzeltme ($\alpha=0.4$) Trend GrafiğiŞekil 3.7. Gerçekleşen Adam x Saat Üstel Düzeltme ($\alpha=0.1$ ve $\alpha=0.4$ iken) Trend Grafiği

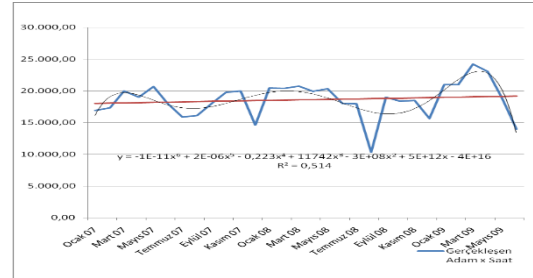
$\alpha=0.4$ iken, gerçekleşen adam x saat değerleri ile üstel düzeltme tahmin değerleri birbirine yakındır. Alpha değeri arttığında, gerçek değerler ile tahmin değerleri arasında dalgalanmalar gözlemlenecektir.

$\alpha=0.1$ ve $\alpha=0.4$ iken, gerçekleşen adam x saat değerleri ile üstel düzeltme tahmin değerleri ($\alpha=0.1$ ve $\alpha=0.4$) birbirine oldukça yakındır. $\alpha=0.1$ iken $MAD=2396,205$ iken, $\alpha=0.4$ olduğu durumda $MAD=2481,234$ olduğu görülmüştür. Bu durum bize α katsayısının büyüdükçe sapmanın arttığını göstermiştir.

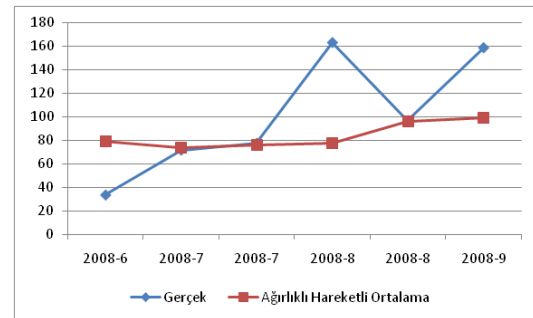
Aşağıdaki grafikte belirleme katsayısının ($R^2=0.514$) olduğu görülmektedir. Belirleme katsayısının yeterince yüksek olmaması, faktörlerin çok açıklayıcı bir özelliğe sahip olmadığını, bağımsız değişkenin (sıra

değerlerinin) bağımlı değişkeni (adam x saat değerlerini) yeterince açıklayamadığını gösterir.

Bu da bize faktörlerin yönetim tarafından başarılı bir şekilde tespit edilemediğini ifade eder.

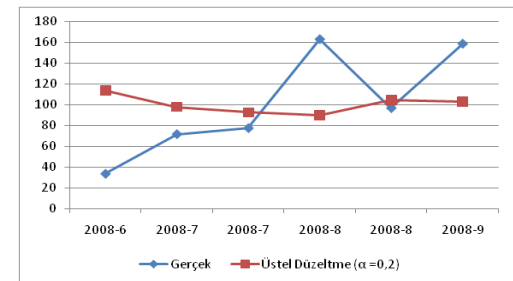


Şekil3.8. Gerçekleşen Adam x Saat Regresyon Grafiği



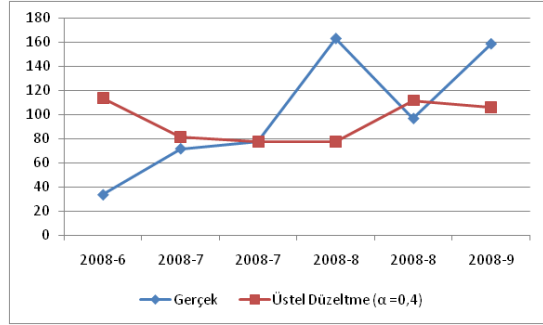
Şekil 3.9. E25-054 Gerçek Değerler ve Ağırlıklı Hareketli Ortalama Tahmin Değerleri

Yukarıdaki grafikte, Ağustos 2008'de, gerçekleşen adam x saat değeri 160 saatlik bakımın üzerinde iken, ağırlıklı hareketli ortalama ile 80 saatlik bakıma indirilmesi gerektiği gözlenmiştir. Haziran 2008, Ağustos 2008'de ve Eylül 2008'de E25-054 kartına ilişkin, aşırı sapmaların ve dalgalanmaların gözlemlendiği trend grafiğinden anlaşılmaktadır.

Şekil 3.10. E25-054 Gerçek Değerler ve Üstel Düzeltme ($\alpha=0.2$) Tahmin Değerleri

Yukarıdaki grafikte, Haziran 2008'de, gerçekleşen adam x saat değeri yaklaşık 40 saatlik bakım iken, üstel düzeltme ile ($\alpha = 0,2$) ile yaklaşık 120 saatlik bakıma çekilmesi gerektiği gözlenmiştir.

Haziran 2008, Ağustos 2008'de ve Eylül 2008'de E25-054 kartına ilişkin, aşırı sapmaların ve dalgalanmaların gözleendiği trend grafiğinden anlaşılmaktadır.



Şekil3.11. E25-054 Gerçek Değerler ve Üstel Düzeltme ($\alpha = 0,4$) Tahmin Değerleri

Yukarıdaki grafikte, Haziran 2008'de, gerçekleşen adam x saat değeri yaklaşık 40 saatlik bakım iken, üstel düzeltme ile ($\alpha = 0,4$) ile yaklaşık 120 saatlik bakıma çekilmesi gerektiği gözlenmiştir.

Haziran 2008, Ağustos 2008'de ve Eylül 2008'de E25-054 kartına ilişkin, aşırı sapmaların ve dalgalanmaların gözleendiği trend grafiğinden anlaşılmaktadır.

4. Sapmaların Sebepleri

Adam x saat üretimini temel bileşenleri, personel ve personelin yapabileceği işlerdir. Adam x saat değerlerindeki dalgalanmaların temel sebepleri aşağıda sıralanmıştır.

- Personel sayısındaki değişiklikler
- İzinli/raporlu/egitimdeki personel sayıları
- Fazla mesai yapılması
- Kapasiteden daha az iş yükü bulunması.

Yaz ve kış ayları arasındaki sapmalar, yıllık izin kullanımı ile açıklanabilmektedir. Yaz mevsimindeki yüksek yolcu talebi nedeni ile havayolları bakımlarını mümkün mertebe kış

mevsiminde yapmak istemektedir. Kapasiteden daha az iş yükü olduğu için tüm personelin izinlerini yaz mevsiminde kullanmasına özen gösterilmektedir. Kış mevsiminde ise iş yükü zaman zaman kapasitenin üzerine çıkabilmekte ve fazla mesai ile adam x saat üretimi artmaktadır.

Aralık 2007, Ekim 2008, Aralık 2008 aylarındaki sapmalar incelendiğinde bu aylarda Ramazan ve Kurban Bayramı tatillerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Resmi tatillerde personelin çalışması durumunda ciddi miktarda fazla mesai ödemesi yapılması gerektiğinden, bayram tatillerinde sınırlı sayıda personel çalıştırılmış ve adam x saat üretimi düşmüştür.

5. Çalışmanın Kısıtları

Havacılık sektöründe faaliyet alanlarının fazla olması nedeniyle tüm faaliyetleri aynı anda ele almak mümkün olmamaktadır. Bu tür zorluklar göz önüne alınarak çalışma belli alanlarla sınırlandırılmıştır. Bu sınırlandırma çalışmaya genel manada kısıt oluşturmaktadır. Ayrıca rutin ve rutin olmayan (non-routine) işlerin sadece adam x saat bazında ele alınarak belli kartları incelemesi diğer bir kısıtı oluşturmaktadır. Bu çalışmada, mevcut durumda rutin olmayan (non-routine) adam x saat tahminlerinde yaşanan sapmaların en aza indirilmesi kapasite planlarının doğruya yakın tahmin edilebilmesi için diğer alanlardaki rutin ve rutin olmayan (non-routine) işlemlerin gerektiği gibi incelenememesi de bir kısıt olarak düşünülebilir. Gelecekte yapılabilecek çalışmalarda yukarıdaki kısıtlar göz önüne alınarak bir çalışma yapılırsa literatüre katkı sağlamış olabilir.

6. Sonuç Ve Tartışma

Savunma, havacılık ve uzay teknolojileri, yolcu taşımacılığı gibi daha birçok alanda faaliyet gösteren ve ulusal ve uluslar arası özelliği öne çıkan havacılık sektörü ve bu sektör ile ilgili kurum ve kuruluşlar, gelişen teknolojiyi yakından takip etmek, değişimleri hızla bünyesine taşımak ve daha yaygın bir hizmet ağı oluşturmak gibi

yüksek performans gerektiren bir çalışma sistemi geliştirmek zorundadırlar.

Yapılan çalışma kapsamında farklı tahmin yöntemleri E25-054 ve JE25-054 kartlarına uygulanmış ve tahmin değerleriyle gerçekleşen değerler makale içerisinde karşılaştırılarak bir değerlendirme yapılmıştır. Doğru sonuçlar ve düşük sapmalar gerçekleştirilebilmek için gerçekleşen değerlerle tahmin edilen değerler sürekli kontrol edilerek meydana gelen sapmalar düzeltilmelidir.

Bu çalışma kapsamında değerlendirilen kartın gerçekleşme değerleri çok farklı yönlerde ve büyük oranlarda sapmalar içerdiğinden bu değerlerin ortaya çıktığı süreçlerin iyi bir şekilde analiz edilmesi gerekir. Bu süreçlerin kontrol edilebilirliği ve doğruluğu sağlandığı ölçüde tahminler de o oranda doğru gerçekleşecektir.

Uygulama sonucuna bakıldığında tahmin yöntemlerinin sürecin kontrol altında yürüdüğü dönemlerde gerçeğe yakın sonuçlar verdiğini göstermektedir. Özellikle α sabitinin 0,2 seçildiği üstel düzeltme yöntemiyle yakın sonuçlar elde edilebilmektedir. Ancak gerçekleşen değerlerin yüksek oranda saptığı ve sürecin kontrol dışı değerler ürettiği durumlarda tahminler geçerliliğini yitirmektedir. Tahminlerin doğru sonuçlar verebilmesi için bu sapmalara neden olan faktörler gözden geçirilmesi ve sapmaya sebep olan durumların ortadan kaldırılması gerekir.

Yapılan çalışmada gerçekleşen değerler üzerinde gözlemlenen kontrol dışı sapmalar uygulamada aşağıdaki faktörlerle gösterilmiştir:

1. Muhtelif kaygılardan ötürü hatalı Adam x saat girişleri.
2. Aynı kartın uygulanması sonucu bulgunun giderilmesine yönelik rutin olmayan (non-

routine) işlem gereği yapılan işlemin farklı olması.

3. Rutin olmayan (non-routine) işlem saatinin ilgili rutin karta yazılması.
4. Geçmiş verilerin kirli olmasından kaynaklanan tahmin hataları (Kart bazından tahmin olmadığı için paket bazında tahmin gerçekleştiriliyor).
5. Aynı bölgede iş yaptıran başka kartların bulunması.
6. Özellikle üçüncü parti (THY dışı) müşteri uçaklarının uçak yaşı, tipi, bakım sayısı ve bölge iklim şartlarına göre değişiklik göstermesi.
7. Yukarıda sayılan nedenlerden ötürü gerçekleşen toplam rutin olmayan (non-routine) adam x saat miktarı da özellikle kartların çoğunluğunda sapmaların aynı yönde gerçekleşmesi durumunda plan değerinden çok farklı değerlere ulaşabilmektedir.
8. Buna ek olarak yine toplam bakım olarak değerlendirildiğinde sonradan eklenen işlerin sistem üzerinden ayrıştırılamaması nedeniyle ilk plandan büyük oranda sapmalar gözlemlenebilmektedir.

Bu maddelerin analiz edilmesi doğrultusunda süreçlerin kontrol altına alınması ve gerçekleşen değerlerin daha dar bir aralıkta toplanmasının sağlanması aynı oranda tahminlerin doğruluğunu artırabilir.

References

1. Armutlulu, İ. H., (2000), İşletmelerde Uygulamalı İstatistik, Alfa Basım Yayın Dağıtım Ltd. Şti., İstanbul.
2. Chen, R. J. C., Bloomfield P., Joshua F. S., (2003), "An Evaluation of Alternative Forecasting Methods to Recreation Visitation", Journal of Leisure Research, 35(4), 441.
3. Fretchling, D. C., (1996), Practical Tourism Forecasting, Oxford: Butterworth-Heinemann.
4. Hanke, J. E., Reitsch A. G., (1992), "Business Forecasting, Fourth Edition, Allyn and Bacon, Boston.

5. Herbig, P., Milewicz J., Golden J. E., (1993), "Forecasting: Who, What, When and How", The Journal of Business Forecasting Methods & Systems, 12(2), 16.
6. Orhunbilge, N., (1999), Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat Endeksleri, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, No: 277, İstanbul.
7. Makridakis, S., Wheelwright, S. C., (1989), Forecasting Methods for Management, Fifth Edition, John Wiley & Sons Inc. New York.
8. Mclaughlin, R. L., (1983), "Forecasting Models: Sophisticated or Naive?", Journal of Forecasting, 2(3), 274.
9. THY Teknik Bakım Kartlarının Hazırlanması, <http://www.thytekNIK.com/hizmetler/bakim_yonetimi_hizmetleri.html>, Erişim: 08.01.2014