

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Levent DÖNMEZ

İŞLETMELERDE BAKIM PLANLAMASI VE ARIZA ANALİZİ:  
BİR UYGULAMA

Danışman

Prof. Dr. Orhan KURUÜZÜM


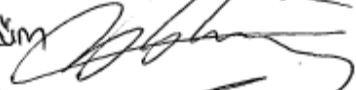

İşletme Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2009

Akdeniz Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Levent DÖNMEZ'in bu çalışması, jürimiz tarafından İşletme Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Süleyman ÖZEN   
Üye (Danışmanı) : Prof. Dr. Orhan KURUÖZÜM   
Üye : Yrd. Doç. Dr. Gökhan AKYÜZ 

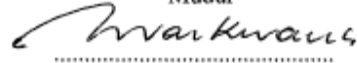
Tez Konusu:

Onay : Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi : 17/08/2009

Mezuniyet Tarihi : .../.../200

Prof. Dr. Burhan VARKIVANÇ  
Müdür

  
.....

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b>	iv
<b>TABLolar LİSTESİ</b>	v
<b>ÖZET</b>	vii
<b>SUMMARY</b>	viii
<b>ÖNSÖZ</b>	ix
<b>GİRİŞ</b>	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

<b>KALİTE VE YÖNETİMİ</b>	<b>2</b>
1.1 Kalite Tanım ve Kavramları	2
1.2 Kalite ile Bağlantılı Diğer Tanım ve Kavramlar	5
1.3 Kalitenin Unsurları	7
1.4 Kalitenin Tarihsel Gelişimi	8
1.4.1 Birinci Aşama: Muayene	8
1.4.2 İkinci Aşama: İstatistiki Kalite Kontrol	9
1.4.3 Üçüncü Aşama: Kalite Güvencesi	10
1.4.4 Dördüncü Aşama: Toplam Kalite	11
1.5 Kalite Yönetiminin Temel İlkeleri	14
1.6 Kalite Yönetim Sisteminde Bakım Onarım Mekanizmasının Rolü ve ilgili TS-EN-ISO 9001:2000 Standartları	16

## İKİNCİ BÖLÜM

<b>TAMİR BAKIM SİSTEMLERİ</b>	<b>19</b>
2.1 Bakım Sistemlerinin Kavramsal Yapısı ve Bakım Terimleri	19
2.2 Bakım Tipleri	24
2.2.1 Durma / Düzeltici (Breakdown / Corrective) Bakım, Tamir Bakım	24
2.2.2 Koruyucu Bakım	25
2.2.3 Fırsat (Opportunity) Bakım	26
2.2.4 Hata Bulma (Fault Finding)	26
2.2.5 Tasarım Modifikasyonu	26
2.2.6 Muayene (Overhaul)	26
2.2.7 Değiştirme (Replacement)	26
2.3 Bakım Kapasite Planlama ve Organizasyonu	27
2.4 Bakım Kontrolü	30
2.5 İstatistiksel Süreç Kontrol Metodları ve Arıza Analizinde Kullanılması	31
2.5.1 Veri Toplama	31
2.5.2 Kontrol Çizelgeleri	32
2.5.3 Histogram	35
2.5.4 Neden ve Sonuç Diyagramı	37
2.5.5 Pareto (ABC) Analizi	38
2.5.6 Kontrol Kartları (Şemaları)	39
2.5.7 Saçılma Diyagramları	40

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

<b>KORUYUCU BAKIM KAVRAM VE ANALİZİ</b>	<b>41</b>
3.1 Koruyucu Bakım Kavramı	41
3.2 Koruyucu Bakım Faaliyetlerine Eğilme Nedenleri ve Bakım Faaliyetlerinin Amaçları	44
3.3 Avantaj ve Dezavantajları	45

3.4	Durum Tabanlı Bakım Sistemleri için Analiz Yöntemleri	48
3.4.1	Titreşim Analizi	49
3.4.2	Yağ Analizi	49
3.4.3	Termografi	50
3.4.4	Ultrasonik (Yüksek Frekanslı)	50
3.4.5	Elektriksel Etkileri İzleme	50
3.4.6	Penetrantlar	51
3.5	Tamir Bakım Planlamasında Simulasyon Uygulamaları	51
3.5.1	Simulasyon Metodu	51
3.5.2	Simulasyon Uygulama Alanları	52
3.5.3	Simulasyon Avantaj ve Dezavantajları	53

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

<b>HAVALİMANI İŞLETMESİNDE ELEKTRONİK SİSTEMLER KORUYUCU BAKIM PLANLAMA VE ARIZA ANALİZİ İÇİN BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI</b>	<b>55</b>
4.1 Uygulamanın Amacı	55
4.2 Uygulamanın Gerçekleştirildiği İşletmenin Kısa Tanıtımı	55
4.3 İşletmedeki Bakım Onarım Organizasyonu ve Sorumlulukları	56
4.4 Elektronik Departmanı Sorumluluklar	60
4.5 Elektronik Sistemlere ait Veri Analizleri	61
<b>SONUÇ VE DEĞERLENDİRME</b>	<b>93</b>
<b>KAYNAKÇA</b>	<b>95</b>
<b>EKLER</b>	<b>96</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>119</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1	Kalitenin Tanımı	3
Şekil 1.2	Kalite Yönetiminin Dört Aşaması	13
Şekil 1.3	Kalitenin Tarihsel Gelişimi	13
Şekil 2.1	Organizasyon Hedefleri, Üretim İşlemi ve Bakım Arasındaki İlişkiler	21
Şekil 2.2	Tipik Bir Bakım Sistemi	23
Şekil 2.3	Bakım Tipleri	27
Şekil 2.4	Bakım Organizasyonu, Cascade System	29
Şekil 2.5	Bir İşletmedeki Durma Süreleri Histogram Şekli	36
Şekil 2.6	Düzgün çalışmayan bir araba için sebep-sonuç diyagramı	37
Şekil 2.7	Uygunsuz Malzeme Pareto Diyagramı	39
Şekil 3.1	Emek Saatlerinin Dağılımı	42
Şekil 3.2	Koruyucu Bakım Kategorileri	43
Şekil 4.1	Teknik Birim Organizasyon Şeması	
Şekil 4.2	Üç yıla ait 1. Dış Hatlar gelen, giden uçak sayıları	58
Şekil 4.3	Üç yıla ait 1. Dış Hatlar giden (sisteme giren) bagaj sayıları	59
Şekil 4.4	Üç yıla ait aylık ortalama 1. Dış Hatlar giden (sisteme giren) bagaj sayısı	60
Şekil 4.5	2007 yılı terminaller bazında toplam adam saat süresi karşılaştırma	62
Şekil 4.6	2008 yılı terminaller bazında toplam adam saat süresi karşılaştırma	63
Şekil 4.7	Üç yıla ait T1 terminali arıza sayıları karşılaştırma	64
Şekil 4.8	Yıllık 1.000.000 bagaj sayısı için arıza sayıları karşılaştırma	65
Şekil 4.9	Yıllık bazda arıza bakım ve diğer işlemler süreleri	66
Şekil 4.10	Yıllık bazda arıza bakım süre oranları	67
Şekil 4.11	Üç yıl toplamında sistemlere ait harcanan toplam süre	69
Şekil 4.12	Üç yıl toplamında sistemlere oluşan arıza sayısı	69
Şekil 4.13	Üç yıl toplamında aylık olarak sistemlerde meydana gelen arıza sayısı	71
Şekil 4.14	Ocak ayı arıza giderme süreleri	78
Şekil 4.15	Üç yıl toplamında Xray sistemine harcanan zamanın işlemsel dağılımı	87
Şekil 4.16	Üç yıl toplamında Xray sisteminde harcanan arıza bakım süre ve oranları	88
Şekil 4.17	1000 adet bagaj sayısı için yıllara göre meydana gelen arıza sayısı	89
Şekil 4.18	Bir aylık ortalama arıza bakım süreleri	90
Şekil 4.19	Arıza bakım süre oranları	91
Şekil 4.20	Üç yıl toplamında ay bazında meydana gelen arıza sayıları	92

## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1	Kalite ve Kavramları Arasındaki İlişki	6
Tablo 2.1	Kontrol Çizelgesi Örneği	32
Tablo 2.2	Elektronik Sistemler Günlük Periyodik Bakım Çizelgesi	34
Tablo 2.3	Bir İşletmedeki Durma Süreleri Histogram Tablosu	36
Tablo 4.1	2006-2007-2008 yıllarına ait 1. Dış Hatlar giden (sisteme giren) bagaj sayısı ve gelen, giden uçak sayıları	58
Tablo 4.2	Üç yıla ait aylık 1. Dış Hatlar giden (sisteme giren) bagaj sayısı	59
Tablo 4.3	2007 yılı terminaller bazında toplam adam saat süresi karşılaştırma	62
Tablo 4.4	2008 yılı terminaller bazında toplam adam saat süresi karşılaştırma	63
Tablo 4.5	Üç yıla ait T1 terminali arıza sayıları karşılaştırma	64
Tablo 4.6	Yıllık 1.000.000 bagaj sayısı için arıza sayıları karşılaştırma	65
Tablo 4.7	Yıllık bazda arıza bakım ve diğer işlemler süreleri	65
Tablo 4.8	Yıllık bazda arıza bakım süre oranları	67
Tablo 4.9	Üç yıla ait arıza bakım süre oranları	67
Tablo 4.10	Üç yıl toplamında 1. Dış Hatlar terminalinde sistemlere ait harcanan toplam süre sistemlerde oluşan arıza sayıları	68
Tablo 4.11	Üç yıl toplamında aylık olarak sistemlerde meydana gelen arıza sayısı	70
Tablo 4.12	Ocak ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal aralık	71
Tablo 4.13	Ocak ayı için meydana gelebilecek arızalara ait rassal sayılar	72
Tablo 4.14	Sistemlerde 1 ayda meydana gelen arıza sayısı	72
Tablo 4.15	Ocak ayı hesaplanan 197 arıza için Ocak rassal aralık kullanılarak yapılan 1 nolu arıza simülasyonu	73
Tablo 4.16	Ocak ayına ait 10 adet simülasyon sonucunda beklenen arıza sayıları	74
Tablo 4.17	Ocak ayına ait simülasyon sonucunda beklenen ve gerçekleşen arıza sayıları karşılaştırma	75
Tablo 4.18	Ocak ayına ait simülasyon sonucunda beklenen ve gerçekleşen arıza sayıları Spearman korelasyonu	76
Tablo 4.19	Ay bazında simülasyon sonucunda beklenen ve gerçekleşen arıza sayıları	76
Tablo 4.20	Ay bazında Spearman korelasyonu sonuçları	78
Tablo 4.21	Ocak ayı ortalama 1 adam arıza giderme süresi hesaplama	79
Tablo 4.22	Ocak ayında meydana gelen X sistem arızasının ortalama tamir süresi	80
Tablo 4.23	Ocak ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simülasyon sonucu	80
Tablo 4.24	İşyükü ve işgücü dengeleme simülasyon sonucu genel	81

Tablo 4.25 Ocak ayı aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 1 nolu simulasyon	82
Tablo 4.26 Ocak ayı aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 1 nolu simulasyon sonucu	83
Tablo 4.27 Ocak ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet simulasyon ve ortalama sonuç	83
Tablo 4.28 Aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet genel sonuç	84
Tablo 4.29 Aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı beklenen ve gerçekleşen olasılıklar karşılaştırma	85
Tablo 4.30 Aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı beklenen ve gerçekleşen olasılıklar karşılaştırma Spearman Korelasyonu	85
Tablo 4.31 Üç yıl toplamında Xray sistemine harcanan zamanın işlemsel dağılımı	87
Tablo 4.32 Üç yıl toplamında Xray sisteminde harcanan arıza bakım süre ve oranları	88
Tablo 4.33 1000 adet bagaj sayısı için yıllara göre meydana gelen arıza sayısı	89
Tablo 4.34 Arıza bakım süre oranları	90
Tablo 4.35 Üç yıl toplamında ay bazında meydana gelen arıza sayıları	91



## ÖZET

Üretilen ürünlerin sayısının ve kalitesinin artması, verilen hizmetlerin çokluğu ve çeşitliliği, ürün veya hizmet üreten şirketlerde tamir bakım planlamalarını daha önemsenmesi gereken noktalara getirmektedir. Kaynakların özellikle sermayelerin belli düzeyde oluşu, işletmeleri yeni yatırımlar yapılmasından çok, mevcut ekipmanların kullanım kapasitelerinin artırılmasına ve üretim bandındaki sistemlerin verimlerinin arttırılıp kayıpların azaltılmasına doğru yönlendirmektedir. Her cihazdan doğru verim alınırsa kayıpların önüne geçilebilir ve yoğun üretim temposuna ulaşılabilir. Yüksek miktarda üretim yapan şirketlerde bir makinenin bile durması zincirleme reaksiyonlara ve durmalara dolayısıyla emek ve para kaybına neden olabilir. Bu nedenledir ki şirketler, üretimin zamanında ve doğru biçimde yapılması, hizmetin zamanında ve istenen kalitede gerçekleştirilmesi için ve bunları gerçekleştirirken planlanmamış maliyetlerle karşılaşmamak adına planlı bakım stratejileri uygulamalıdır.

Bu çalışma da amaç; işletmelerdeki bakım planlamasının önemini vurgulamak ve uygulama yapılan işletmedeki sayısal veriler vasıtasıyla bakım planlamasının daha düzgün ve verimli çalışmasını sağlamak amacıyla durum analizi ile işletme performansını izleyip iyileştirmelerin yapılmasını mümkün kılmaktır. Uygulama bölümünde işletmedeki bakım ve arıza verileri son üç yıl bazında incelemek süretiyle analizler yapılmıştır.

## SUMMARY

### MAINTENANCE PLANNING IN FIRMS AND FAULT ANALYSIS: AN APPLICATION

The number and quality of the products increased, given the abundance and variety of services, products or services the company produces more care needs to be in the repair and maintenance planning are brought to the point. Certain level of resources, particularly capital, firms prefer to use of existing equipment and production lines to increase the efficiency of the system increases the reduction of losses correctly directs rather than make investments. If correct efficiency can be provided from each device, losses can be decreased and intense production can be achieved. For companies that do high volume production, a machine stop could be reason of the chain reaction stops, even so may lead to loss of labor and money. This is why companies, producing timely and accurately made, and the desired quality of service for carrying out timely and cost them avoid unplanned performing planned maintenance strategies on behalf of they are further applied.

The purpose of this study, to emphasize the importance of business planning in the maintenance and numeric data in the enterprise application through the planning of maintenance in order to keep it running more smoothly and efficiently, with the situation analysis is to monitor the performance and possible improvements to be made. Application maintenance and fault data in the enterprise in the last three years to examine the basis of analysis have been made.

## ÖNSÖZ

Çalışmamda emeği geçen ve yoğun tempoda bana desteğini esirgemeyen başta danışman hocam Prof. Dr. Orhan KURUÜZÜM olmak üzere, tez komitesi hocalarım Yrd. Doç. Dr. Şükrü ÖZEN ve Yrd. Doç. Dr. Gökhan AKYÜZ'e, çalışmalarına katkıda bulunan Ömür TOSUN hocama, sevgili dostlarıma ve başarılarımın en büyük kaynağı ve destekçileri olan aileme sonsuz teşekkür ederim.

## GİRİŞ

Kaliteli bir üretim veya hizmet sağlanması için kullanılan ekipmanların doğru, düzgün ve programlanan şekilde çalışmaları gerekmektedir. Yapılan üretim veya verilen hizmetin; kalite tanımı gereği müşteri memnuniyetini sağlamak amacıyla; belli kalite standartlarının üzerinde olacak şekilde tam zamanında ve her defasında sağlanabilmesi için kullanılan ekipmanların doğru bir şekilde işletilmesi gerekmektedir. Ekipmanlardan en uygun verimi almanın yolu bakım planlamalarının doğru bir şekilde amaca yönelik uygulanlarından geçer. Günümüzde yaşanan yoğun rekabetin temel sonucu olarak işletmelerdeki bakım planlaması ve arıza analizinin yapılması şarttır.

Çalışmanın birinci bölümünde, kalite kavramı ve kalite yönetimi ele alınmış olup, kalite yönetim sistemlerinde bakım onarım mekanizmalarının artan rolü ortaya konmuştur.

İkinci bölümde, tamir bakım sistemlere genel olarak anlatılmıştır, bakım tipleri sıralanmış ve istatistiksel süreç kontrol metodlarının bakım planlaması ve arıza analizleri kullanımları gösterilmiştir.

Üçüncü bölümde, bakım tiplerinden koruyucu bakım detaylı olarak anlatılmış, koruyucu bakımın önemi ve şirketlerin neden koruyucu bakıma eğildikleri, koruyucu bakım analiz yöntemleri ve bakım planlama da simulasyon metodu teorik olarak ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde ise teze konu olan bakım planlama ve arıza analizinin bir havalimanı işletmesinde uygulamasına yer verilmiştir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### KALİTE VE YÖNETİMİ

#### 1.1 Kalite Tanım ve Kavramları

Günümüzde, gerek yurt içi gerekse yurt dışı pazarlarda yoğun bir rekabet yaşanmaktadır. Bu rekabette kuruluşları zorlayacak başlıca unsur; istenilen kalitede ürün/hizmeti ilk defasında, zamanında ve doğru olarak anlaşılması, değerlendirilmesi, kuruluşun ilgili fonksiyonlarına tam ve doğru olarak aktarılması, gerekli proseslerin planlanması, prosesler ve ürünler için çalışma kriterleri ve metodların izlenmesi, ürün/hizmetin müşteriye talep ettiği şekilde teslim edilmesi v.b. faaliyetleri yerine getirmek gereklidir. (TSE, s.3)

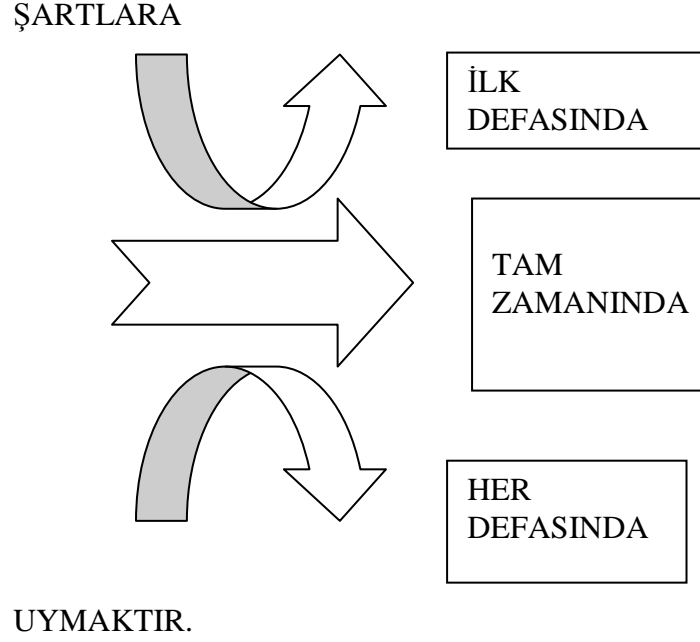
Kalite, TS-EN-ISO 9000:2000 standardında şu şekilde tanımlanır;

“Yapısal özellikler takımının şartları yerine getirme derecesi”. (TSE, s.3)

Yine aynı standartta kalite teriminin zayıf, iyi veya mükemmel gibi sıfatlarla beraber kullanılabileceği ve yapısal sözcüğünün de özellikle bir kalıcı özelliğin bir şeyde bulunması anlamında olduğu kalite tanımının altında verilmiştir. (TSE, s.3)

Kalite müşteri memnuniyetidir. (TSE, s.3)

Crosby’ nin şartlara uygunlukta dediği kalite, Amerikan Kültür Derneği tarafından, “ bir mal veya hizmetin belirli gereklilikleri karşılayabilme yeteneklerini ortaya koyan karakteristiklerin tümüdür.” şeklinde ifade edilmektedir.



Şekil 1.1 Kalitenin Tanımı (TSE, s.3)

Kalite ayrıca Juran tarafından kullanıma uygunluk, Deming tarafından müşterilerin gelecekteki beklentilerinin doğru tahminine göre yapılan yenilikler olarak tanımlanmakta, JIS (Japon standartlar Enstitüsü) ise kalitenin, ürün veya hizmetin ekonomik bir yoldan üreten ve tüketici isteklerine cevap veren bir üretim sistemi olduğunu vurgulamaktadır.

(Küçük, 2004, s.69)

ANSI/ASQC A3-1987 Kalite Sistemleri Sözlüğünde ise, kalitenin farklı kişiler için farklı anlamlar ifade ettiğine değinilerek kalitenin teknik ve genel kullanımındaki anlamlarına yer verilmiştir. Teknik kullanımdaki anlamı ile kalite; bir malın veya hizmetin önceden belirlenmiş ya da tanımlanmış olan müşteri isteklerine uyum sağlaması için sahip olması gereken özellikler ve nitelikler olarak tanımlanmaktadır. Genel kullanımındaki anlamı ile kalite; bir malın ya da hizmetin belirlenmiş bir takım özellikler esasına dayalı olarak diğer mallar ve hizmetler karşısındaki göreceli konumunun tayini ile belirlenen mükemmellik derecesi olarak tanımlanmış olup, buna “göreceli kalite” adı verilmiştir. (Küçük, 2004, s.69)

Kalitenin daha kapsamlı bir tanımı ise;

Kalite, özellikle tüketicinin ihtiyaç ve beklentilerinin bilinmesi, bunlara uygun tasarımın yapılması, bunların hatasız bir şekilde teşkil edilmesi, satış işlemleri ile ilgili bileşenlerin ve alt bileşenlerin güvenilir ve bir şekilde sağlanması, performansın ve güvenliğin belgelendirilmesi, kullanımla ilgili bir takım özelliklerin açık bir şekilde ortaya konulması,

ambalajlamanın uygun bir şekilde ve teslimatın dakik olarak yapılması, satış sonrası hizmetlerin verimli olması ve bu konuyla ilgili deneyimlerin hepsi şeklinde tanımlanmaktadır.

İçinde bulunduğumuz yüzyılda çıkmış olan değişik kalite tanımları, kalitenin çok boyutlu olmasından kaynaklanmaktadır. Zira kalite, mutlak anlamda “en iyi” demek değildir ve çok boyutluluğu kaliteyi bir bileşim olarak karşımıza çıkarmaktadır. 1984 yılında D. Garvin kalitenin sekiz boyutunu aşağıdaki gibi tanımlamıştır. (Küçük, 2004, s.70)

Performans: Üründe bulunan birincil özellikler

Diğer Unsurlar: Ürünün çekiciliğini sağlayan diğer karakteristikler

Uygunluk: Tüm kalite tanımlarında kullanılan, ortaya konan mal veya hizmetin belli kriterleri veya gerekleri karşılması anlamına gelen bu kavram dört boyutlu olarak karşımıza çıkmaktadır.

- Standartlara ve spesifikasyonlara uygunluk

İşletme ortamında her alanda önceden belirlenmiş olan kurallara ve bir işin doğru bir şekilde yapımına ilişkin bilgileri ölçütlerle tanımlayan ayrıntılı talimat ya da kurallara uygunluğu ifade eder. (Küçük, 2004, s.73)

- Kullanıma uygunluk

Müşteri istek ve beklentilerinin karşılanmasının güvence altına alınması ile ilgilidir. Üretime konu olan mal veya hizmetin, kullanım sahasında veya müşteri ihtiyacını karşılayacağı alanda, sağladığı kolaylık ve ihtiyaç giderme niteliği ile ilişkilidir. (Küçük, 2004, s.73)

- Maliyetin uygunluğu

Üretimde yüksek kalite hedefi ile birlikte düşük maliyet hedefinin de yakalanabilmesi, ürün fiyatının piyasa koşulları ve tüketicilerin ödeme istekleri ile uyumlu olacak şekilde maliyetlerin belli seviyelerde tutulabilmesidir. (Küçük, 2004, s.73)

- Açığa çıkmamış gereksinimlere uygunluk

Müşterilerin henüz farkında olmadıkları ve dile getiremedikleri gereksinimlere uyum sağlayabilmektir. (Küçük, 2004, s.74)

Güvenilirlik: Ürünün kullanım ömrü içerisinde performans özelliklerinin sürekliliği

Dayanıklılık: Ürünün kullanılabilirlik özelliği

Hizmet Görürlük: Ürüne ilişkin sorun ve şikâyetlerin kolay çözülebilirliği

Estetik: Ürünün albenisi ve duylara seslenebilme özelliği

İtibar: Ürünün ya da geçmiş üretim kalemlerinin geçmiş performansı

(Küçük, 2004, s.70)

## 1.2 Kalite ile Bağlantılı Diğer Tanım ve Kavramlar

**Kalite Yönetim Sistemi:** Bir kuruluşu kalite bakımından idare ve kontrol için gerekli yönetim sistemi

**Yönetim Sistemi:** Politika ve hedefleri oluşturma ve bu hedefleri başarma sistemi

**Sistem:** Birbiriyle ilişkili veya etkileşimli elemanlar takımı

**Muayene:** Uygun olduğunda ölçme, deney veya mastarlama ile gerçekleştirilen kanaat ve gözlem yolu ile yapılan uygunluk değerlendirmesi

**Deney:** Bir veya daha çok karakteristiğinin bir prosedüre göre tayin edilmesi

**Kalite Kontrol:** Kalite yönetiminin, kalite şartlarının yerine getirilmesine odaklanmış bir parçası

**Şart:** Genellikle ima edilen veya zorunlu olarak beyan edilen ihtiyaç veya beklenti

**Müşteri Memnuniyeti:** Müşterinin şartlarının yerine getirildiğinin, müşteri tarafından algılanan memnuniyet derecesi

**Yetenek:** Bir kuruluşun sistemin veya prosesin gerekli şartları yerine getirebilecek bir ürünü gerçekleştirme kabiliyeti (TSE, s.5)



Tablo 1.1 Kalite ve Kavramları Arasındaki İlişki (TSE, s.4)

TOPLAM KALİTE FELSEFESİ		Kalite Çemberleri	
KALİTE YÖNETİMİ (Güvence Fonksiyonlarını içerir)		Kalite Politikası ve Hedefler	Motivasyon
KALİTE KONTROL (Önleme Fonksiyonu)		Sistem ve Proses Yaklaşımı	Verimli Bakım
MUAYENE VE DENEY (Kabul/Red Fonksiyonu)	Proses Kontrol	Kuruluş Kalite Standartları	Kalite Maliyetleri Analizi
Girdi Muayenesi	Muayene ve Deney Teçhizatlarının Kontrolü	Kalite Tetkiki	Sürekli Gelişme
Proses Muayenesi	Numune Alma Planları	Taşeron Değerlendirilmesi	Çevre
Bitmiş Ürün Muayenesi	İstatistikî Bilgiler	Müşteri Memnuniyeti	Sürekli Eğitim
Uygun olmayan Malzeme Kontrolü		Sürekli İyileştirme	Dahili Müşterilerin Tatmini
Günlük Problemler		Hata Analizi	Çalışanların Katılımı
		Verilerin Analizi	
		Kalite Konusunda Üst Yönetime Raporlar	
		Düzeltilici ve Önleyici Faaliyetler	
		Eğitim	
		Proses Yeterlilik Analizi	
		Altyapı	

### 1.3 Kalitenin Unsurları

Bir ürün veya hizmetin herhangi bir kalite karakteristiğinin gerçekleşmesinde pek çok faktörün göz önünde bulundurulması gereklidir. Tüketici istekleri, rekabet, satış politikaları, ürünün/hizmetin kullanım amacı, fiyat, mamul dizaynı, malzeme, tezgâh gibi çok sayıda faktörün kalite karakteristiğinin oluşmasında az veya çok etkisi vardır. (Küçük, 2004, s.72)

Önemli bir rekabet avantajı olarak düşünebileceğimiz kalite, geniş kapsamlı bir kavramdır ve değişik boyutlarıyla incelenmek durumundadır. (Küçük, 2004, s.72)

Tasarım Kalitesi; ürünün, müşterilerin arzu ve isteklerine uygun olarak dizayn edilmesini ifade eder. Bu haliyle tasarım kalitesi, “müşteri araştırmaları ve hizmet/satış ziyaretleri ile başlar ve müşteriyi tatmin edecek bir ürün/hizmet kavramının belirlenmesi ile sürdürülür. (Küçük, 2004, s.72)

Uygunluk Kalitesi; tasarım kalitesi ile belirlenen spesifikasyonlara üretim esnasında uyma derecesine, uygunluk kalitesi denir. Mal ve hizmetlerin tasarım kalitesine ne kadar uygun olduğunun bir göstergesi olan uygunluk kalitesi, üretimi gerçekleştiren birim adına bir oto kontrol sağlaması açısından son derece yararlıdır. (Küçük, 2004, s.72)

Kullanım Kalitesi; ürünün nihai kalitesidir, koruyucu ambalajlama, taşıma, yerleştirme, bakım ve onarım işlerinde kalite gereklerine uyulması olarak tanımlanır. (Küçük, 2004, s.73)

Dağıtım Kalitesi; mal veya hizmetin taahhüt edilen zamanda teslim edilmesi veya yerine getirilmesi ni ifade eder. Müşteri memnuniyeti ancak, müşterinin istediği mal ve hizmetlerin istediği yer ve zamanda kendisine sunulması ile sağlanabilir. (Küçük, 2004, s.73)

İlişki Kalitesi; İlişki kalitesi (relation quality), hem iç hem dış müşteriyle ilişkide bulunan herkesin etkilediği bir çeşit hizmet kalitesidir. Bu, büyük oranda kim tarafından yürütüldüğüne ve kiminle ilişki kurulduğuna bağlıdır. İlişki Kalitesi, özellikle, süreçler ve hizmeti sunan ve alan kişinin etkileşiminin son derece önemli olduğu hizmet pazarlamasında daha fazla ön plana çıkmaktadır. (Küçük, 2004, s.73)

## 1.4 Kalitenin Tarihsel Gelişimi

Tarihin ilk çağlarında kalitenin iyileştirilmesi amacıyla standart ölçülerin geliştirildiği ve üretimin buna göre yapılmaya çalışıldığı bilinen bir gerçektir.

Kalite ile ilgili ilk kayıtlar M. Ö. 2150 yılına kadar uzanır. Ünlü Hamurabi kanunlarının 229. Maddesinde şu ifadeler yer alır: “Eğer bir inşaat ustası bir ev yapar ve yapılan ev sağlam olmayıp sahibinin üstüne çökerek ölümüne sebep olursa, o inşaat ustasının başı uçurulur”. Yukarıdaki ifadeden anlaşılacağı gibi kalite ile ilgili çalışmalar, en ilkel biçimiyle de olsa, Milattan önceki yıllarda başlamış ve günümüze kadar gelişerek devam etmiştir.

Yapılan kazılar Taş Devri sonlarında insanların karşılaştırmaya dayalı olarak ölçme yaptıkları ve bu amaçla standart olarak kabul edilen bir birimle karşılaştırarak ölçüsü bilinmeyen bir nesneyi ölçümlendirdikleri, Mısır piramitlerinin yapımında taş blokların yüzey ve kenarlarının ölçüsel kontrolünün yapıldığını ortaya koymuştur. 16,17 ve 18. yüzyıllar kalite iyileştirme adına yeni buluşlara sahne olmuş, matbaa, Vernier skalası ve ilk mikrometrenin bulunması bu döneme rastlamıştır.

### 1.4.1 Birinci Aşama: Muayene

Sanayide ilk defa muayenecilik mesleği ortaya çıkmış ve bu işi yapanlar sadece yapılan işleri kontrol edip hatalıları tespit etme görevini üstlenmişlerdir. Bu aşamanın temel yaklaşımı tüketiciye hatalı ürünlerin gitmemesini sağlamaktır. (Gözlü, 1990, s.9)

19. yüzyılda ABD’ de bilimsel yönetimin öncüsü Frederic Taylor yönetim fonksiyonunu yöneticilere, uzman kadrolara devrederek işçi ve ustaları bu fonksiyonların dışında kol gücü olarak tanımlamıştır. Hazırladığı zaman ve hareket etüdüleri ile işlerin küçük ve basit adımlara bölünerek üretimin ve verimliliğin arttırılabileceğini savunmuştur. Henry Ford ise 1905 yılında Ford Motor Şirketinde, ilk kez montaj hattı uygulamasını başlatmış ve imalat ortamındaki karmaşık süreçleri niteliksiz işgücü tarafından yapabilecek, basit montaj operasyonlarına ayırmıştır. Ford’ un modelinde kalite sağlama görevi montaj hattı sonunda mamullerin iyiler ve kötüler şeklinde ayırımını yapan muayene elemanlarına devredilmiştir.

Oysa bilindiği üzere, 1. Dünya Savaşı'nda patlayan bombalar, sık sık arızalanan araçlar kalite uygulamalarının tekrar gözden geçirilmesine neden oldu. Üretim bittiğinde ürün piyasaya sürülmeden önce son bir kez daha kontrol edilecek ve hatalı ürünler elimine edilecekti. Zira üretilen hatalı ürünler hem ihtiyaçlara cevap vermiyor, kazalar veya savaş ortamında önemli kayıplara neden oluyor, hem de müşterilerin ürünlere bakışını olumsuz etkiliyordu. Fakat bu hatalı ürünleri elimine etme yaklaşımı son derece pahalı idi.

Bu yaklaşım tüketiciyi korumuş ancak üreticide sıkıntı yaratmıştır. Çünkü muayene edilerek hatalı bulunan ürünler, üretici için zarar oluşturmuştur. Bu açıdan üreticiyi de koruyan bir sistem üzerinde durulmuş ve kalite kontrol aşamasına geçilmiştir.

#### 1.4.2 İkinci Aşama: İstatistik Kalite Kontrol

1920' li yıllara rastlayan bu dönemde, muayene işlemi son kontrolden ara kontrollere ve giriş kontrolüne doğru genişletilmiştir. (Efil, 2003, s.21)

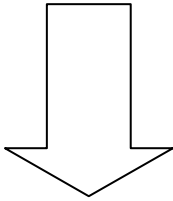
1924 yılında matematikçi Shewart (Western Electric firmasında) üretim ortamlarında kalitenin ekonomik biçimde kontrolünü sağlamak amacıyla İstatistik Kalite Kontrolü uygulamaları üzerinde çalışmaya başladı. Böylelikle, istatistiksel veriler kullanılarak süreçler üzerinde kontrol kurulmaya, bir başka deyişle üretim sırasında ortaya çıkan uygunsuzluklar istatistiksel yöntemler aracılığı ile belirlenmeye ve son kontrolde ayıklanarak piyasaya sürülemeyecek ürünler üretilmemeye çalışılıyordu. Kalite kontrolle ilgili durumu aşağıda belirtildiği gibi izlemek mümkündür.

#### Kalite Kontrol

##### 1940-1960 TALORİZM – 3 BÜYÜK İLKE

##### A. GÖREVLERİN AYRIMI

- a) Tasarım (İşin planlanması)
- b) Gerçekleştirme (Yerine getirilmesi)
- c) Kontrol (Kontrolü)



İşin organizasyonu uzman kişilere verilmiştir.

## B. GÖREVLERDE UZMANLAŞMA

### C. AŞIRI İŞBÖLÜMÜ, SORUMLULUK MİNİMUM DÜZEYDE

“Biri üretir – Diğeri Kontrol eder, kalite maliyeti artar.

Final Kontrol (Bu seviyede tespit çok pahalıdır.) (Bitmiş ürünlerin kontrol edilmesi)

Kalite düzeyi ile üretim miktarı arasında uzlaşmaya varılmaya çalışılır. Yani belirli bir kalite düzeyine razı olarak miktar açısından ortaya çıkabilecek sakıncalar makul düzeyde tutulmaya çalışılır.

İmalat ile kalite kontrol arasında sürekli bir kovalamaca yaşanır.

(Efil, 2003, s.21)

#### 1.4.3 Üçüncü Aşama: Kalite Güvencesi

İkinci Dünya Savaşı yıllarında, geliştirilen istatistik tekniklerin yardımıyla, kabul örnekleme için bugün kullanılan en yaygın sistem olan MIT-STD 105 D’ nin temeli atılırken, bir taraftan da gelen partileri kabul veya reddetmenin de en iyi sistem olmadığı inancı gelişmeye başlamıştır. Zira savaşta olan bir ordunun, dışarıdan sağlanan hayati bir takım ihtiyaçları için gelen bir malzeme partisinin reddedilmesinin yaratacağı sıkıntı açıktır. Bu nedenle asıl önemli olan gelen partilerin hepsinin kabul edilebilir nitelikte olmasıdır. Bunu sağlamakta kalite güvencesi olarak tarif edilmiştir. (Efil, 2003, s.22)

#### Kalite Güvencesi

1960-1980

Kalite imalatla bütünleşmiştir.

İstatistiki kontrol başlatılmıştır. Üretim esnasında kontrol kavramı benimsenmiştir.

(İstatistiki proses kontrol)

İMALAT :

Ürün kalitesinden sorumludur. İmalat içi ve

final kontrolleri yapar. İstatistik metodlarını kullanır.

Kontrolör sayısını azaltır. (Oto kontrole yönelir.)

#### KALİTE GÜVENCESİ

DEPARTMANI :

Kalite yönetmeliklerinden (prosedür ve talimatlar)

sorumludur. Müşterilerin ihtiyaçlarını saptamak ve

Şikâyetlerini incelemek için imalat ve müşteri arasında

Aracılık yapar. (Efil, 2003, s.22)

#### 1.4.4 Dördüncü Aşama: Toplam Kalite

ABD’ de Kalite Kontrolü ve istatistiksel tekniklerin gelişmesine katkıda bulunmuş olan uzmanlar, bu tekniklerin işletmelerin tüm faaliyetlerinde uygulanması ve kalite ile ilgili sorumlulukların işletmelerin tüm bölümlerinde üstlenilmesi görüşünde idiler. İkinci Dünya Savaşı’nı dan sonra Amerika’ da Amerikan Kalite Kontrol Derneği kurularak kalite iyileştirme çalışmalarına katkıda bulundu. Bu dönemde Amerikan sanayisi için gündemde olan en önemli husus ise Amerikan mallarına olan büyük talebi karşılayabilmektir. Zaten o sıralarda “Made in USA” damgası ürünün kalite belgesi yerine geçiyordu. (Efil, 2003, s.23)

Savaş sonrası Japonya ise çok güç durumda idi. Telekomünikasyon sisteminin çok kötü durumunu gören Amerikan İşgal Kuvvetleri Komutanlığı Japonlara Amerikadan kalite uzmanları yardım almalarını önermiştir. Böylece uzmanlar Amerika’ da fazla itibar görmeyen görüşlerini Japonlara aktarma fırsatını bulmuşlardır. Uzmanlar 1950’ li yıllarda Toplam Kalite Kontrolü veya Toplam Kalite Yönetimi adını verdiği bu görüşler Japonlarca benimsenmiş ve geliştirilmiştir. Japonlar kaliteyi müşteriye bir söz vermek olarak tanımlamış ve bu sözün yerine getirilebilmesi için bizzat işçiler tarafından da verilmesi gerektiğini fark etmişlerdir. 1962 yılında Kauro Ishikawa’ nın başlattığı işçi eğitimleri ve KKÇ çalışmaları bu görüşten hareketledir. Sonuç o denli başarılı olmuştur ki, Japonlar dünya ticaretinde hızla yer almaya başlamışlar, 1960’ lı yıllarda optik, 1970’ li yıllarda elektronik, 1980’ li yıllarda otomotiv sektöründe dünya liderliğini ele geçirmişlerdir, 20 yılda ihracatlarını 20 kat arttırarak 300 milyar dolar seviyesine getirmişlerdir. Bugün diğer alanlarda da dünyadaki rakiplerini zorlamaktadırlar. (Efil, 2003, s.23)

1980’ li yıllar “Kalite üstünlüğü ile rekabet” dönemini açmıştır. 1980’ li yılların ilk yarısında kalite sistemlerinin belgelendirilmesi İngiltere’ de yaygın hale gelmiştir.

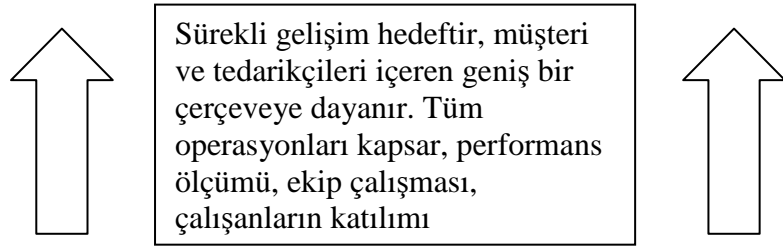
Uluslar arası ilişkilerin giderek artması, 1987’ de ISO tarafından ISO 9000 serisi Kalite Güvence Standartının yayımlanması sonucunu getirmiştir.

1990’ lı yılların stratejisi; yaygın ve sürekli kalite güvencesi ile müşteri tatmini sağlayarak pazardan daha fazla pay alırken karlılığı arttırmak, insan kaynağının daha fazla değerlendirilmesi ve maliyetlerin minimize edilmesi olarak şekillenmektedir. Tüm bu kalite hareketlerinin gerisinde fitili ateşleyen güç hep söylendiği gibi Japonya olmayıp, artan ve

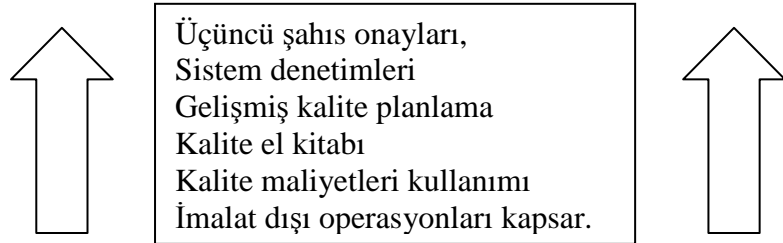
çeşitlenen tüketici istekleri olmuştur. 21. yüzyılda bileşik ürün piyasaları müşteri isteğine göre imal edilmiş, iyi kaliteli, çok çeşitli ürünleri global ve hızlı şekilde üretmek ve teslim etmek zorunda kalacaklardır. Bu ürünler sadece şekil bakımından değil, fonksiyon yönünden de farklı olmakla kalmayacak, ayrıca ürünlerle birlikte sağlanan hizmet ve ürünün tasarımına katkıda bulunan müşteriyi de kapsayacaktır. İmalatçı şirketler üretimle izole edilmeyecek, satıcı ağlarını, müşterileri, mühendisleri ve diğer hizmet fonksiyonlarını da özünde birleştirecektir.

### Kalite Yönetiminin Dört Aşaması

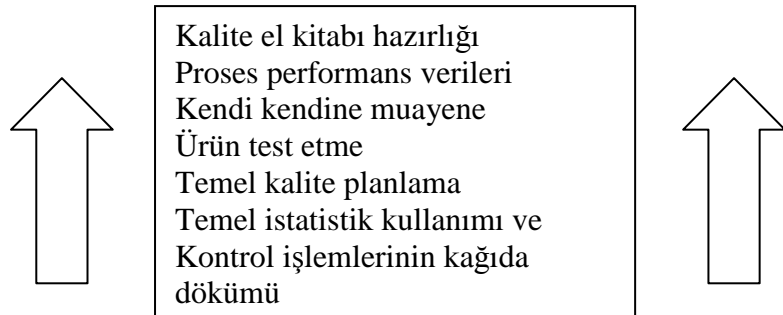
#### Toplam Kalite Yönetimi



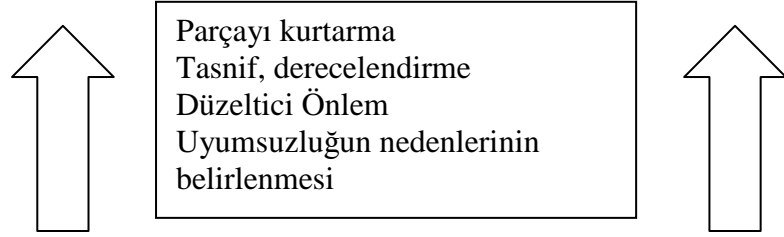
#### Kalite Güvencesi



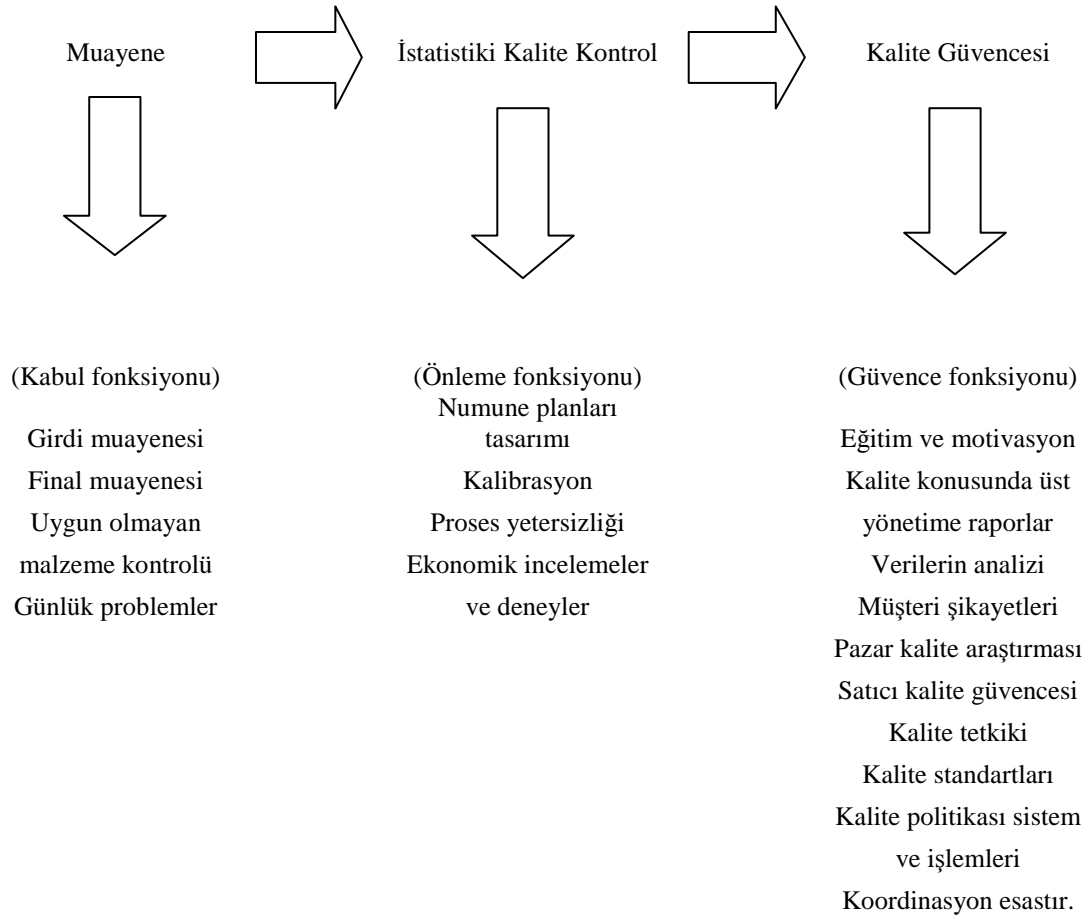
#### İstatistik Kalite Kontrol



## Muayene



Şekil 1.2 Kalite Yönetiminin Dört Aşaması (Efil, 2003, s.25)



Şekil 1.3 Kalitenin Tarihsel Gelişimi (Efil, 2003, s.24)

Muayene de; hataların aranması esastır, ürünlerin yeknesak haline gelmesi üzerinde durulur. Ölçme faaliyetleri esastır. Ürünlerin muayene edilmesi, sınıflandırılması, değerlendirilmesi faaliyetleri yürütülür. Kaliteden muayene departmanı sorumludur. Kalitenin muayene aşamasında sağlanacağı varsayılır.



İstatistiki Kalite Kontrol de; kontrol faaliyetleri esastır, muayene ihtiyacını azaltarak ürünlerin standart düzeyde imal edilmesi üzerinde durulur. İstatistiki araç ve tekniklerden yararlanılır. Kalite departmanının rolü sınıflandırma ve istatistiki metodların uygulanmasıdır. Kaliteden imalat ve mühendislik departmanı sorumludur. Kalitenin kontrol aşamasında sağlanabileceği varsayılır.

Kalite Güvencesinde; kalitesizliği önlemek için tüm üretim zincirinde ilgili birimlerin çaba göstermesi üzerinde durulmaktadır. Sistemler ve programların oluşturulması ve işlerlik kazandırılması esastır. Kalitenin ölçülmesi, planlanması ve programların oluşturulması, temel faaliyetlerdir. Kaliteden tüm departmanlar sorumludur. Kalitenin süreç içinde sağlanacağı kabul edilir.

### 1.5 Kalite Yönetiminin Temel İlkeleri

Müşteri Odaklılık, Tüketicilerin beklentilerinin yerine getirilmesi ve kalite yönetiminin sağlanması rekabet gücünün geliştirilmesinde en önemli husustur. Mamule yönelik politikaların devri geçmiştir, işletmenin pazara yönelik politikalar uygulayamadıkları takdirde başarılı olmaları ve gelişmeleri mümkün değildir. (Efil, 2003, s.164) Kuruluşlar müşterilerine bağlıdır ve dolayısıyla mevcut ve gelecekteki müşteri ihtiyaçlarını anlamalı, müşteri şartlarını yerine getirmeli ve müşteri beklentilerini de aşmak için çabalamalıdır. (TSE, s.23)

Bu amaçla; tüm müşteri ihtiyaç ve beklentileri anlaşılmalı, müşteri ve fayda sağlayan tarafların ihtiyaç ve beklentileri arasında dengeli bir yaklaşım sağlanmalı, bu ihtiyaç ve beklentilerin kuruluş dâhilinde iletilmeli, müşteri memnuniyeti ve sonuçlarına göre, müşteri davranışları ölçülmeli, müşteri ilişkileri yönetilmelidir. Böylece; müşteri ve diğer fayda sağlayanların ihtiyaçlarının kuruluşça anlaşılması, hedeflerin ve başarının müşteri ihtiyaç ve beklentileriyle ilişkilendirilmesi, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kuruluşun performansını artırılması, çalışanların bilgi ve becerilerinin artırılması, müşteri memnuniyeti için kuruluşun, çalışanların bilgi ve becerilerinin artırılması sağlanacaktır. (TSE, s.23)

Liderlik, tüm strateji ve aksiyon planları için ön gerektir. Juran' a göre bu iş devredilemez. TKY' yi başarıyla yerine getiren firmalar bunu güçlü liderlikle başarırlar. Güçlü vizyon sahibi liderler kalite yönetimi yaklaşımının en önemli unsurudur. (Efil, 2003, s.179) Liderler, kuruluşun amaç ve idare birliğini sağlamalı ve kişilerin, kuruluşun hedeflerinin başarılmasına tam olarak katıldığı iç ortamı oluşturmalı ve sürdürmelidir. (TSE, s.24)

Bu amaçla; Proaktif olma ve örneklerle sevk edilmeli, dış çevredeki değişiklikleri anlamalı ve tepki verilmeli, müşteri, sahipler, insanlar, tedarikçiler, yerel halk ve genelde toplumu da içeren tüm fayda sağlayanların ihtiyaçları göz önüne alınmalı, kuruluştaki her seviyede paylaşılan değerleri ve etik rol modellerini oturtulmalı, güven kurmak ve korkuyu bertaraf edilmeli, gerekli kaynakları sağlanmış, sorumlulukla özgürce hareket edebilecek insanların temini sağlanmalı, meydan okuyucu hedefle ve amaçlar konmalı, bu hedef ve amaçlara ulaşmak için stratejilerin uygulanmalıdır. Böylece; kuruluşun gelecek için açık vizyonunu yaratılabilir, kuruluşun ve vizyonun ölçülebilir hedef ve amaçlara ulaştırılabilir, katılımcı ve yetkilendirilmiş insanlar profili oluşturabilir, yetkili, motive olmuş, iyi bilgilendirilmiş ve dengeli iş gücü elde edilebilir. (TSE, s.24)

Kişilerin Katılımı, Çalışanların katılımı çağdaş üretim düşüncesinin temel taşlarından birini oluşturur. Her seviyedeki kişiler kuruluşun bir özüdür ve tam katılımlarının sağlanması yeteneklerinin kuruluş adına kullanılmasını sağlar. Problemlerin çözümünde tüm çalışanların enerjilerinden faydalanılmalıdır. Kaliteye ulaşmak, ürün veya hizmetin yapımından sonuna kadar herhangi bir bölümde çalışan herkesin sorumluluğunu gerektirmektedir. Organizasyon içerisindeki herkes kalite olgusunun önemli olduğunu algılamak ve ona ulaşmak zorundadır. (Efil, 2003, s.189)

Proses Yaklaşımı, Arzulanan sonuç, faaliyetler ve ilgili kaynaklar, bir proses olarak yönetildiği zaman daha verimli olarak elde edilir. Sonuca ulaşmak için; proseslerin tarifi yapılmalı, girdi ve çıktılarının tanımlanması ve ölçülmesi, muhtemel risklerin sıralanması, iç ve dış müşterilerin, tedarikçilerin ve diğer fayda sağlayanların tanımlanması gerekmektedir. (TSE, s.26)

Yönetimde Sistem Yaklaşımı, Birbiri ile ilgili proseslerin bir sistem olarak tanımlanması, anlaşılması ve yönetilmesi, hedeflerin başarılmasında kuruluşun etkinliğine ve verimliliğine katkı yapar. Başarılı olabilmek için; belli bir hedefi etkileyen proseslerin tanımlanması ve geliştirilmesi, sistemin hedefe ulaşılması için etkin biçimde yapılandırılması, sistem proseslerinin arasındaki bağımlılığın anlaşılması, kaynak sınırlamalarının faaliyetler öncesi belirlenmesi gerekmektedir. (TSE, s.27)

Sürekli İyileştirme, kuruluşun toplam performansının sürekli iyileştirilmesi kuruluşun kalıcı hedefi olmalıdır. (TSE, s.28) Üst yönetimin liderliğinde eğitilmiş personel takımlar halinde organize olacak ve “müşteri odaklılık” sonucu belirlenen hedefler doğrultusunda

sürekli çalışmalar yapılmalıdır. Sürekli geliştirme uygulamasında Shewart ya da Deming Çemberi adıyla anılan Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al (PUKO Döngüsü) genel çalışma çerçevesi olarak kullanılır.

Verilere Dayalı Karar Verme Yaklaşımı, etkili kararlar veri ve bilgilerin analizine dayandırılmalıdır. Bunun için; hedeflerle ilgili ölçümlerin yapılması, veri ve bilgilerin toplanması, veri ve bilgilerin yeterli doğrulukta, güvenilir ve erişilebilir geçerli metodlarla veri ve bilgi analizinin yapılması ve verilerin uygun istatistiki tekniklerle analizlerin yapılması gerekmektedir. (TSE, s.29)

Tedarikçilerle Karşılıklı Faydaya Dayanan İlişkiler, kuruluş ve tedarikçileri birbirine karşılıklı bağlıdır ve karşılıklı faydaya dayalı bir ilişki her ikisinin de değer yaratma yeteneklerini arttırır. (TSE, s.30)

#### 1.6 Kalite Yönetim Sisteminde Bakım Onarım Mekanizmasının Rolü ve ilgili TS-EN-ISO 9001:2000 Standartları

Kaliteli bir üretim veya hizmet sağlanması için kullanılan ekipmanların doğru, düzgün ve programlanan şekilde çalışmaları gerekmektedir. Yapılan üretim veya verilen hizmetin; kalite tanımı gereği müşteri memnuniyetini sağlamak amacıyla; belli kalite standartlarının üzerinde olacak şekilde tam zamanında ve her defasında sağlanabilmesi için kullanılan ekipmanların doğru bir şekilde işletilmesi gerekmektedir.

Üretim veya hizmet sunan organizasyonlar büyüdükçe bakım onarım faaliyetlerinin önemi artacaktır. Yüzlerce makineden oluşan bir oluşumda birkaç cihazın arızalanması, zincirleme etkilerle bütün sistemi felce uğratabilir. Bir havalimanı işletmesinde bagaj sistemine bağlı Xray bagaj tarama cihazlarının tümünün aynı anda arızalanmasının bagaj sistemini durdurması ve yolcu bagaj check-in (alma) işlemlerini durdurması gibi.

Üretim veya hizmet faaliyetlerinde doğrudan ya da dolaylı olarak rolü olan makine, tezgah, teçhizat, cihaz, takım, aparat ve kalıpların, beklenen fonksiyonlarını sürdürmelerini sağlamak ve arıza duruşlarını minimize etmek için yapılacak bakım onarım işlemleri bir sistematik organizasyon halinde yapılmalıdır. Makinelerin belli zamandaki bakımları ve

beklenmedik zamanda ortaya çıkan arızaların giderilmesi üretim veya hizmet akışını mümkün olduğu kadar aksatmadan yapılmalıdır.

Teknik birimlerin sorumluluğu altındaki bakım onarım, tasarım, üretim ve hizmetin sağlanması, ölçme, analiz, geliştirme ve iyileştirme gibi faaliyetler TS EN ISO 9001:2000 standardı 7. ve 8. maddeleri içerisinde işlenmiştir. Bu maddeler;

7. madde: Ürün Gerçekleştirme,

8. madde: Ölçme, Analiz ve iyileştirme

olarak isimlendirilmiştir.

7. maddenin alt başlıkları:

7.1 Ürün Gerçekleştirmenin Planlanması

7.2 Müşteri ile ilgili Prosesler

7.3 Tasarım ve Geliştirme

7.4 Satınalma

7.5 Üretim ve Hizmetin Sağlanması

7.6 İzleme ve Ölçme Cihazlarının Kontrolü

8. maddenin alt başlıkları ise:

8.1 Genel

8.2 İzleme ve Ölçme

8.3 Uygun Olmayan Ürünün Kontrolü

8.4 Veri Analizi

8.5 İyileştirme

' dir.

Bakım onarım faaliyetleri ile ilgili temel madde, 7.5.1 Üretim ve Hizmet Sağlamanın Kontrolü maddesidir:

Kuruluş, kontrollü şartlar altında üretim ve hizmet sağlamayı planlamalı ve yürütmelidir. Bu madde iki aşamalı olarak düşünülebilir;

1. Üretimin kontrollü şartlar altında yürütülmesi

2. Hizmet sunumunun (ürünün sevki sonrasındaki faaliyetler) kontrollü şartlar altında yürütülmesi

Üretimin ve hizmetin kontrollü şartlar altında yürütülmesi;

- Ürünün karakteristiğini açıklayan bilgilerin mevcudiyetini,

(ürüne ait özellikler; boyut, görünüm, performans parametreleri, fonksiyonel özellikler, renk, teknik spesifikasyon, hizmet bilgisi, hizmet için gerekli tanımlamalar v. b. gibi bilginin mevcudiyeti)

- Gerekli olduğunda, çalışma talimatlarının bulunabilirliğini,

(Olmaması durumunda kaliteyi, ürün şartlarının karşılanmasını, hizmet kalitesini olumsuz, etkileyebilecek çalışma talimatlarının hazırlanması ve uyulması)

- Uygun teçhizatın kullanımını,

(ürün şartlarını karşılayabilmek ve hizmeti tam olarak verebilmek için teçhizatın uygunluğu ve teknolojik gelişmelere ayarlanması, uygun proses ve hizmet şartlarının oluşturulması)

- İzleme ve ölçme cihazlarının bulunabilirliği ve kullanımını,

(zaman, sıcaklık, basınç, voltaj, amper v.b. faktörlerin kontrol altında tutulması ve ölçülmesi için gerekli olan izleme ve ölçme cihazlarının temini, kullanıma hazır bulundurulması ve kullanımı)

- İzleme ve ölçmenin kullanılmasını,

(izleme ve ölçme uygulamalarının sürekliliğinin sağlanması)

- Serbest bırakma, teslimat ve teslimat sonrası faaliyetlerin uygulanmasını içermelidir.

(ürünün kabulü, teslimat için şartları karşılaması ve teslimat sonrası bilgilendirme, servis v.b. faaliyetleri içerir.)

Bakım onarım uygulamaları bu maddeye atıf yapılarak dokümanlaştırılmaktadır. Bakım ve kontrol talimatları, makine, cihaz ve cihaz katalogları, ekipman sicil kartı ve bakım talimatı, arıza bildirim-bakım onarım raporu, bakım takip kartı, periyodik bakım kontrol çizelgesi, ekipman listesi, kalıp-aparat listesi ve kapasite takip kartı gibi dokümanlar bu kapsamdadır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### TAMİR BAKIM SİSTEMLERİ

#### 2.1 Tamir Bakım Sistemlerinin Kavramsal Yapısı ve Bakım Terimleri

Üretimin programlara uygun şekilde sürdürülmesi, üç temel üretim unsurundan birini oluşturan makine ve tesislerin aksamadan çalışmasına bağlıdır. Makinaların belli zamanlardaki bakımları ve beklenmedik zamanda ortaya çıkan arızaların giderilmesi üretim akışını mümkün olduğu kadar aksatmadan yapılmalıdır. (Kobu, 2005, s.313)

Yüksek kaliteli ürünlerin zamanında teslimatı için artan rekabet ve müşteri talepleri üreticileri otomasyona uyum sağlamaya zorlamaktadır. Bunun sonucu olarak da ekipmanlara yüksek maliyetli yatırımlar yapılmaktadır. Yatırımlardan planlanan geri dönüşleri almak amacıyla ekipmanlar, yüksek maliyet getirecek sistem durmalarına ve arızalara karşı güvenilir olmalıdır. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.1)

Üretim sistemi büyüdükçe veya üretim miktarı arttıkça tamir bakım faaliyetlerinin önemi artar. Yüzlerce tezgah oluşan bir üretim hattında birkaç makinanın arızalanması, zincirleme etkilerle bütün sistemi felce uğratabilir. Sipariş üretiminde arızalanan veya bakıma alınan makinaların yokluğunu bir ölçüde giderme olanağı vardır. Fakat sürekli üretimde ve özellikle proses imalatında arızaların üretim akışı üzerindeki etkisi çok büyüktür. Örneğin, bir petrol rafinerisinde bir noktada beliren arıza tüm sistemlerin durmasına yol açar. Arıza giderildikten sonra normal üretim düzeyine çıkıncaya kadar da uzun bir süre geçer. (Kobu, 2005, s.313)

Birçok üretim şirketi, tam zamanında üretim (Just-In-Time) programları uygulamaktadır ve uzun süreli durma durumlarına karşılık değer kayıplarını karşılamak için gereken para veya mal gibi stoklar önceden ayrılmadan işletilmektedir. Bu iki önerme tamir ve bakımın bir üretim organizasyonundaki anahtar aktivite rolüne ilişkin ipuçları vermektedir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.1)

Bakım, ekipman veya bir sistemin tasarlandığı fonksiyonları gerçekleştirebileceği duruma getirilmesi için onarılması, tamir edilmesi gibi aktivitelerin birleşimi olarak tanımlanır. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.1)

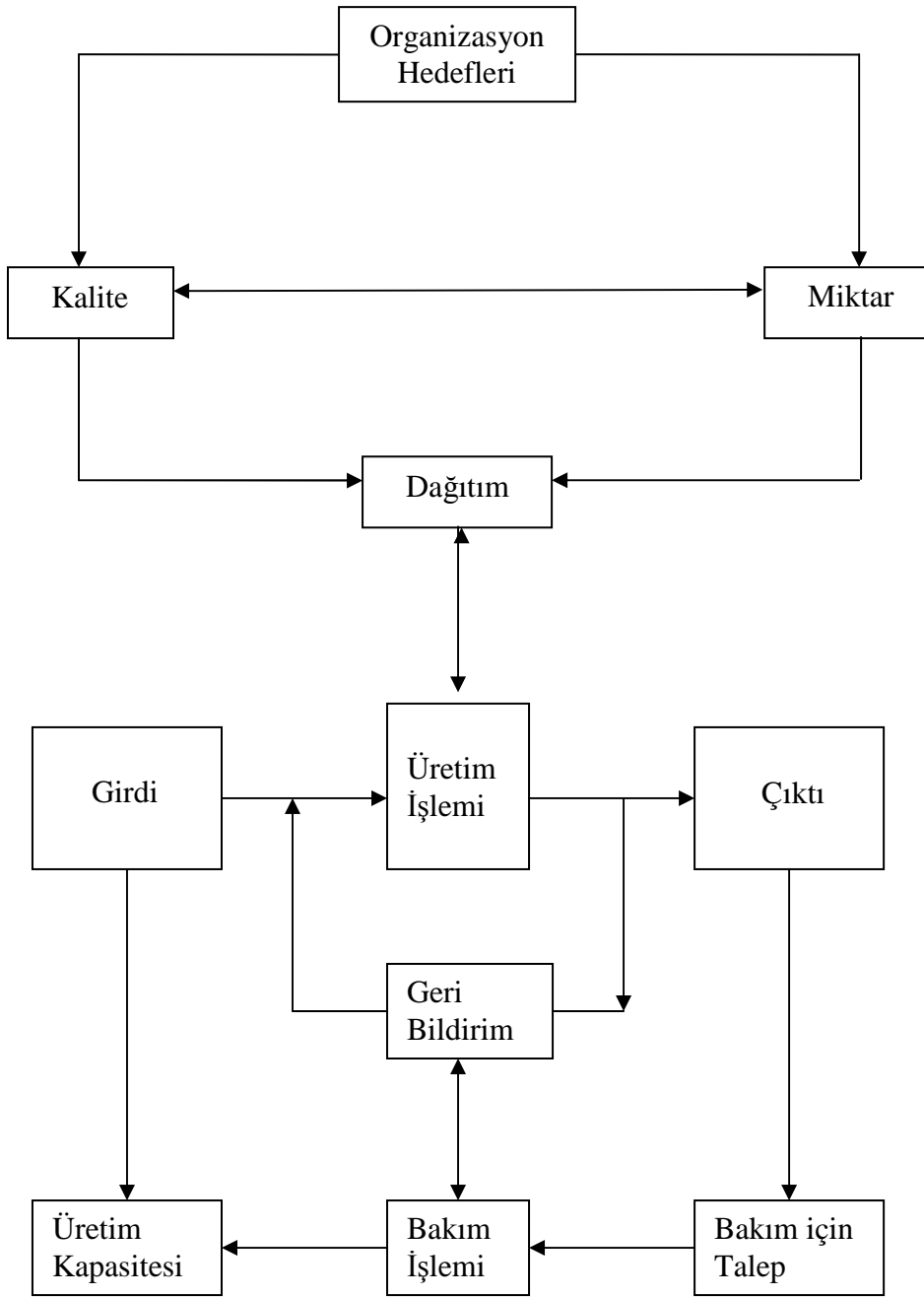
Tamir bakım sistemleri, başlıca 2 tip faaliyetten oluşur:

**Tamir:** Üretim sistemindeki makine veya teçhizat herhangi bir nedenle kısmen veya tamamen çalışamaz duruma girdiğinde tekrar çalışır duruma getirmek için uygulanan işlemlerdir. Tamir süresinin kısa tutulması kapasite kullanım oranını artırır. Buna karşılık tamir ekiplerinin maliyetlerinin artmamasına dikkat edilir.

**Koruyucu Bakım:** Makine ve teçhizat, arıza meydana gelmesi beklenmeden, önceden belirlenmiş süreler sonunda gözden geçirilir, gerekli parçalar değiştirilir ve ayarlamalar yapılır. Koruyucu bakım, sürpriz arızalar sonunda meydana gelen üretim aksaklıklarını ve kapasite kayıplarını önemli ölçüde azaltır. Bu avantaja karşılık erken değişen parçaların ve muayene işlemlerinin maliyeti artar. (Kobu, 2005, s.314)

Bir sistem, ortak bir amaç için birlikte çalışan parçalar topluluğudur. Bakım, üretim sistemleriyle paralel çalışan aktiviteler topluluğu olarak düşünülebilir. Organizasyon amaçları, üretim işlemleri ve bakım arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde görülmektedir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.1)

Üretim sistemleri genellikle girdileri (ham madde, emek vs.) müşterinin ihtiyaçlarını karşılayacak çıktılara çevirmekle ilgilidir. Üretim sisteminin öncelikli çıktısı bitmiş ürünlerdir. İkinci çıktı ise ekipmanın bozulmasıdır. Bu ikinci çıktı bakım için talep üretir. Bakım sistemi bu çıktıyı girdi olarak alır ve ona teknik bilgi, emek, yedek parça ekleyerek üretim için düzgün kapasite sağlayabilecek iyi durumda ekipmanlar yaratır.



Şekil 2.1 Organizasyon Hedefleri, Üretim İşlemi ve Bakım Arasındaki İlişkiler (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.1)

Üretim sistemlerinin öncelikli amacı, ulaşılabilir pazar fırsatlarından kazandıkları karları maksimize etmektir. İkinci amacı ise dönüşüm işlemlerinin ekonomik ve teknik şekillerini incelemektir. Bakım sistemleri, karları ve müşteri memnuniyetini artırarak bu amaçların başarılmasında yardımcı olur. Bunu arıza süresinin kısaltarak, kaliteyi geliştirilerek verimliliği



arttırarak ve zamanında istekleri müşterilerine dağıtarak sağlar. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.2)

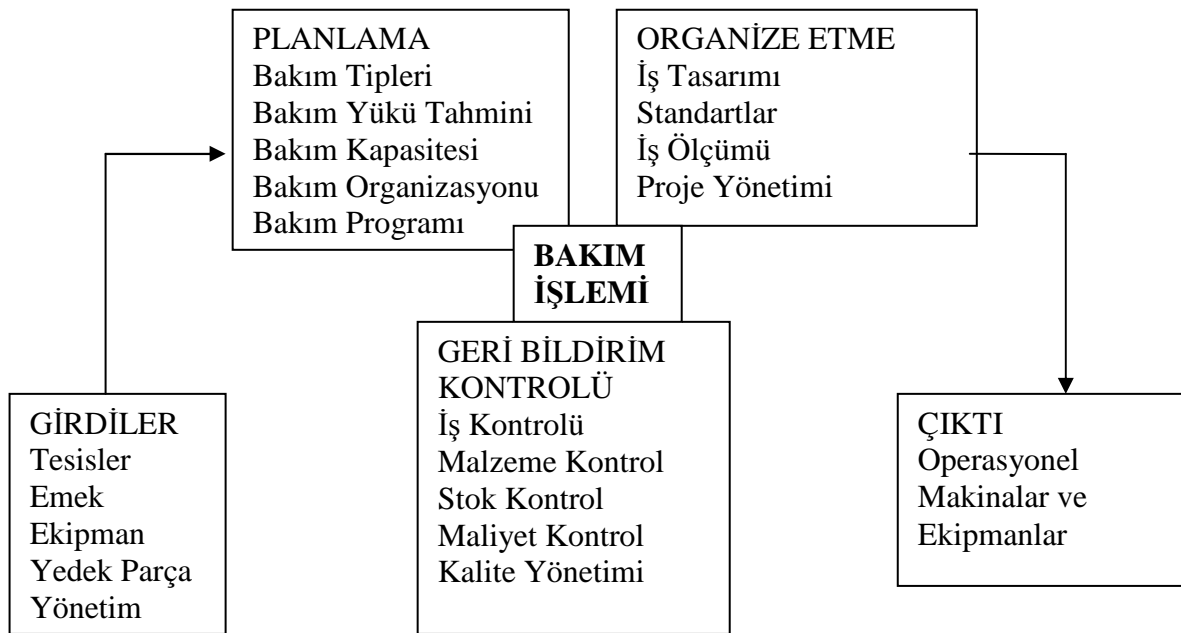
Bakım sistemlerinin rolü, üretim organizasyonlarında çok uzun bir süre önce fark edilmiştir, bununla beraber bakım fonksiyonlarının hastane, banka gibi hizmet organizasyonlarının da önemli bir parçası olduğu açıktır. Örnek olarak bir hastane organizasyonunda insan hayatının önceliği kapsamında Xray ve diğer beyin tarama cihazlarının bakımları en doğru şekilde yapılmalıdır. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.3)

Bakım sistemiyle ilgili terimler:

- Availability (Hazır, çalışır durumda bulunma): Belli bir zaman periyodunda ekipmanın başarılı bir şekilde gerekli fonksiyonlarını yerine getirme becerisidir.
- Breakdown (Durma): Ekipmanın çalışır durumda bulunmamasına neden olan arıza durumudur.
- Maintenance (Bakım): Bir ünitenin fonksiyonunu devam edilebilir şekilde yenilemek için yapılan her türlü faaliyetin bir kombinasyonudur.
- Emergency Maintenance (Acil Bakım) : Ciddi ve hayati önemi olan sonuçları önlemek amacıyla ve arıza durumlarında derhal uygulanması gereken bakımdır.
- Condition monitoring (Durum izleme): Ekipmanın hangi durumda bakıma ihtiyacı olduğunu saptamak amacıyla devamlı veya periyodik ölçümler ve veri analizleri gerçekleştirmektir.
- Failure (Arıza): Ekipmanın gerekli fonksiyonlarını yürütme kabiliyetinin sonlanmasıdır.
- Fault (Hata): Düzenleyici faaliyetleri garanti eden gerekliliklerden beklenmeyecek şekilde sapmadır.
- Feedback (Geri Bildirim): Bir faaliyetin istenen görevleri yerine getirirken başarı veya başarısızlık durumlarının raporlanması durumudur. Bu raporlar işlemleri geliştirmek için kullanılırlar.
- Forced Outage (Zorunlu Kesinti): Ekipmanın programlanmamış durmasına bağlı kesintidir.
- Inspection (Denetim): Ölçme, inceleme, test etme veya spesifikasyonlardan sapmaların kontrol edilmesidir.

- Overhaul (Muayene): Bir ekipmanın tümünün veya belli parçasının daha iyi duruma (standartlarca belirlenmiş) getirilmesi için, kapsamlı incelemesinin ve iyileştirilmesinin yapılmasıdır.
- Repair (Tamir): Bir ekipmanın; değiştirme, sorunlu parçalarının muayenesi ve iyileştirme ile kabul edilen çalışma standartlarına çıkarılmasıdır. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.13)

Bir bakım sistemi, basit olarak bir girdi çıktı modeli olarak algılanabilir. Bu modeldeki girdiler; emek, yönetim, araçlar, yedek parçalar, ekipman vs. çıktı ise organizasyonun planlanmış görevlerini yerine doğru bir şekilde getirebilecek ekipmanlardır. Bu model bize bakım sisteminin çıktılarının maksimize edilmesi için kaynakları etkili kılınmasını sağlamaktadır. Tipik bir bakım sistemi aşağıda görülmektedir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.3)



Şekil 2.2 Tipik Bir Bakım Sistemi (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.4)

## 2.2 Bakım Tipleri

### 2.2.1 Durma / Düzeltici (Breakdown / Corrective) Bakım, Tamir Bakım

Bu tip bakımların mantığı basittir, makine arızalandığı zaman yani sadece ekipmanın daha fazla iş yürütemeyeceği durumlarda arızayı bulup giderme şeklinde uygulanır. Düzeltici bakım, bir makine veya ekipman için herhangi bir bakım uygulanmadan arıza oluşumunu bekleyen tepkisel bir bakım tekniğidir. Gerçekte yönetsel olarak bakım yok tekniğidir. Ayrıca bakım yönetimindeki en pahalı bakım metodudur. (Moblely, 1990, s.2)

Günümüzde birçok bakım düzelticidir. Tamir her zaman gerekli olacaktır. Acil, tamir ve plansız yapılan bakımlardır. Daha verimli yapılan geliştirici ve koruyucu bakımlar, acil düzeltici bakımların sayısını azaltacaktır. (Patton, 1983, s2)

Bir arıza meydana gelene kadar sistemlere herhangi bir müdahale de bulunulmaz. Sistem arızanınca kadar herhangi bir gider parça veya hizmet söz konusu değildir. Bu nedenle bakım yönetiminin en pahalı metodu olmasına rağmen arıza oluncaya kadar hiçbir maliyeti olmaması nedeniyle geniş çaplı olarak kullanılan bir metoddur.

Bu tip bakım türü uygulandığındaki en önemli maliyetler; yüksek yedek parça yatırım maliyeti, fazla mesai emek maliyetleri, yüksek süreli makine durmaları ve düşük üretim verimliliği maliyetleridir. (Moblely, 1990, s.3)

Bu tip strateji bazen Run- To – Failure strateji olarak da bilinir. Daha iyi koruyucu bakım uygulamaları düzeltici diğer adıyla acil düzeltici bakımların ihtiyacını azaltır. Özellikle elektronik parçalar içeren ekipmanlarda uygulanabilir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.5)

## 2.2.2 Koruyucu Bakım

### Zaman veya Kullanım Tabanlı (Time or Used Based) Koruyucu Bakım

Koruyucu bakım, potansiyel arızaları etkisiz hale getirmek için gerçekleştirilen planlı bakımlardır. Ekipman durumu veya kullanımı baz alarak yürütülebilir. Zaman veya kullanım tabanlı koruyucu bakım, takvim veya saati temel olarak uygulanabilir. Yüksek seviyede planlamaya ihtiyaç duyar. Bakım sıklığının belirlenmesi için genellikle arıza dağılımına veya parça güvenilirliğine ihtiyaç duyulur. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.5)

### Predictive Maintenance (Önleyici Bakım), Durum Tabanlı (Condition Based) Koruyucu Bakım

Önleyici bakım bir durum tespiti üzerine programlanan bir bakım tipidir.

Önleyici bakım, durum tabanlı bir koruyucu bakım programıdır. Bakım planı oluştururken sistemle ilgili endüstriyel ortalama arıza süre ve frekansını baz almadan sistem verimliliğini, mekanik durumunu ve verim kaybını gösterebilecek veri kaynakları direkt olarak gözlemlenir. (Moblely, 1990, s.6)

Durum tabanlı koruyucu bakım, ekipman durumunun bilinmesi temeline dayanır ve ekipmanın ihtiyacı durumunda gerçekleştirilir. Ekipmanın durumu, değerleri ekipmanın durumu tarafından etkilenen anahtar ekipman parametrelerinin izlenmesi ile belirlenir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.5)

Durum tabanlı bakım, gerçek mekaniksel durumların, üretim verimliliğinin ve makine takımının çalışma durumlarını gösteren diğer parametrelerin izlenmesidir. Bu gözlemler sayesinde, tamirler arasındaki en geniş süreyi hesaplamakta kullanılan veriler elde edilir. Makine takımı arızalarında beklenmeyen kesintilerin sayısını ve maliyetlerini minimize eder. (Moblely, 1990, s.6)

Bu tip bakımlarda kullanılan 5 temel teknik bulunmaktadır. Vibrasyon analizi, yağ analizi, termografi, ultrasonik, elektriksel etkileri izleme ve penetrelerdir. (Moblely, 1990, s.7)

### 2.2.3 Fırsat (Opportunity) Bakım

Bu tip bakım, adından da anlaşılacağı üzere fırsat yakalandığı ve bakım için uygun koşullar oluştuğu zaman yapılır. Bu fırsatlar, belli bir sistemin kapalı olduğu periyotlardan yararlanılarak bilinen bakım görevlerinin yerine getirilmesi şeklinde doğabilir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.5)

### 2.2.4 Hata Bulma (Fault Finding)

Hata bulmaya örnek olarak, bir aracı lastiklerini test etmek amacıyla uzun bir yolculuğa çıkmak verilebilir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.5)

### 2.2.5 Tasarım Modifikasyonu

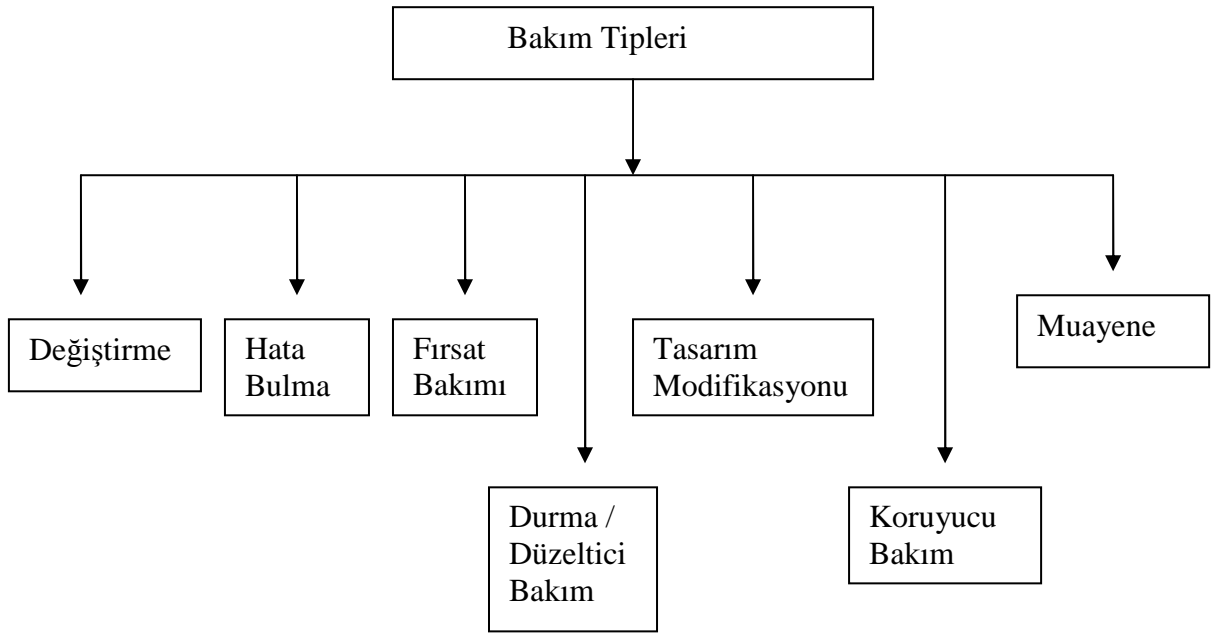
Gelişmeyi ve kapasite arttırmayı içeren ve genellikle mühendislikle ve diğer departmanlarla koordineli çalışma gerektiren bir tiptir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.5)

### 2.2.6 Muayene (Overhaul)

Muayene, kabul edilen bir duruma getirmek amacıyla ekipmanın bir parçası veya onun ana bileşenlerini tamamıyla inceleme ve yeniden iyileştirmektir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.5)

### 2.2.7 Değişirme (Replacement)

Bu strateji, bakım yapmak yerine ekipmanın değişimini içerir. Planlı bir değişim veya arıza nedenli değişim olabilmektedir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.6)



Şekil 2.3 Bakım Tipleri (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.6)

### 2.3 Bakım Kapasite Planlama ve Organizasyonu

Bakım kapasite planlama, bakım çalışması için oluşan talepleri karşılamak amacıyla ihtiyaç duyulan kaynakları belirlemektir. Bu kaynaklar; emek, materyal, yedek parça, ekipman ve araçlar içerir. sayılarını, gerekli bakım araçlarını vs. içerir. Bakım yükü rastgele bir değişken olduğu için, (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.7)

Kapasite planlamanın iki önemli alt problemi şunlardır:

- Ulaşılabilir kaynaklar aracılığıyla bakım yükünü karşılamak için gereken en uygun çalışan yetenekleri karışımını belirlemek
- Bakım gereksinimlerini karşılamak için en uygun yedek parça gereksinim öngörüsünü belirlemek (Duffuaa, Raouf, Mohamed, 2000, s.15)

Her işletmede ve her endüstri dalında kullanılabilecek tek tip bir bakım bölümü organizasyonu ve bir bakım bölümü organizasyon şemasının geliştirilmesi imkansızdır.

Bakım planlamasına ilişkin etkin bir prganizasyon geliştirebilmek amacıyla aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır.

İşletmenin Üretim Türü, işletmenin sahip olduğu üretim çeşidine göre bakım fonksiyonunun önemi ve şekli değişecektir. Örneğin, gelişmiş bir teknoloji kullanan bir işletme ile eski tip makinaların kullanıldığı bir işletmede bakım işlerinin organizasyonu birbirinden farklı olacaktır.

İşletmenin Büyüklüğü, işletmenin büyüklüğü veya küçüklüğü bakım işlerinin fazla veya az olması sonucunu doğuracaktır. Buna bağlı olarak büyük işletmelerde bakım işlerinin organizasyonu daha karmaşık bir yapıya bürünecektir.

Makine ve Araç-Gereçler, kullanılan makine ve araç gereçlerin cinsine, miktarına, kalite ve markalarına göre bakım işlerinin organizasyonu farklılık gösterir. İşletmede kullanılan makinalar tek tipte ise merkezi bir organizasyon faydalı iken, farklı tür nitelikte makinaların olması her bölümün özelliğine uygun bir organizasyon yapılması daha faydalı olacaktır.

Personel Eğitimi, işletmedeki mevcut personelin durumu bakım hizmetleri konusunda yapılacak eğitim programları ile nezaretçilerin sayısını etkiler.

İşletmenin Sürekliliği, bir işletmenin sürekli bir biçimde çalışmasının sağlanabilmesi için bakım hizmetlerinin sürekli yapılması gerekir.

Yerleşme Durumu, işletmenin yerleşim durumu dağınık olduğu takdirde bakım işleri gruplar halinde yapılmalıdır. Eğer dağınık bir yerleşme sözkonusu değil ise merkezi bir organizasyon kurulabilir. (Tekin, 1996, s.173-174)

Fabrikalarda tamir bakım faaliyetlerini yürütmekle sorumlu olan departman genellikle Bakım Mühendisliği (Maintenance Engineering) adını alır. Temel fonksiyonu imalat departmanları ile işbirliği yaparak bakım planlarını hazırlamak, arızaların minimum zaman kaybı ile giderilmesini sağlamak ve tamir bakım ekiplerini yönetmektir. Bu fonksiyonun kapsamına giren görevler şunlardır:

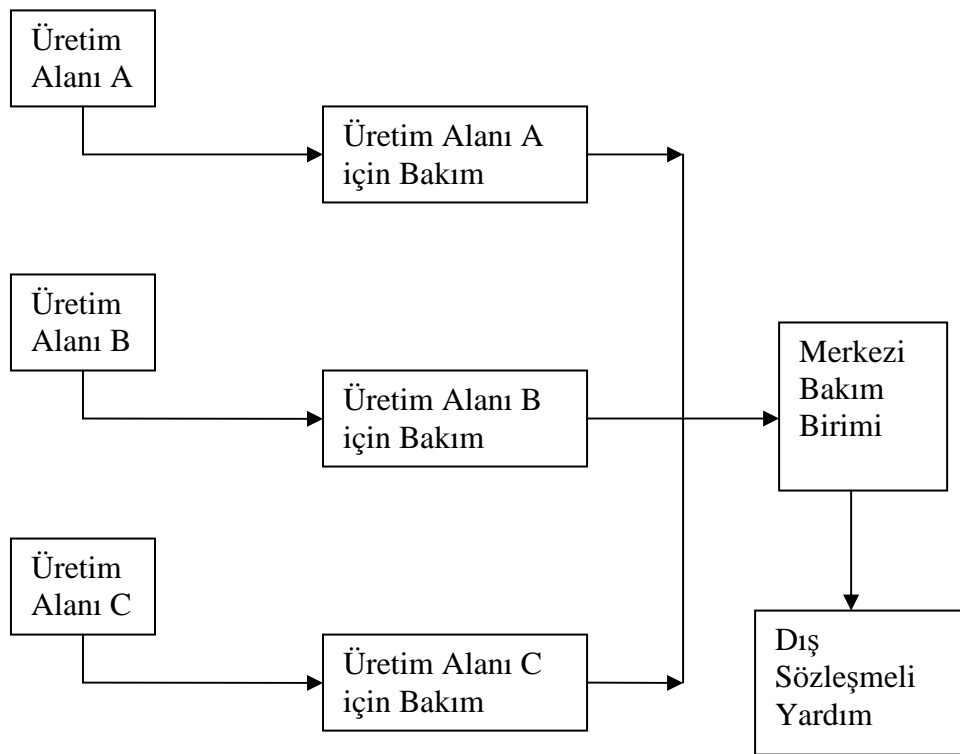
Üretim araçlarının arızalarının giderilmesi, bakımlarının yapılması

Fabrika binası ve yardımcı tesislerin tamir bakımının yapılması

Makine, teçhizat ve tesislerin periyodik muayeneleri

Yeni makinaların yerleştirilmesi, değiştirme işlemlerinin yapılmasıdır. (Kobu, 2005, s.316)

Her tip organizasyon olumlu ve olumsuz yanlar içerir. Büyük çaplı organizasyonlarda, bakım fonksiyonun ana merkeziliyetçi yapıdan arındırılması daha hızlı tepki zamanı ve çalışanların şirketin belli bölümlerindeki problemlere daha alışkın olmalarını sağlar. Bununla beraber, sayıca fazla küçük birimlerin oluşturulması da bakım sisteminin bir bütün olarak esnekliğini azaltabilir. Ulaşılabilir kabiliyet alanları azalacağı gibi, emek kullanımı bütünsel bir bakım sistemine göre daha az olmaktadır. Bazı durumlarda, kaskad (cascade) sistem uygulanabilir. Bu sistem, üretim alanları bakım ünitelerini merkezi bakım birimine bağlanmasıyla oluşur. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.8)



Şekil 2.4 Bakım Organizasyonu, Cascade System (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.9)



## 2.4 Bakım Kontrolü

Kontrol, bilimsel bir yönetimin önemli bir parçasıdır.

Kalite Kontrol; bir üretim işleminde çıktının kalitesi kullanıma uygunluk ve ilk zamanda doğru şekilde yapmak olarak düşünülebilir. Kalite kontrolü; ürün veya hizmetin özelliklerini ölçerek veya aynı ürün veya hizmet özellikleriyle karşılaştırarak incelenebilir. Bakım bir işlem olarak algılanmalı ve çıktı kalitesi kontrol edilmelidir.

Bakım çalışmasında, ilk zamanda doğru şekilde yapmak felsefesi önemlidir. Kalite, kabul edilen bakım görevlerinin organizasyon tarafından uygulanan standartların yüzdesi olarak değerlendirilebilir. Yüksek kalite genellikle kritik bakım görevlerinin kontrol edilmesi veya bakım denetimleri ile sağlanabilir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.12)

Stok Kontrolü; bakım programı yapabilmek için gereken parça ve materyallerin ulaşılabilirliğini sağlamak çok önemlidir. Bir parçaya ihtiyacı olduğunda ve ihtiyaç olunan yerde tam anlamıyla ulaşmak ekonomik olarak pratiklikten uzak ve imkânsız olmaktadır. Bu nedenlerle, stoklar düzgün bir şekilde tutulmalıdır. Stok kontrolü parça ve materyallerin istenen düzeyde bulunmasını sağlama işlemidir. Gereken parçaları; onları stokta tutarak meydana gelen maliyeti ve parçaya ulaşamadığı takdirdeki maliyetleri azaltmayı sağlayacak düzeyde stok kontrolü yapılmalıdır.

Maliyet Kontrolü; Bakım maliyetleri; direk bakım, kayıp üretim, ekipman bozulmaları, yedeklemeler ve diğer bakım maliyetleri gibi birçok bileşen içerir. Bakım maliyet kontrolü; bakım felsefesi, operasyon şablonu, sistem tipi ve organizasyon tarafından uygulanan prosedür ve standartların fonksiyonudur.

Bakım maliyetlerinin kontrolü; kalite oranı, ulaşılabilirlik gibi organizasyonel hedefleri ve diğer verim ve verimlilik ölçülerinin maliyetlerinin bütünü iyileştirir. Maliyet azaltma ve kontrol ürün ve hizmet üretiminde tamamlayıcı unsur olarak kullanılır. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.11)

## 2.5 İstatistiksel Süreç Kontrol Metodları ve Arıza Analizinde Kullanılması

### 2.5.1 Veri Toplama

İstatistiksel süreç kontrolü (SPC) bir süreci veya sürecin çıktısını kontrol mekanizmalarının sürdürülmesi için hesaplamak üzere istatistiksel tekniklerin kullanılmasıdır. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.217) İstatistiksel süreç kontrolü süreçleri ve makinelerin yeteneklerini analiz eder. Bu metodların özellikle uygulama sürecinde ortaya çıkan veya çıkabilecek olan problemlerin belirlenmesinde ve çözülmesinde gerekli verilerin oluşturulmasında çok yararlı oldukları söylenebilir. Verilerin düzgün bir şekilde ortaya çıkarılmasını kolaylaştırmak ve bu verilerin sistematik bir yaklaşımla değerlendirilmesini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Gümüšoğlu Ş., İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Toplam Kalite Yönetimi Araçları, Beta Yayınları, 2000 (Gümüšoğlu, 2000)

Veriler genel olarak iki gruba ayrılabilir:

- Niceliksel Veriler: Karşılığı bir alet yardımıyla ölçülmüş bir rakam olan sayısal verilerdir. Kalınlık, uzunluk v.s. gibi ölçülebilen değerlerdir.
- Niteliksel Veriler: Belirli bir özelliğin duyu organlarımızla muayenesi veya sayılması ile toplanabilen verilerdir. Kusurlu ürün oranı gibi. (Akın ve Öztürk, 2005, s.3)

Çalışan uygulamaları geliştirmek ve karşılaşılan problemleri çözmek için öncelikler doğru veriye ulaşabilmek gereklidir. Doğru veriye ulaşmak için doğru metodlar dikkatlice uygulanmalıdır. Veri toplama işlemlerinde tekrarlardan arınmak, analiz süresini kısaltmak ve işlemleri geliştirmek için aşağıdaki yollar uygulanabilir:

- Başlangıçta veri toplamanın bütünsel işlemlerini planlayın.
- Veri toplamanın amacını belirleyin.
- Gerekli olan veriyi açıklığa kavuşturun.
- Uygun örnek alma tekniklerini kullanın.
- İleriki adımda gerekli kontrol listelerini tasarlayın. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.218)

Veri toplama sorun çözme çevrimlerinde çoğunlukla bir başlama noktası olmaktadır. Veri, sorun çözme ve iyileştirme çalışmalarında müşteri gereksinimleri ve süreç performansı arasındaki farkı azaltmak için ne tür bilgiye gereksinim olduğunun saptanması oldukça önemli bir konudur. Organizasyonlarda veri kaynakları süreç, ürünler, maliyetler, müşteriler, tedarikçiler, muayene ve deney, işgörenler, idari işler, satış ve personel gibi konularda olmak üzere sınırsızdır. Toplanan veriden elde edilen bilgilere göre gerekli düzeltici faaliyetler planlanır. Veri elde edildikten sonra bilgi kaynağı olarak kullanılması amacıyla analiz edilirken çeşitli istatistiksel yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu amaçla veri toplanırken sorun çözme sürecinin daha sonraki aşamalarında kolayca kullanılacakları şekilde düzenlenmelidir. (Bozkurt, 2003, s.176)

### 2.5.2 Kontrol Çizelgeleri

Kontrol listeleri, veri toplamanın daha kolay, daha hızlı ve otomatik olarak analiz edilebilmesi için kullanılan basit talimatlar setidir. Birçok şekilde kontrol liste formu vardır. Kontrol listeleri aşağıdaki işlemlerde

- Gelişen histogramlardan veri toplamak
- Bakım görevlerini yerine getirmek
- Bakım işlerinin öncesi ve sonrasında kontrol amaçlı
- Yedek parçaları gözden geçirmek
- Bakım işlerini planlamak
- Bir ekipmanı muayene etmek
- Bakım departmanını denetlemek
- Kusur oluşturacak nedenleri tespit etmek
- Çalışma örneklerinden veri toplamak


için kullanılır. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.218)

Tablo 2.1 Kontrol Çizelgesi Örneği (Gümüšoğlu, 2000, s.140)

Tarih ---	1. Gün	2. Gün	3. Gün	Toplam
Hata Cinsi				
İzler				12
Çatlaklar		\		3
Eksik parça		\		8
Diğer				15
Toplam	15	12	11	

Kontrol çizelgelerinin hazırlanmasında özellikle yoğun tempoda çalışan firmalarda uygun yollar bulunmalıdır. Aksi halde verilerin çoğu kayıt altına alınamaz ve iyileştirme çabaları amacına ulaşamaz. Bu nedenle ilgili kişilerin konuya hakim olmaları ve gerekli birikime sahip olmaları önemlidir. Ayrıca söz konusu kişilerin toplanan verileri belirli bir amaç için bilgiye dönüştürebilme yeteneğinin olması zorunludur. Hazırlanan kontrol çizelgelerinin süreci çok iyi yansıtması, nitel ve nicel verileri bünyesinde toplayabilmesi, doğru kararların alınması ve iyileştirme sağlanmasında etkilidir. Doğal olarak kontrol çizelgelerinden elde edilemeyen bilgiler de vardır. Sorunların cinsini ve ortaya çıkma sıklığını gösterir ancak nedenini ve kaynağını göstermez. (Gümüšođlu, 2000, s.141)

Tablo 2.2 Elektronik Sistemler Günlük Periyodik Bakım Çizelgesi

 <b>ELEKTRONİK SİSTEMLER GÜNLÜK PERİYODİK BAKIM ÇİZELGESİ</b>		O.K.	NOTLAR	TEKNİSYEN
<b>Yangın Alarm</b>	Sistemin fonksiyonel kontrolü			
	Sistem yazıcısı ve panel üzerindeki printer çıktılarının kontrolü ve arşivlenmesi			
<b>F.I.D.S.</b>	LED board ve bilgi monitörlerinin fonksiyonel kontrolü			
	LED bloklarda renk değişikliği kontrolü			
<b>D.C.S.</b>	Check-in uçuş kartı ve bagaj etiket yazıcı kontrolü			
<b>C.C.T.V.</b>	Sistem merkezi ekipmanlarının fonksiyonel kontrolü			
<b>400 Hz</b>	Kablo mekanizmalarının fonksiyonel kontrolleri			
	Uçak kablolarının görsel kontrolü			
	Konvertör üzerindeki panel göstergelerinin uyarı/alarm kontrolü			
<b>Anons</b>	Sistem merkezi ekipmanları üzerindeki göstergelerin kontrolü			
	Merkezde bulunan yükselteçlerin ısılarının elle kontrolü			
	Tüm anons ünitelerinin "lamp test" lerinin yapılması ve butonların kontrolü			
	Merkezdeki müzik kaynaklarının fonksiyonel kontrolü			
<b>Güvenlik</b>	Tüm X-RAY ve metal dedektörlerin fonksiyonel kontrolleri			
<b>Interkom</b>	Sistem merkezi ünitesinin fonksiyonel kontrolü			
<b>Kayar kapı</b>	Kapıların fonksiyonel kontrolü			
	Kapı doğrama ve camlarının görsel kontrolü			
	Kumanda anahtarlarının kontrolü ve gerekiyorsa düzeltilmesi			
<b>Otopark Ücretlendirme</b>	Tüm ekipmanın görsel kontrolü			
	Interkom düzeneğinin fonksiyonel kontrolü			
	Transport ve Burster ünitelerinin temizliği			
	Bilet vericilerdeki yedek biletlerin kontrolü			
<b>Merkezi Saat</b>	Merkezi saat ünitesinin görsel ve fonksiyonel kontrolü			
	Tüm saatlerin doğruluklarının kontrolü			
<b>Telefon santrali</b>	Santral üzerindeki uyarı/alarm durum göstergelerinin kontrolü			
	Ücretlendirme printeri çıktıların arşivlenmesi			
	Tüm bilgisayarların fonksiyonel kontrolü			
<b>Uçak parkettirme</b>	Sistemlerin tamamının fonksiyonel kontrolü			
	Tüm kontrol panellerinin fonksiyonel kontrolü, temizliği			
<b>Kartlı Geçiş Sistemi</b>	Ana sistem kontrolü			
	Kapılardaki sensör kontrolü			
<b>Okuyucular</b>	Bagaj sistemi ve Gate girişi Biniş Kartı okuyucularının kontrolü			
<b>Bagaj Tartı</b>	Check-in kontuarlarının bagaj tartı cihazlarının kontrolü			
<b>MÜHENDİS</b>			<b>TARİH</b>	

### 2.5.3 Histogram

Bir histogram, veri noktaları setini tanımlayan bir sınıfın veya veri noktalarının oluşum sıklıklarını grafiksel şekilde gösterir. Önemli aktivitelerin dağılımlarını göstermek için kullanılır. Ölçüm değerlerinin dağılımının standart limitlere göre durumu çubuk diyagram kartları kullanarak belirtir. Frekans dağılımının grafiksel resmidir. Histogram, veri dağılımının ve şeklinin daha görsel bir şekilde kullanan tarafından algılanmasını sağlar. Doğal olarak kullanılan veriler ne kadar çok olursa histogram o derece gerçeğe yakındır ve sağlıklı bilgi edinilmesini sağlar. Histogramların oluşturulmasında ve yorumlanmasında ortalama, mod, medyan, dağılım aralığı, sınıf aralığı, standart sapma gibi istatistiksel araçlardan faydalanılır. (Gümüšoğlu, 2000, s.141) Histogramlar aşağıdaki işlemleri gözlemlemek amacıyla kullanılır.

- Bakım yükü
- Yedek parça tedarikçi güvenilirliği
- Arıza dağılımları
- Tamir sürelerinin dağılımı
- Birikmiş işlerin dağılımı
- Durma dağılımları (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.221)

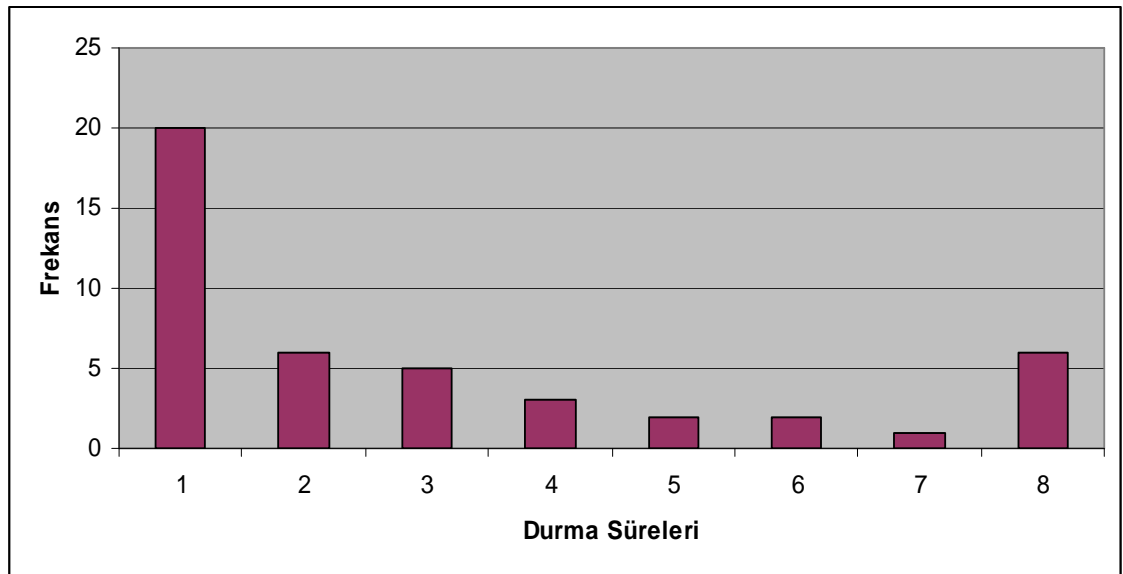
Histogramlar, genellikle bir olayın oluş sıklığını göstermek ve belirlenen zaman aralığında tanımlanan problemin daha sık meydana gelip gelmeyeceğini hesaplamak ve ortaya çıkan dağılım şeklini bilinen bir dağılım ile karşılaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Her histogram sadece tek bir özelliği ölçmektedir. (Akın ve Öztürk, 2005, s.4)

Histogramlar 30 ya da daha fazla gözlem değerine göre oluşturulsa daha gerçekçi olur. Daha sonra uygun sınıf sayısı belirlenerek sınıf aralıkları bulunur. Kontrol listeleri ile elde edilen bilgilerden her sınıf için frekans değerlerine ulaşılır. Frekans değerleri için çubuk diyagramlar yatay eksene yerleştirilir. Histogramlarda her çubuk için taban uzunluğu birbirine eşittir ve çubuğun orta noktası sınıf aralığının orta noktasını gösterir. Frekans değerlerinin büyüklüğüne göre çubukların uzunlukları ortaya çıkar. (Gümüšoğlu, 2000, s.141)

Bir ekipmanın durma süreleri frekanslarının histogram yöntemi ile incelenmesi şu şekildedir:

Tablo 2.3 Bir İşletmedeki Durma Süreleri Histogram Tablosu (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.222)

Durma Süreleri	Frekans	Bağlı Frekans
$0 < t \leq 1$	20	44,44
$1 < t \leq 2$	6	13,33
$2 < t \leq 3$	5	11,11
$3 < t \leq 4$	3	6,67
$4 < t \leq 5$	2	4,45
$5 < t \leq 6$	2	4,45
$6 < t \leq 7$	1	2,22
$t \geq 8$	6	13,33
	<b>45</b>	<b>100,00</b>

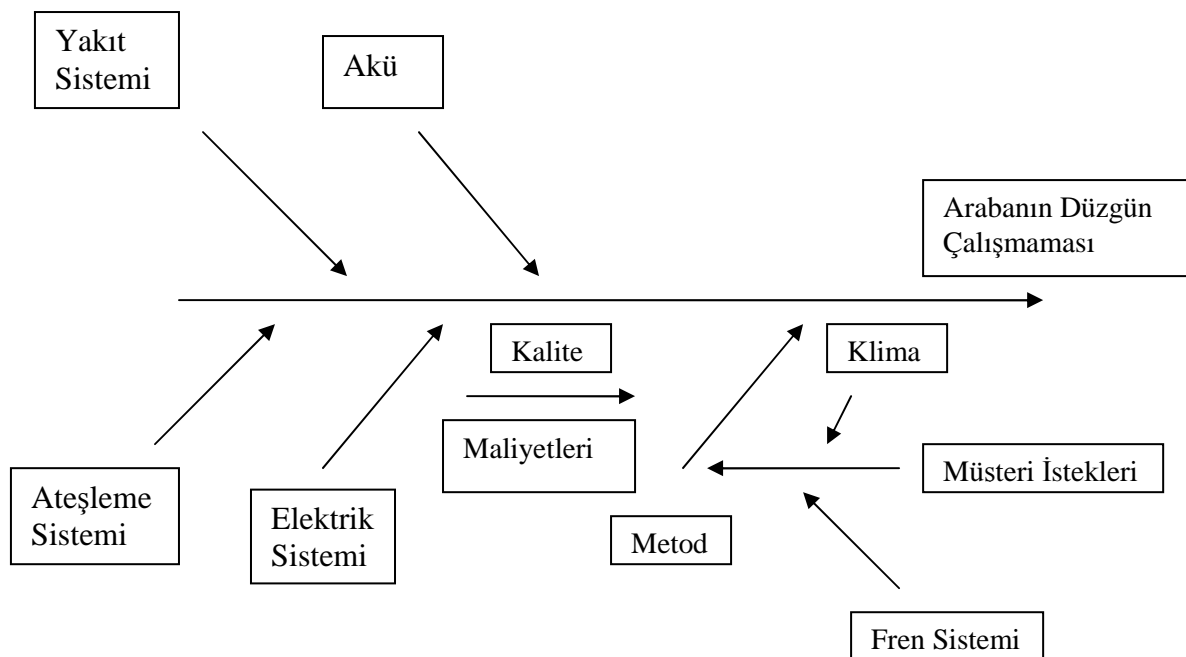


Şekil 2.5 Bir İşletmedeki Durma Süreleri Histogram Şekli (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.223)

## 2.5.4 Neden ve Sonuç Diyagramı

Belirli bir standardın altında kalan bakım performanslarının nedenini belirlemek için kullanılır. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.222) Nedenleri ve karşılıklı ilişkileri ayırmaya yarar. Süreçte meydana gelen değişikliklerin potansiyel kaynaklarını belirlemek amacıyla sürenin elemanlarını grafiksel olarak gösteren bir araçtır. Diyagrama görüntüsü nedeniyle balık kılıcı adı da verilmektedir. Bu analizi 1943 yılında Tokyo Üniversitesi profesörlerinden Kauru Ishiwaru geliştirdiğinden onun adıyla bilinir. Diyagramda problemin ana nedeni, yatay çizgiler üzerine çizgiler çizilip, her bir çizgi üzerine yerleştirilerek kategorize edilir. Böylece potansiyel nedenlerin tamamına dikkat çekilmesi ve olanaklı çözüm yollarının bulunması kolaylaşır. Analizin etkileri, kalite karakteristiklerinin gelişimi için kullanılabilir. Nedenlerin belirlemesini kolaylaştıran anaçlardan biri de süreç akış diyagramlarıdır. (Gümüšoğlu, 2000, s.143) Neden ve etki diyagramı, bakım yönetimi ve mühendisliğinde aşağıdaki maddelerin nedenlerini belirleyebilir.

- Düşük çalışan üretkenliği
- Aşırı durma süresi
- Tekrar eden arızalar
- Tekrarlayan görevler
- Aşırı devamsızlık
- Veri toplamada aşırı hatalar (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.223)



Şekil 2.6 Düzgün çalışmayan bir araba için sebep-sonuç diyagramı (Gümüšoğlu, 2000, s.143)



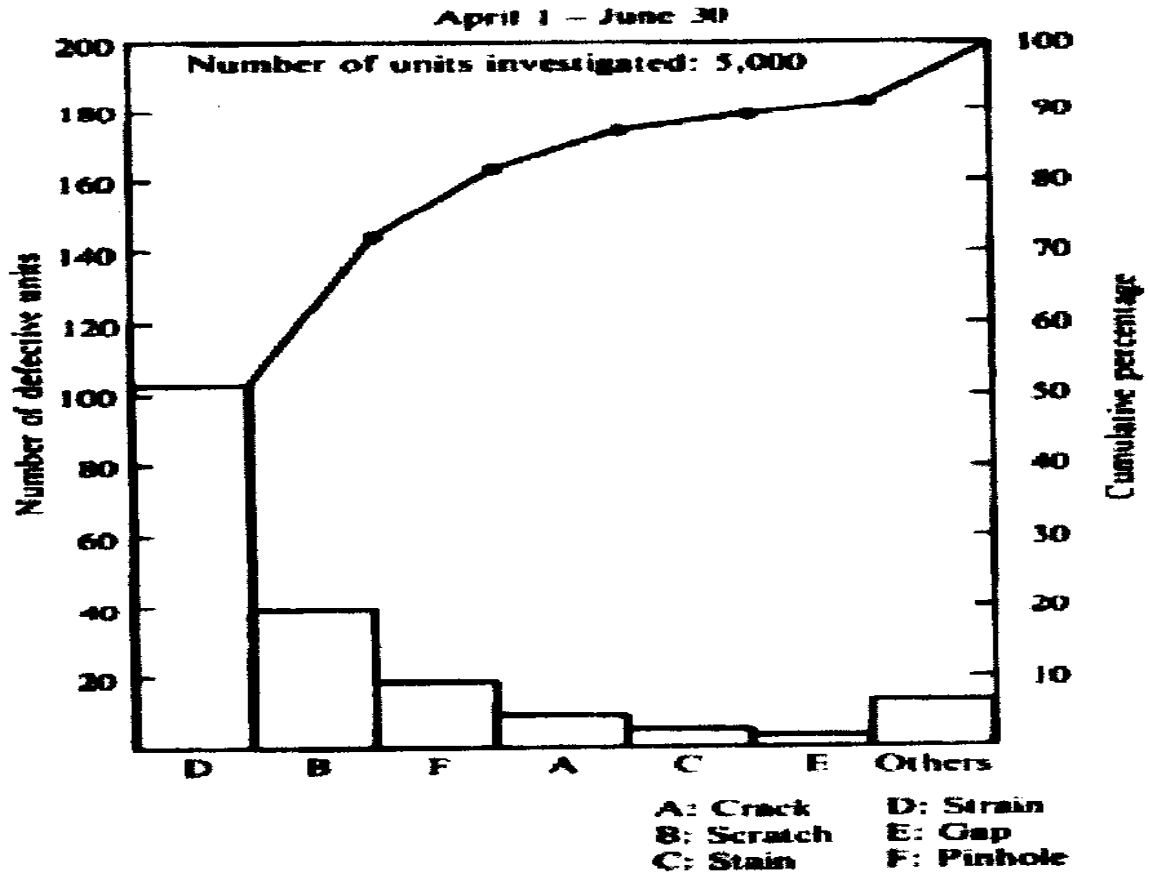
### 2.5.5 Pareto (ABC) Analizi

Pareto analizi basit olarak, frekanslarına göre sıraya dizilmiş verilerin frekans dağılımlarını gösteren bir grafiktir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.226) Adını İtalyan ekonomist Wilfredo Pareto' dan alan bu analiz 80-20 kuralı olarak da bilinir. Dr . Juran, bu analizi Kalite Kontrol alanına uygulayarak problemlerin sınıflandırılmasında “hayati azınlık” ve önemsiz çoğunluk kavramlarını getirmiştir. “Hayati azınlık” sayıca az fakat önemce büyük etmenlerden oluşur. “Önemsiz çoğunluk” ise sayıca çok olmalarına rağmen etkileri fazla olmayan faktörleri barındırır. Analiz, sorunların %80' inin, yerine getirilen işlemlerin %20' sine dayandığı mantığı ile problemleri ve nedenleri derecelendirir. Böylece en önemli nedenlere odaklanılmasını sağlar. Bunun için histogramlarla belirlenen frekanslarla, kümülatif frekans değerleri bulunur. (Gümüšoğlu, 2000, s.141)

Örnek olarak, bakım mühendisliğinde çalışan üretkenliğini, ekipman kalitesini, yedek parça ulaşılabilirliğini gibi özellikleri geliştirmeye yönelik hangi faktörlerin öncelikli olarak ele alınması gerektiğini pareto yöntemi ile belirlenebilir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.226)

Pareto analizinde hata türleri gerektiğinde daha fazla gruplar halinde ele alınabilir. Nedenler öncelik sırasına ile gösterilmelidir. En önemli neden öncelikli olarak ele alınmalı ve giderilmesi sağlanmalıdır. Bu analiz sürekli olarak sürdürülerek hata nedenleri azaltılır. (Gümüšoğlu, 2000, s.143 )Pareto analizinde aşağıdaki işlem sırası takip edilir:

- İncelenecek problemlerin cinsi, toplanacak bilgiler ve bunların sınıflandırılma şekli belirlenir. Bilgi toplama metodu ve süresine karar verilir.
- Veriler, problem tiplerine göre sınıflandırılmış bir çetele tablosu üzerine işlenir. Her sınıfa ait toplamlar ve yüzdeleri belirtilir. Seçilmiş sınıfların dışında kalan problemler, en son grup olarak “diğerleri” hanesine işlenir.
- Dikey eksenin toplamları ve yüzdelerini, yatay eksenin de grupları gösterdiği bir çubuk diyagramı oluşturulur.
- İlk çubuğun sağ üst köşesinden başlayarak kümülatif toplamları gösteren Pareto eğrisi çizilir. (Akın ve Öztürk, 2005, s.5)



Şekil 2.7 Uygunsuz Malzeme Pareto Diyagramı

### 2.5.6 Kontrol Kartları (Şemaları)

Kontrol şemaları istatistiksel süreç kontrolü için önemli ve kalite kontrol alanında yaygın kullanımda olan bir araçtır. Kontrol şemaları, bakım faaliyetlerin geliştirilmesi için kullanılabilir. Diğer tekniklerden farklı olarak dinamik bir yapıda olup zamana bağlı gözlemlene olanağı sağlar. Aşağıdaki maddelerin izlenmesini sağlar.

- Aylık biriken işler
- Ana ekipmanların durma süreleri
- Ekipman çalışabilirliği
- Ekipman kalite oranı
- Bozulma sayıları (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.228)

Devamlı olarak takip edilmekte olan 3 adet çizgi bulunmaktadır. Üst kontrol limiti (ÜKL), ortalama ve alt kontrol limiti (AKL)

Süreç kontrol dışına çıktığında nedenleri araştırılmalıdır. Kontrol limitlerinin dışındaki noktalar özel sebep belirticilerdir. Süreçte kalite sorunu olduğunu ve önlem alınması gerektiğini gösterir. (Akın ve Öztürk, 2005, s.5)

Kontrol şemaları yardımıyla kalite özelliklerindeki değişikliklerin doğal nedenlerden ya da nedeni tespit edilen özel durumlardan mı kaynaklandığı tespit edilir. (Akın ve Öztürk, 2005, s.6)

### 2.5.7 Saçılma Diyagramları

Saçılma diyagramı, iki değişken arasındaki korelasyonun grafik biçiminde gösterilmesidir. Genellikle nedenler ve sonuçlar arasındaki ilişkiyi çalışmaya yarar. Genel olarak eğilim analizini ve korelasyon analizini sürdürmeye yarar. Bakıma yönelik aşağıdaki maddeleri bulmaya yönelik uygulanabilir.

- Koruyucu bakım ve kalite oranı arası korelasyonu
- Birikim ve eğitim düzeyi arası korelasyon
- Tekrarlayan işler ve eğitim düzeyi arası korelasyon
- Titreşim düzeyi ve kalite oranı arası korelasyon
- Koruyucu bakım ve durma süresi arası korelasyon
- Durma eğilimleri
- Bakım maliyet eğilimleri
- Çalışan üretkenliği eğilimleri
- Birikim eğilimleri
- Ekipman çalışabilirliği eğilimleri (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.228)

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### KORUYUCU BAKIM KAVRAM VE ANALİZİ

#### 3.1 Koruyucu Bakım Kavramı

Koruyucu Bakım, makinalarda herhangi bir arıza veya bozulma olmadan önce bunu önlemek amacı ile makine, araç gereç ve tesisatta yapılacak olan bakımlardır. (Tekin, 1996, s.173-174)

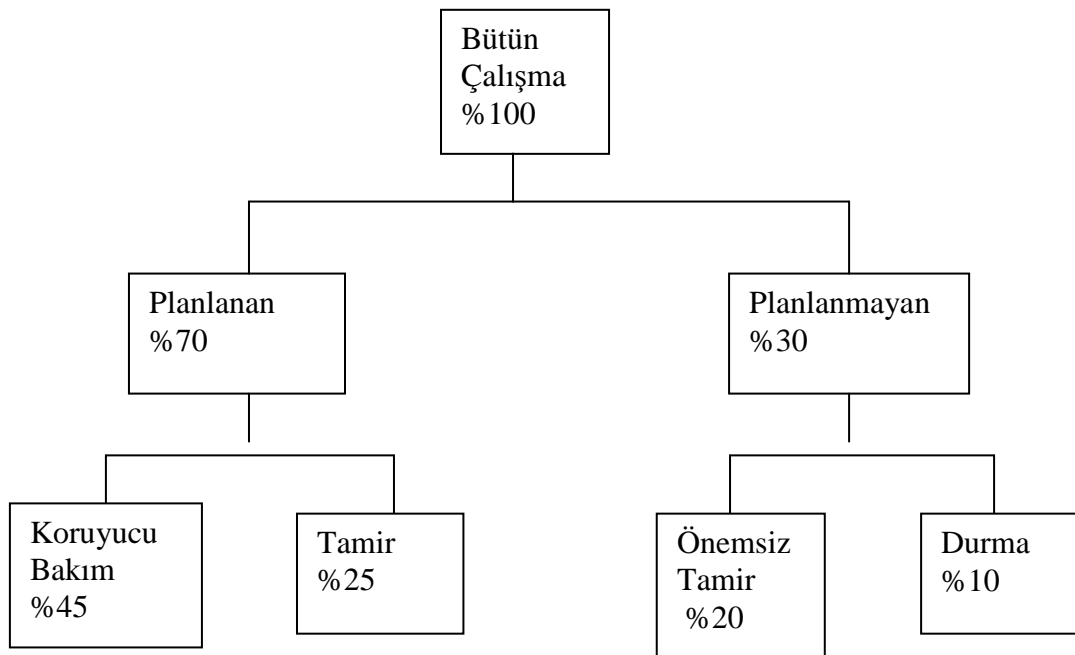
Eğer bakım bir ekipman sisteminin, takımının veya diğer fiziksel mevcutların tasarlanan fonksiyonlarını yürütmesini sağlamak ise, koruyucu bakım da bu fonksiyonların potansiyel arızalarının bilinen nedenlerini etkisiz hale getirmek için uygulanan önceden planlanmış görevler serisidir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.43)

Koruyucu Bakım sayesinde:

- Uygun olarak yapılan yağlama, ayarlama, temizleme ve performans ölçümlerine göre gerçekleştirilen muayeneler sayesinde vakitsiz arızayı önler ve oluşum sıklığını azaltır.
- Eğer arıza önlenemiyorsa, periyodik muayene ve ölçümler yapılarak arızanın şiddetinin azalmasını yardımcı olur, sistemdeki diğer parçalar için problem yaratabilecek domino etkisi olasılığı azaltır ve böylece arızaların neden olabileceği güvenlik, üretim alanlarındaki meydana gelebilecek kötü sonuçları azaltır.
- Bir parametre veya fonksiyondaki bozulmalar kademeli bir şekilde gözlemlenebiliyorsa örneğin ürün kalitesi veya makine titreşimi, yaklaşan bir arıza tespit edilebilir.
- Planlanmamış bir kesinti üretim programına ve çıktılara son derece büyük zararlar verebilmektedir. Çünkü acil durum durmalarının gerçek maliyeti planlanan bir durmanın maliyetinin çok üzerinde olmaktadır. Ayrıca tamir kalitesi acil durumun baskısı altında düşebilmektedir. Bahsedilen bu nedenler dolayısıyla koruyucu ve planlı bakımlar ile plansız durmalar arasında direk olarak (materyal) ve dolaylı olarak (üretim kaybı) büyük bir maliyet farkı oluşmaktadır. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.46)

Bakım mühendisliğinin karar vermesi gereken konulardan biri koruyucu bakım ve tamir alternatiflerinden birinin seçimidir. Koruyucu bakımda bir makina, arıza çıkarması beklenmeksizin, önceden belirlenmiş süreler sonunda bakıma alınır. Bakım esnasında bazı parçalar henüz çalışır durumda olmalarına rağmen değiştirilir. Tamir politikasında ise makina bir arıza çıkıncaya kadar bakım görmez. (Kobu, 2005, s.323)

Tamir bakımı iki kategoriye ayrılır. Birincisi planlı tamir, ikincisi plansız tamir. Planlı tamir; ilk olarak görevi yerine getirmek için gereken tüm kaynaklar önceden planlanır ve ulaşılabilir hale getirilir, ikinci olarak yapılan çalışma belli bir program çerçevesinde yürütülür. Plansız tamir ise standart talimatlara, gerekli sayıda çalışana ve parçaya sahip olmakla birlikte önceden plan ve program yapılmış kriterlerine karşılamamaktadır. Eğer koruyucu bakım, planlı bir çalışma olarak ele alınırsa, emek saatlerinin dağıtımı aşağıdaki şekildeki gibi tanımlanabilir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.44)

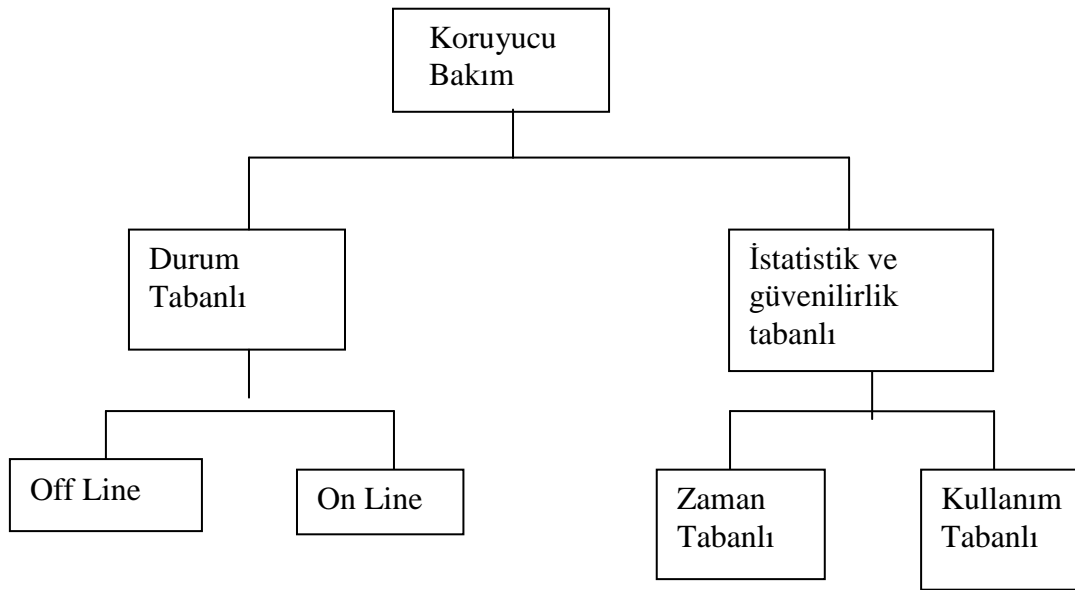


Şekil 3.1 Emek Saatlerinin Dağılımı (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.44)

Koruyucu bakım, ekipman çalışabilirliğinin (availability) ve güvenilirliğinin (reliability) sürdürülmesini sağlar. Ekipman çalışabilirliği (hazır, çalışır durumda olma), ekipmanın bir parçasının ne zaman gerekli olursa olsun doğru bir şekilde çalışabilme olasılığı olarak tanımlanabilir. Ekipman güvenilirliği ise herhangi bir zaman diliminde fonksiyonlarını doğru bir şekilde yürütebilme olasılığıdır. Koruyucu bakımların amacı, planlı bakımlar vasıtasıyla

ekipman çalışabilirliğini ve güvenilirliğini arttırmaktır. İyi tasarlanmış bir ekipmanın ana karakteristiklerinden biri kendisi için belirlenen zaman dilimi içerisinde tamir edilen ve bakım yapılabilir olmasıdır. Bu bakım onarım yapabilme (maintainability) olarak algılanır ve belli bir zaman dilimi içerisinde tamir veya bakım yapılabilme olasılığıdır. Koruyucu bakım ayrıca bakım onarım yapılabilmenin artırılması için ekipman tasarımcılarına geribildirim sağlamaktadır. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.44)

Koruyucu bakım durum tabanlı ya da ekipman arızalarının geçmiş verilerine bağlı olabilir.



Şekil 3.2 Koruyucu Bakım Kategorileri (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.44)

Koruyucu bakım; zamana, kullanıma veya ekipmanın durumuna göre planlanıp programlanabilir.

Eğer baskın arıza mekanizması zamana bağlı ise yani arıza olasılığı kademeli olarak zamana, ömre ve kullanıma bağlı artıyorsa bakım görevleri zaman tabanlı olmalıdır. Bununla beraber arıza olasılığı zamana, ömre ve kullanıma bağlı artmıyor ve arızanın başlangıcından itibaren bazı parametrelerde kademeli sapmalar görülüyorsa bakım görevleri durum tabanlı olmalıdır. Zaman tabanlı görevler; periyodik iyileştirme veya bileşen değişimi sonucunda ekipmandan beklenen fonksiyonları yerine getirmesini garanti eder. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.46)

Durum tabanlı görevler, arıza önleme yaklaşımı bilinmediği durumlarda, ekipmanın fonksiyonel performansında bozulma ve sapma meydana geldiğini gösterebilecek parametrelerin ölçümüne odaklanır. Bu ölçüm ve muayeneler düzenli aralıkla yapılabilir, ancak bu kapsamdaki koruyucu görevlerin belirli periyotları yoktur. Bu ölçüler, makine operasyonlarıyla direkt olarak, örneğin titreme, sıcaklık, akım değerleri, yağlama, gürültü seviyesi gibi, veya ürün kalitesi, boyutları ve bileşenleriyle ilgili olabilir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.47)

Zaman tabanlı bakımlar eğer parça ortalama bir tanımlanabilir ömre sahipse teknik olarak mümkün olabilir. Birçok parça o ömre kadar çalışabilirliğini sürdürebilir ve bakımdaki yapılanlar parçanın durumunu istenen fonksiyonları yerine getirme seviyesine iyileştirebilir. Durum tabanlı bakım ise azalmış performans ve meydana gelen sapsmaları tespit etmenin mümkün olduğu durumlarda teknik olarak mümkün olabilir. Parametrelerin pratik bir sapma aralığı olmalı ve muayeneden fonksiyonel arızaya kadar geçen süre, düzeltici faaliyet ve tamirlerin yapılabilmesine yetecek kadar uzun olmalıdır. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.47)

### 3.2 Koruyucu Bakım Faaliyetlerine Eğilme Nedenleri ve Bakım Faaliyetlerinin Amaçları

Üretim ve hizmet üreten şirketlerde bakım faaliyetlerine eğilme amacı şunlardır:

- Yatırıma söz konusu olan makine ve tesislerin usulüne uygun ve yeterli bakımlarının uzun vadede yapılma durumunu projelendirmek
- Bakım masraflarını kontrol etmek ve gelecekteki bütçeleme için kayıtları tutmak
- Bakım için gerekli teknik bilgileri temin etmek
- İşçi ve diğer kaynakların kullanılma düzeyini azamide tutmak
- Duruşları asgari düzeyde tutarak, tesisten azami yararlanmayı sağlayarak, yatırımın geri dönüşünü teminat altına almak

- Bakım işgücünü kontrol altında tutmak
- Bakım bölümünde ekonomi sağlamak
- Giderleri kaydetmek ve işin maliyetini hesap etmek
- Takım, yedek parça ve malzemelerden en iyi şekilde yararlanmak
- Gelecekteki tedariklere bir rehber olmak üzere tesisin performansını değerlendirmek
- İlk işletme döneminden sonra mahalli yönetici ve işçilerin teknik işletme yönünden bağımsızlığını sağlamak
- Güvenli tesis ve güvenli binalara dayalı bir güvenlik sistemi tesis etmek

(Şatır, 1983, s.251-253)

### 3.3 Avantaj ve Dezavantajları

Uygulanan bakım tipine göre avantaj ve dezavantajlar değişim göstermekle birlikte koruyucu bakım planlarının birçok avantajı bulunmaktadır.



## Avantajları

- Makina, araç-gereç ve diğer teknik parçaların daha az arızalanma durumu olacağından, üretilen mamülün birim sayısı yükselmekte ve daha iyi ve garantili teslim zamanı tespit edilebilmektedir.
- Makinaların verimliliği artarak daha kaliteli üretim hizmet yapılabilir
- Makinaların ve diğer fiziksel imkanların önceden bakımı yapıldığı için işgücünün arızalar nedeniyle boş kalması önlenir.
- Makinaların faydalı ömrü uzamaktadır.
- Yedek makina, araç ve gerece olan ihtiyaç azalacağından tesise yapılan yatırımlarda da tasarruf olacaktır.
- Yedek parçalar için yapılan stok miktarı da azalacağından stoklarda tasarruf sağlanacaktır.
- İşçilerin emniyet ve korunması daha iyi bir şekilde yapılacağından, sigorta tazminat giderleri azalacaktır. (Tekin, 1996, s. 176)

**Yönetim Kontrolü:** Arızalara müdahale şeklinde uygulanan tamir bakımlarının aksine koruyucu bakımlar önceden planlanır. Tepkisel yönetim değil önceden tasarlanmış yönetim şeklindedir. İş yükleri belirlenir ve buna göre ekipmanlar elde bulundurulur. (Patton, 1983, s.7)

**Fazla Mesai:** Fazla mesai, azaltılabilir ve tümüyle elimine edilebilir. Sürprizler azaltılır, çalışmalar uygun zaman ve belli periyotlarda yapılır. (Patton, 1983, s.7)

**İş Yüğü:** İş yükleri, bakım taleplerinin eldeki mevcut kaynaklara dağıtılması veya ek personel ve ekipman kiralanması gibi yollarla dengelenebilir. (Patton, 1983, s.8)

**Ekipman Çalışabilirlik Süresi:** Koruyucu bakım, düzeltici bakımın gereksinim duyduğu süreden fazla olmamakla birlikte, kullanılan ekipman kesinlikle daha iyi performans gösterecek ve gerektiği zaman daha yüksek çalışabilirlik düzeyinde olacaktır. Koruyucu bakım düzenli yapıldığı zaman ekipmanın uzun ve yorucu çalışmalarında fark edilebilecek arızalarını, tespit edebilir ve böylece operasyonun durmasının önüne geçebilir. (Patton, 1983, s.8)

Üretim: Doğal olarak, üretim, koruyucu bakım sayesinde azalan durma, kapatma, programlama süreleri ve personel şikayetleri nedeniyle memnun olacaktır. (Patton, 1983, s.8)

Standartlaştırma: Koruyucu bakım görevlerinin yapılabilmesinin en iyi ve yegane yolu belirlenmelidir. Koruyucu bakımların tekrarlanan doğası gereği bakım prosedürleri geliştirilebilir ve bakım kabiliyetleri artırılabilir. Sürekli olarak aynı kişilerin koruyucu bakımla ilgilenmesi maksimum öğrenmeyi daha erken bir zamanda sağlayacaktır. Benzer olarak, sık sık yapılan birbirine benzer bakım faaliyetlerini uygun rehberlikle yapılması ile koruyucu bakımlar daha yüksek düzeyde üretkenliğe erişebilir. Bu ayrıca daha uygun planlama yapılmasını sağlar, çünkü gereken zamanlar daha kısa hedef çerçevesine doğru geliştirilir. Sigorta poliçeleri gibi maliyetlerin, küçük limitler içerisinde önceden belirlenme imkânı sağlar. (Patton, 1983, s.8)

Parça Stokları: Koruyucu bakım çalışmalarının hangi parçaların ne zaman ne kadar sayıda gerektiğini belirlemesi ile ilgili materyal gereksinimleri uygun zaman dilimleri içerisinde elde edilebilir. Durmalarda gerekecek malzeme stok sayılarının yanında koruyucu bakım sistemleriyle kontrol altında tutulan organizasyonlar için gereken stok sayıları çok daha az miktarda olmaktadır. (Patton, 1983, s.9)

Güvenlik ve Kirlilik: Eğer koruyucu bakım muayeneleri ve tespitleri kullanılmaz ise ekipmanlar normal çalışma eğrilerinden saparak güvensiz şekillerde ve kirlenici unsurlar yayarak çalışabilirler. İyi bir tespit sistemi azalan performansın çok alçak düzeylere varmadan belirleyebilir. (Patton, 1983, s.9)

Kalite: İyi bir koruyucu bakım sistemi kaliteli çıktıların oluşmasını garanti eder. Toleranslar küçük limitler içerisinde sürdürülür düzeyde gözlemlenir. Doğal olarak, üretkenlik artarken koruyucu bakımlara yapılan yatırımlar gelirlerin artması şeklinde organizasyona geri döner.

## Dezavantajları

Koruyucu bakımlarının sağladığı birçok avantajın yanında fark edilmesi ve minimize edilmesi gereken potansiyel problemleri de bulunmaktadır.

- Her işlemde çalışanın bir parçaya dokunmasıyla beraber ihmal, bilgisizlik, suiistimal etmeye ve yanlış talimatlara dayanan potansiyel zararlar mevcuttur.
- Değişimde kullanılan yeni parçaların, kullanılan eski parçalarla aynı kalite düzeylerinde olmaması arızalara ve durmalara neden olabilmektedir. Bu nedenle parça değişimlerdeki satın alınan parça özelliklerine ve kullanım ve üretim yer ve şekillerine dikkat edilmelidir.
- Arızanın oluşumunu beklemeden koruyucu bakım uygulamalarıyla parçaların değiştirilmesi, çıkan parçanın kullanım süresini, ömrünü tamamlamadan yani arızalanmadan sonlandırır. Bu şekilde daha fazla sayıda parçaya ihtiyaç duyulabilir.
- Paranın zamana göre değerinin değişimi ve enflasyon gibi etkiler bugün itibariyle bir dolar harcamanın yarın harcamaktan daha değerli kılabilir. Fark edilmelidir ki, koruyucu bakım için yapılan yatırımlar arıza oluşumundan çok önce yapılır ve ekipmanın arızalanmasına kadar geçen süre içerisinde bu maliyetler zarar olarak görülebilir.
- Koruyucu bakımlar ekipmanlara daha sıklıkla erişimi gerektirir. Yoğun bir şekilde üretimin devam ettiğini noktalarda koruyucu bakım uygulanması için gereken zamanın ayarlanması önem kazanmaktadır. (Patton, 1983, s.13)

### 3.4 Durum Tabanlı Bakım Sistemleri için Analiz Yöntemleri

Ekipmanların durumunu tespit etmeye yarayan teknolojiler gelişmeden önce operatör ve bakım personelleri kendi hislerine güveniyorlardı. Bu hisler; dokunma (sıcaklık, titreşim), koku alma (pislik, yanık), görünüş (titreşim, düzen), işitme (gürültü, titreşim) gibi duylardı. İnsan duyların uygulanmasındaki temel zorluk toplanan ve çalışılan verinin subjektif olması ve durum tespit edildikten sonra müdahale etme süresinin genişliğiydi. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.49)

Muayenelerin yapılmasının amacı, yaklaşan bir arızanın meydana gelmeden evvel uyarılarını tespit etmek ve ona uygun tamirin planlanması, programlanması ve operasyon ile toplam maliyete olacak etkilerini en aza indirmektir. En yaygın kullanımda olan durum tabanlı bakım teknikleri; titreşim analizi, yağ analizi, termografi, ultrasonik, elektriksel etkilerin izlenmesi ve penetrelerdir.

#### 3.4.1 Titreşim Analizi

Titreşim, bir kütlenin durduğu noktadan izlenecek yolu boyunca ki tüm noktalara uğrayıp tekrar eski durduğu noktada konumlanması ve döngüyü tekrarlayacak durumda olacak şekilde hareket etmesidir. Kütlenin bu yolu izlemesi için gereken süre onun periyodu, belli bir zaman dilimi içerisinde bu döngünün tekrarlanma sayısına da onun frekansı denir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.51)

Titreşimin çeşitliliği; genlik veya tepe hızının ve tepe ivmesinin maksimum hareketi ile belirlenir. Faz açısı genellikle titreşen bir parçanın sabit bir referans noktasıyla karşılaştırıldığı vakit ölçülür. Makineler geniş bir frekans aralığında titreşir. Durum izleme için kullanılan titreşim analizi, devam eden işlemin titreşim karakteristiğini, makinenin normal çalıştığı varsayılan durumundaki ölçümleriyle karşılaştırılarak çalışmaktadır. Ölçülecek olan belirli parametreler öncelikli olarak titreşim frekansına bağlıdır. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.51)

Titreşim analizi; dönen, ileri geri hareket eden ve diğer dinamik hareketlerde bulunan mekanik ekipmanların performansını gözlemlemek için kullanılır. Örnek olarak; motorlar, sürücüler, pompalar, fanlar, jeneratörler, konveyörler verilebilir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.51)

#### 3.4.2 Yağ Analizi

Yağ analizi yöntemini koruyucu bakımlar için önemli bir yardımcı metod haline gelmiştir. Bir makinenin alınan yağ örneği incelenirken yağın kimyasal bileşenlerini ve içerisindeki yabancı maddeleri tespit etmek için birçok farklı teknik uygulanabilir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.52)

Örnek olarak; ferrografi ve manyetik chip tekniklerinin kullanımı; yağ içerisindeki demir bazlı aşınma parçalarını inceleyerek, ne tip bir aşınmanın olduğunu belirler ve aşınan parçanın bulunmasına yardımcı olur. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.52)

### 3.4.3 Termografi

Termografi, makinelerin, yapıların ve sistemlerin durumlarını izlemek için kullanılan bir bakım tekniğidir. Bir ekipmana uygulanan kızılötesi enerjinin (ısı v.s.) emisyonunu ekipmanın işletme durumunu belirlemek için kullanır. Termografinin en yaygın kullanım şekli, kızılötesi radyasyon kullanılarak yüzey sıcaklığının ölçülerek ve zayıf elektrik bağlantılarının, sıcak noktaların, aşırı ısınan kritik boyler türbin bileşenlerinin gibi sorunların belirlenmesidir.

### 3.4.4 Ultrasonik (Yüksek frekanslı)

Titreşim analizindeki prensiplere benzer prensipler kullanır. Her iki yöntemde ekipman durumunu belirlemek için oluşan gürültüyü gözlemler. Ancak ultrasonik titreşim analizinden farklı olarak makineler tarafından üretilen yüksek frekansları takip eder. Titreşim analizi için izleme alanı 1 Hertz ila 20.000 Hertz arasındadır. Ultrasonik yöntemi içinse frekans aralığı 20.000 ila 100 kiloHertz arasındadır. Ultrasonik test için birçok teknik bulunmaktadır. Bu tekniklerin hepsi, boru tesisatlarında, binalarda, şaftlarda ve kaplamalarda hata ve anormallikleri tespit etmekte kullanılır. Korozyon, erozyon, delikler, yarıklar; ultrasonik vurumların ve dalgaların materyallerden geçirilmesi ile tespit edilir. Ayrıca bu sorunların yer ve devamlılık çeşitlilikleri çıkarılabilir. Bu teknik akış oranlarını ölçmek için de kullanılabilir.

### 3.4.5 Elektriksel Etkilerin İzlenmesi

Basit bir elektrik devresi kullanarak ve değişen dereceleri gözlemleyerek bozulmalar için yüzlerce test uygulanabilir. En yoğun kullanılmakta olan motor veya jeneratör test ve gözlem aletleri voltaj jeneratörleridir. Bu aletle izolasyonun direnci ölçülebilir ve 250 volttan 10.000 volta kadar test voltajı uygulanabilir. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.53)

### 3.4.6 Penetrantlar

Elektrostatik veya sıvı temelli penetrantlar yüzeye üzerindeki, korozyon, bakım, yıpranma, ağır iş ve havalandırma ile ilgili sorunlar oluşabilecek çatlak ve devamsız olan bölgeleri tespit etmekte kullanılır. Penetrant yüzeye uygulanır ve anormalliklere sızması sağlanır. Yüzey temizlenir ve penetrant direk gözlem veya elektrostatik gözlemlerle ortaya çıkar. (Duffuaa, Raouf, Campbell, 1999, s.53)

## 3.5 Tamir Bakım Planlamasında Simulasyon Uygulamaları

### 3.5.1 Simulasyon Metodu

Simulasyon belirsizlik unsurunun bulunduğu her tür problemin çözümünde uygulanabilen etkin bir yöntemdir. Matematik modellerle formüle edilemeyen problemlerde simulasyon başvurulacak tek yoldur. Simulasyon yönteminin uygulanabilmesi için gerekli olan tek bilgi kaynağı problemle ilgili olasılık dağılımıdır. Bu da gözlem veya geçmişe ait kayıtların analizi sonunda elde edilebilir. (Kobu, 2005, s.327)

Bir problemin simulasyon ile çözümünde yapılacak olan işler şunlardır:

1. Problemdeki değişkenlere ait olasılık dağılımları bulunur.
2. Her değişkene ait kumulatif olasılık dağılımları bulunur.
3. Tesadüfi sayı limitleri (aralıkları) tespit edilir.
4. Tesadüfi sayılar çekilerek olayın meydana gelişi taklit edilir.
5. Olay sonunda ortaya çıkan değerlerin analizi yapılır.
6. Şimulasyon yeterli sayıda analiz edilerek optimuma yakın sonuçlar bulunmasına çalışılır.

Simulasyon yöntemini uygularken hatırdan tutulması gereken önemli nokta şudur: Simulasyon bir optimizasyon yöntemi değildir. Bulunan sonuçların optimuma yakınlığı ancak çok sayıda tekrarla sağlanabilir. Buna rağmen sonucun optimum değere ne kadar yakın olduğunu hesaplamak mümkün değildir. (Kobu, 2005, s.327)

Tamir bakım planlaması, arızalardaki belirsizlik nedeniyle, simulasyonun en fazla uygulandığı alanlardan biridir. Karmaşık problemlerde bilgisayar kullanılması tekrarların çok

kısa sürede yapılmasını sağladığından duyarlı sonuçlar elde etmek mümkündür. (Kobu, 2005, s.327)

### 3.5.2 Simulasyon Uygulama Alanları

Simülasyonun kullanıldığı bazı uygulama alanları şu şekilde sıralanabilir:

- a) Üretim/imalat sistemlerinin tasarım ve analizi
- b) Montaj hattı dengeleme
- c) İşgücü planlaması
- d) Malzeme taşıma sistemleri
- e) Yeni askeri silah ve sistem taktiklerinin saptanması
- f) Bir envanter sistemindeki sipariş planlarının incelenmesi
- g) İletişim sistemlerinin ve bunlar için gerekli mesaj protokollerinin tasarımı
- h) Otoyollar, havaalanları, metrolar ve limanların tasarım ve işletimi
- i) Ambulans bulundurma noktalarının ve buralardaki araç sayılarının saptanması
- j) Yangın söndürme istasyonlarının yerlerinin ve buralarda bulundurulması gerekli minimum araç sayılarının saptanması
- l) Finansal veya ekonomik sistemlerin analizi
- m) Dağıtım kanallarının tasarımı
- n) Bir bilgisayar sisteminin donanım ve yazılım gereksinimlerinin belirlenmesi
- o) İşletme yöneticilerinin eğitilmesi(işletme oyunları/firma benzetimi)

(Haçerlioğulları, 2006)

### 3.5.3 Simulasyonun Avantaj ve Dezavantajları

#### Simulasyonun avantajları:

Simulasyonun öncelikli avantajlarından bir tanesi kullanıcılara farklı gerçek durumların tasarımı ve analizi için pratik geri bildirimler sağlamalarıdır. Bu da bir sistemin gerçekten kurulmadan önce dizaynın doğruluğunu ve verimliliğinin belirlenmesini sağlar. Bununla beraber kullanıcı gerçek sistem dizaynı yapmadan alternatif dizayn yöntemleri keşfedebilir.

Simulasyon yöntemi kullanıcılara bir problem üzerinde farklı soyutlama düzeylerinde çalışabilme olanağı tanır. Aşamalı olarak kullanılabilir. Yüksek düzeyde soyutlama ile çalışılabilen bir sistemde sistem içerisindeki yüksek seviye bileşenlerin etkileşimi ve davranışları daha iyi anlaşılabilir ve böylece sistemin karmaşıklığının önüne geçilmiş olur. Simulasyon sayesinde kullanıcı tarafından yüksek düzeyleri daha iyi anlaşılabilen bir sistem daha düşük seviye bileşenler doğrulama ve performans için simüle edilebilir. Alt düzeyde meydana gelen bir problemin farkına varılması sağlanabilir. Buna hiyerarşik dağılma (hierarchical decomposition) denir ve kompleks sistemlerin kurulmasında kullanılır. (Craig, 2004).

#### Simülasyonun Avantajları:

- 1- Simülasyon esnek bir çözüm yöntemidir.
- 2- Diğer modellere kıyasla anlaşılması daha kolaydır.
- 3- Aşamalı olarak uygulayabilme imkanı vardır.
- 4- Klasik çözüm yöntemlerinin kullanılmadığı büyük karmaşık problemlerin çözümünde oldukça etkilidir.
- 5- Bir başka yöntemde incelenmesi olanaksız olan koşullar ve kısıtlar simülasyon ile rahatça modellenebilir.
- 6- Sonuçları ancak aylar, yıllar sonra alınabilecek durumlarda simülasyon ile çok kısa sürede analiz edilebilir.
- 7- Simülasyon, modellenen sistemi değiştirmeden yeni fikir ve politikaların model üzerinde rahatça uygulamasına olanak verir.



8- Kullanıcı simülasyonu istenen zamanda durdurup yeniden başlatabildiğinden deney koşullar üzerinde tam bir kontrole sahiptir. (Haçerlioğulları, 2006)

b) Simülasyonun Dezavantajları

- 1- İyi bir simülasyon modelini geliştirmek vakit alıcı ve pahalıdır.
  - 2- Optimum çözüm üretme garantisi yoktur. Bir çeşit deneme yanılma yöntemidir.
  - 3- Her simülasyon modeli kendine özgüdür.
  - 4- Uygulamasındaki kolaylıklar dolayısıyla analitik çözümlerin göz ardı edilmesine neden olabilir.
  - 5- Modelleme de ve bulguların analizinde yapılacak hatalar, yanlış sonuçlara yol açabilir.
- (Haçerlioğulları, 2006)

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### HAVALİMANI İŞLETMESİNDE ELEKTRONİK SİSTEMLER KORUYUCU BAKIM PLANLAMA VE ARIZA ANALİZİ İÇİN BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI

#### 4.1 Uygulamanın Amacı

Bakım onarım sistemleri, ister üretim ister hizmet sektöründe faaliyette bulunan işletmelerin müşterileri memnuniyetlerini karşılamak, kaliteli ürün sunabilmek, güvenilir ve ekonomik bir sonuç elde etmek için detaylı olarak incelenmesi ve sürekli geliştirilmesi gereken sistemlerdir. Geliştirilme yapılabilmesi ve varsa sorunların giderilmesi amacıyla öncelikle mevcut durum tespit edilmelidir. Ele alınan işletmede uygulanmakta olan bakım onarım planlarının sonuçları olan veriler analiz edilecektir. Veriler son 3 yılın; 2006, 2007 ve 2008 yıllarına ait verilerdir.

#### 4.2 Uygulamanın Gerçekleştirildiği İşletmenin Kısa Tanıtımı

Nisan 2007’de Fraport - IC İctaş Holding konsorsiyumu, Antalya’daki üç havalimanı terminalinin işletilmesine ilişkin ihaleyi kazanarak, Dış Hatlar Terminali 1 / İç Hatlar Terminali ve Dış Hatlar Terminali 2 işletme haklarına sahip olmuştur.

14 Eylül 2007 itibariyle İç Hatlar Terminali ve Dış Hatlar Terminali 1’i tek başına işletme, 2009 Eylül itibariyle de Dış Hatlar Terminali 2’yi operasyonları arasına dahil etme hakkı verilmiştir. ICF’in faaliyet alanı, VIP ve CIP terminallerini ve diğer tüm ilgili tesisleri de kapsamaktadır.

Dış Hatlar 1 Terminali kapsamında yaklaşık olarak 55.000 m<sup>2</sup>’lik terminal binası, 8 adet yolcu köprüsü ve 12 adet uçak park pozisyonu mevcuttur. Yenilenecek olan İç Hatlar Terminali mevcut durumda yaklaşık olarak 22.000 m<sup>2</sup>’lik kapalı alana sahiptir.

Dış Hatlar Terminali 1, 1 Nisan 1998 ve 13 Eylül 2007 tarihleri arasında Fraport tarafından işletilmiştir ve Türkiye havacılık tarihinin ilk Yap-İşlet-Devret projesidir. İç Hatlar Terminali, daha önce Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI) tarafından işletiliyordu.

Antalya, sevilen bir tatil merkezi olmayı sürdürmektedir. Antalya Havalimanı ise 2006 yılında yaklaşık 15 milyon yolcuyla, bu Türk Riviera'sı için en önemli turist kapısı olma niteliğini devam ettirmektedir.

Antalya Havalimanı Dış Hatlar Terminalinin sunmuş olduğu hizmetler arasında;

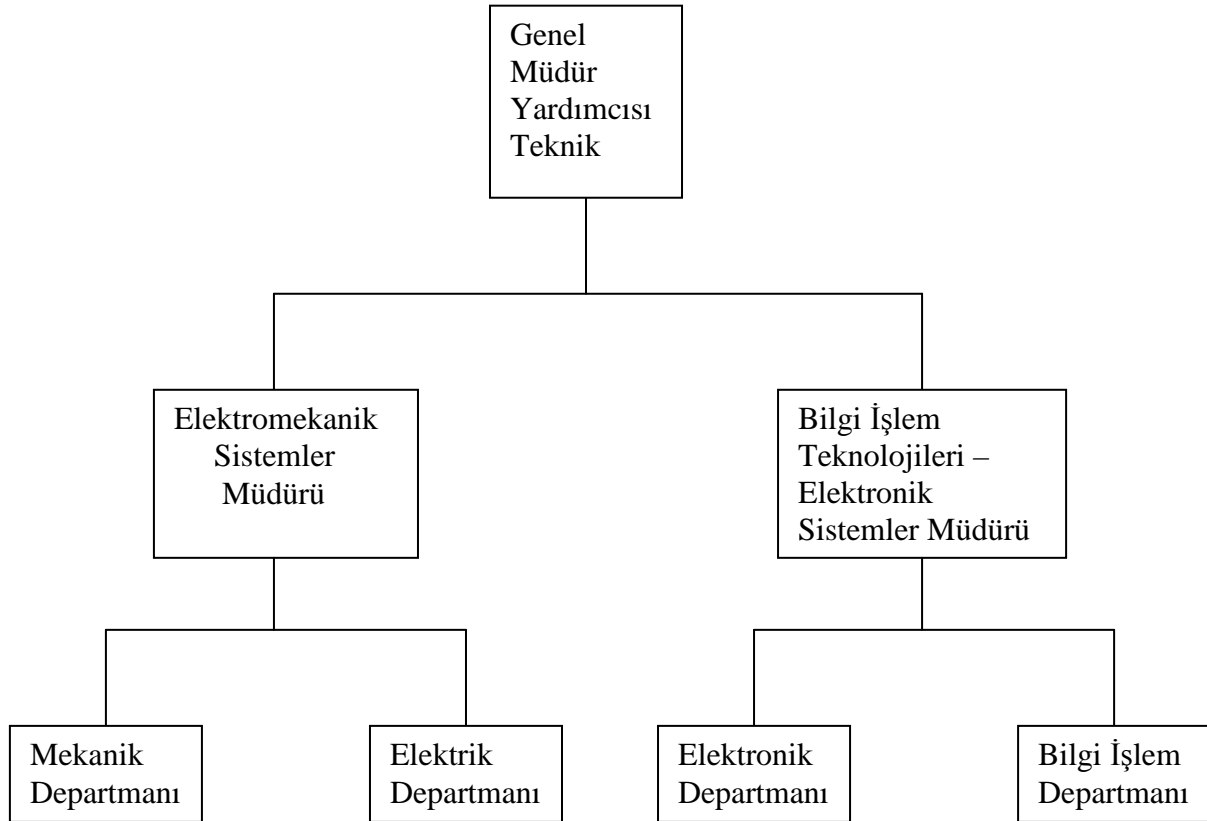
- Tüm yeni teknolojik ekipmanlar ile donatılmış köprüler
- Tamamı ile otomasyona alınmış bagaj dağıtım sistemi
- Gerek köprülere, gerekse harici park eden uçaklara eksiksiz servis olanakları
- Otomatik Uçak Parkettirme Sistemi
- Tüm uçaklar için uyumlu Seyyar Su ve 400 Hz GPU Elektrik Sistemleri
- Yolcu rahatlığı göz önüne alınarak dizayn edilmiş Check-in Bankoları ve Pasaport Kontrol Kabinleri
- Tüm uçuşları gösteren yeterli sayıda büyük ekranlar ve görüntü monitörleri
- Havalandırma ve ışıklandırma için günümüz teknolojisinin tüm yenilikleri
- Tamamı ile otomasyona uyarlanmış Yolcu-Bagaj Eşleştirme sistemi
- Tüm terminal binasında kullanılan Merkezi Saat Sistemi
- 24 saat çalışan ve kumandalı özelliğe sahip Özel Güvenlik Kamera Sistemleri
- Atık suların çevreye zarar vermemesi için Özel Arıtma Düzeni
- Tamamı ile otomatik hale getirilmiş Anons Sistemi
- Terminalin iç ve dışında güvenlik kontrol noktaları

bulunmaktadır.

#### 4.3 İşletmedeki Bakım Onarım Organizasyonu ve Sorumlulukları

Havalimanı işletmesindeki bakım ve onarım faaliyetlerinden sorumlu teknik bölümün organizasyon şeması aşağıda görülmektedir. Elektromekanik Sistemler Müdürlüğü bünyesinde bir makine mühendisi ve iki elektrik mühendisi görev yapmaktadır. Makine mühendisine bağlı iklimlendirme, tesisat, mekanik, bagaj işleri ayrı olmak üzere toplam 40 teknisyen bulunmaktadır. Elektrik mühendislerine bağlı olarak ise otomasyon ve elektrik işleri ayrı olmak üzere toplam 23 teknisyen çalışmaktadır. Bilgi İşlem Teknolojileri –

Elektronik Sistemler Müdürlüğü bünyesinde ise elektronik departmanından sorumlu 2 elektronik mühendisi çalışmaktadır ve bu mühendisleri bağlı olarak elektronik laboratuvar çalışanı olarak 2 teknisyen, vardiya çalışanları olarak 9 teknisyen görev yapmaktadır. Bilgi işlem departmanında ise biri sistemler uzmanı olarak çalışan 7 uzman görev yapmaktadır.



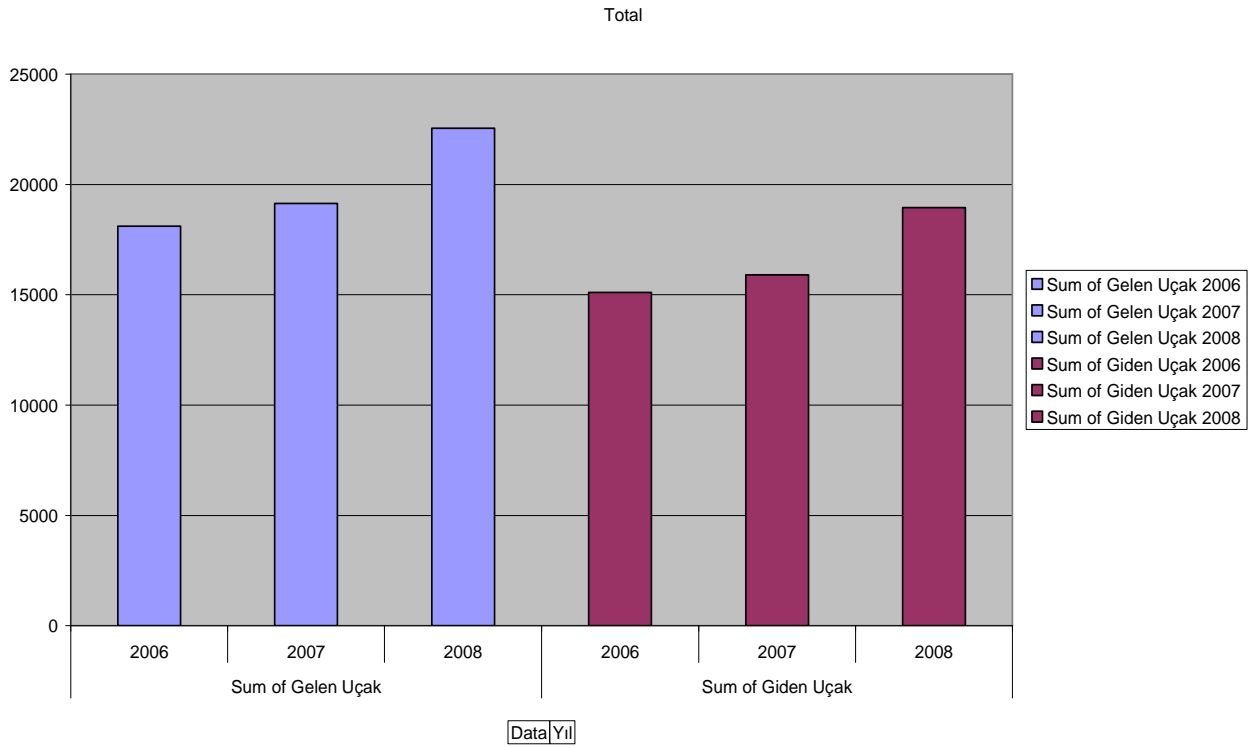
Şekil 4.1 Teknik Birim Organizasyon Şeması

Teknik bölümün sorumluluğu altındaki alanlar 2007 yılının Eylül ayı itibariyle genişlemiştir. Bu kapsamda sorumluluk sahibi olunan bölgelere, 1. Dış Hatlar Terminaline ek olarak; İç Hatlar Terminali, VIP Terminali, CIP Terminali, A Kapısı, Kuvvet Santrali, Isı Merkezi, Arıtma Merkezi, Kule, Emniyet Hizmet Binası gibi yerleşimler eklenmiştir. İlgili anlaşma dahilinde Devlet Hava Meydanlarının İşletmesinin (DHMI) sorumlu olduğu birkaç özel sistem dışında yukarıdaki bölgelerdeki tüm teknik sorumluluk havalimanı işletmecisi firmaya aittir.

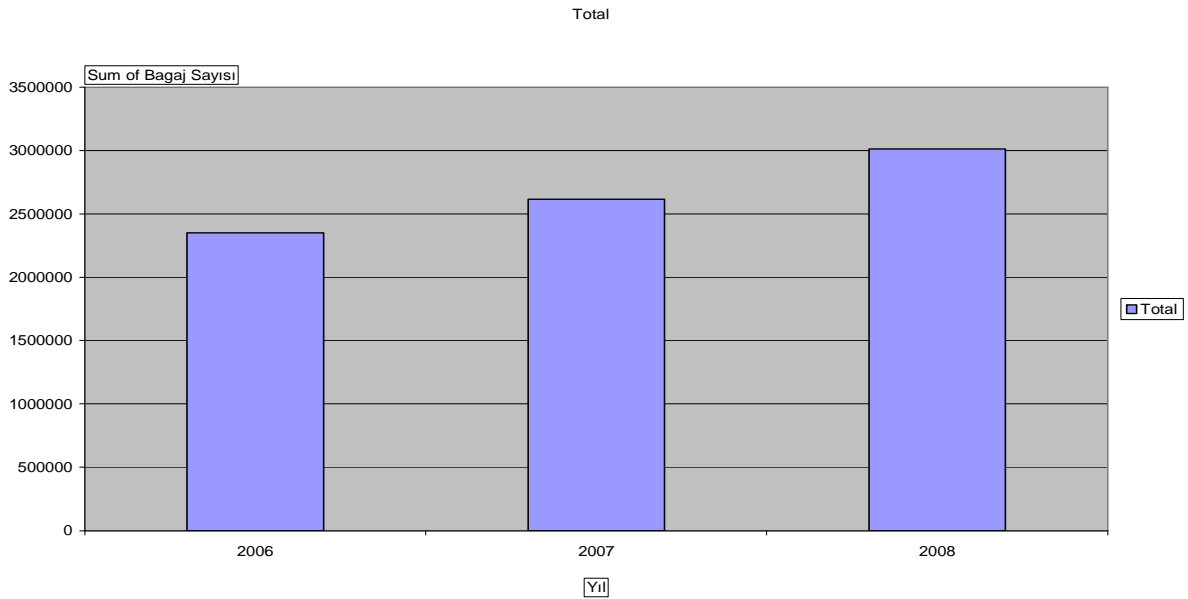
Üstlenilen iş yükünün tanımlanması ve belirlenmesi adına 1. Dış Terminali bagaj sistemlerinden geçen bagaj sayısı (giden yolcu bagaj sayıları) ve terminalden kalkan ve inen uçak sayıları belirleyicidir. Son üç yılın istatistikleri aşağıdaki tablolardadır.

Tablo 4.1 2006-2007-2008 yıllarına ait 1. Dış Hatlar giden (sisteme giren) bagaj sayısı ve gelen, giden uçak sayıları

Yıl	Uçak Sayısı		Bagaj Sayısı
	Gelen Uçak	Giden Uçak	
2006	18.102	15.105	2.351.544
2007	19.139	15.903	2.615.529
2008	22.543	18.956	3.013.840



Şekil 4.2 Üç yıla ait 1. Dış Hatlar gelen, giden uçak sayıları

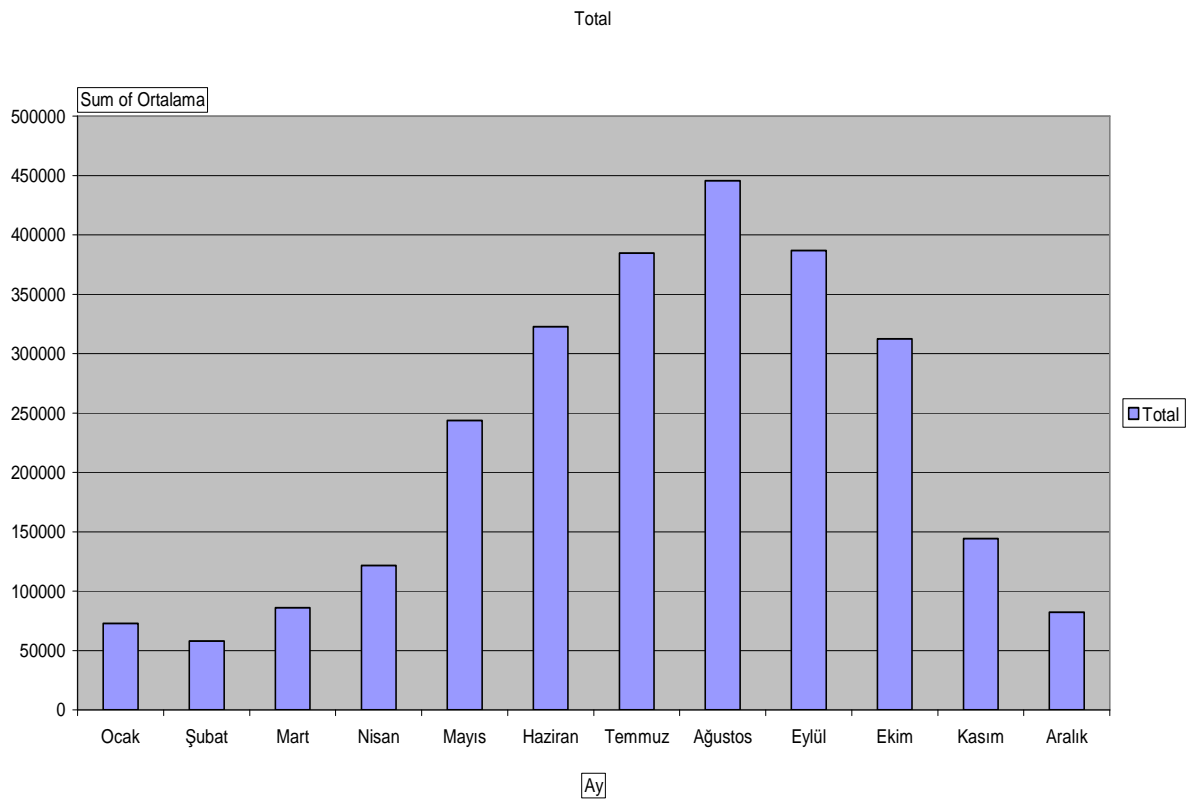


Şekil 4.3 Üç yıla ait 1. Dış Hatlar giden (sisteme giren) bagaj sayıları

Şekillerde görüldüğü üzere Antalya 1. Dış Hatlar Terminaline gelen ve giden uçak sayıları olarak üç yıla bakıldığında artan değerlere sahiptir. Talep sayısının artmasıyla birlikte yolcu sayısı, uçak sefer sayısı ve bagaj sayıları artma göstermiştir. 2006 ve 2008 yılına ait bagaj sayılarına bakıldığında %28' lik bir artış göze çarpmaktadır. Bahsedilen bagaj sayıları sadece giden yolcu bagaj sayılarıdır. Terminale ait bagaj sisteminde giden yolcuların bagajları kontrol edilmekte ve yönlendirilmektedir. Her havalimanı işletmesi gönderdiği uçağın bagajlarının güvenliğinden sorumludur. Bu nedenle gelen yolcu tarafında bagajların güvenliği veya sisteme girmesi sözkonusu değildir.

Tablo 4.2 Üç yıla ait aylık 1. Dış Hatlar giden (sisteme giren) bagaj sayısı

Ay	Bagaj Sayıları				
	2006	2007	2008	Toplam (3 Aylık)	Ortalama
<b>Ocak</b>	25.385	102.438	90.806	218.629	72.876
<b>Şubat</b>	16.978	72.596	83.949	173.523	57.841
<b>Mart</b>	35.484	105.416	116.404	257.304	85.768
<b>Nisan</b>	113.731	113.478	137.662	364.871	121.624
<b>Mayıs</b>	217.956	215.381	298.007	731.344	243.781
<b>Haziran</b>	277.613	317.466	373.172	968.251	322.750
<b>Temmuz</b>	336.063	376.187	441.941	1.154.191	384.730
<b>Ağustos</b>	426.039	424.001	486.694	1.336.734	445.578
<b>Eylül</b>	370.442	385.706	404.116	1.160.264	386.755
<b>Ekim</b>	299.310	289.998	347.928	937.236	312.412
<b>Kasım</b>	147.003	133.807	151.304	432.114	144.038
<b>Aralık</b>	85.540	79.055	81.857	246.452	82.151
	<b>2.351.544</b>	<b>2.615.529</b>	<b>3.013.840</b>		



Şekil 4.4 Üç yıla ait aylık ortalama 1. Dış Hatlar giden (sisteme giren) bagaj sayısı

Aylık ortalama giden bagaj sayısına bakıldığında sırasıyla Ağustos, Eylül ve Temmuz aylarının en yoğun; sırasıyla Şubat, Ocak ve Aralık aylarının en düşük yoğunlukta olduğu görülmektedir. Elektronik sistemlerin bakım programında geniş bir hacme sahip olan Xray güvenlik sistemi cihazlarının özellikle artan bagaj sayısı ile birlikte yoğun dönemlerde kullanılma sürelerinin artacağı ve sistemlerin 2008 itibariyle 11 yıllık olmaları nedeniyle arıza sayılarının artma eğiliminde olacağı bu tablodan dahi yorumlanabilmektedir.

#### 4.4 Elektronik Departmanı Sorumluluklar

Bilgi İşlem Teknolojileri – Elektronik Sistemler Müdürlüğü bünyesinde elektronik departmanından sorumlu 2 elektronik mühendisi çalışmaktadır ve bu mühendisleri bağlı olarak elektronik laboratuvar çalışanı olarak 2 teknisyen, vardiya çalışanları olarak 9 teknisyen görev yapmaktadır. Elektronik departmanının sorumlu olduğu sistemler, kısaltmaları ve sistemlerde yapılan işlemler ve kısaltmaları aşağıdadır.

- Yangın Alarm Sistemi, Fire Alarm System (FA)
- Uçuş Bilgi Görüntüleme Sistemi, Flight Information Display System (FI)
- Kamera Sistemi, Closed Circuit TV System (CC)
- 400 HZ Sistemi, Ground Power Unit (HZ)
- Seslendirme Sistemi, Announcing System (PA)
- XRay Güvenlik Sistemi, XRay Security System (XR)
- Metal Dedektörler (MD)
- Haberleşme Sistemi, Communication System (TE)
- Interkom Sistemi, Intercom (IN)
- Kayar Kapılar, Sliding Doors (KK)
- Otopark Ücretlendirme Sistemi, Car Park System (OP)
- Merkezi Saat Sistemi, Master Clock System (MS)
- Uçak Park Ettirme Sistemi, (Docking Guidance System) (DG)
- Kartlı Geçiş Sistemi, Access Control System (KG)
- Printerlar, Printers (PR)
- Bagaj Sistemi, Baggage System (BH)
- Günlük Bakım (GB)
- Diğer (D): Bu sistemler dışında yapılan ek işler (atölye düzenleme v.s.)
- Diğer Sistemler (DS): Direk sorumlu olunmayan sistemlerin hepsi

1. Dış Hatlar Terminaline ek olarak; İç Hatlar Terminali, VIP Terminali, CIP Terminali, A Kapısı, Kuvvet Santrali, Isı Merkezi, Arıtma Merkezi, Kule, Emniyet Hizmet Binası gibi yerleşimlerde yukarıda bulunan sistemlerden elektronik departmanı sorumlu bulunmaktadır.

#### 4.5 Elektronik Sistemlere Ait Veri Analizleri

Elektronik departmanında sorumlu olunan sistemlere günlük, aylık, 6 aylık ve yıllık bakım programları uygulanır. Ayrı bir bakım ekibi oluşturulmamıştır. Bakımları 2' şer kişiden oluşan toplam 8 teknisyen vardiyalarında gerçekleştirir. Günlük bakımları sürekli gündüz vardiyasında çalışan 9. teknisyen de gerçekleştirebilir. O nedenle bakım programlarını yerine getiren 9 kişi üzerinden incelenecektir. İşletmede çalışan vardiyalı personel günlük 8' er saat çalışır. Bir teknisyen iki günlük izninden sonra 2 vardiya sabah, 2 vardiya akşam, 2 vardiya gece 8' er saat çalışarak tekrar 2 tam gün izin yapar. Elektronik laboratuvar personeli 2



teknisyen ise gündüz çalışmaktadır. O nedenle bakım programlarını yerine getiren 9 kişi üzerinden incelenecektir. Teknisyenlerin aldıkları aylık ücretlerde eşittir. Bakımlardan sorumlu olan 2 mühendis ise hafta içi gündüz ofis saatleri içerisinde çalışırlar.

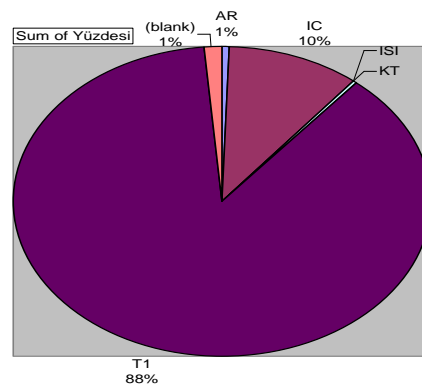
Arıza sayıları her vardiyada meydana gelen sayıların toplamıdır. Bazı arızalar yoğunluktan veya arızanın büyüklüğünden dolayı diğer vardiyalara sarkmıştır. O nedenle çok nadir de olsa aynı arıza iki veya üç kere sayılmış olabilir. Sorumlu olunan sistemler haricinde diğer birim sistemlerine de gerektiği durumlarda destek verilmektedir.

Tezi içeriğindeki kullanılan veriler vardiya ekiplerinin vardiya boyunca yaptıkları işlerin kayıt edildiği günlük rapor adlı access tabanlı programdan alınmıştır.

2007 yılı Eylül ayından itibaren işletme 1. Dış Hatlar (T1) Terminalinin sorumluluğunun yanına diğer terminalleri de eklemiştir. 2007 yılı başından itibaren özellikle İç Hatlar Terminalinde modifikasyon çalışmaları yapılmıştır.

- Tablo 4.3 2007 yılı terminaller bazında toplam adam saat süresi karşılaştırma

YER	Adam Saat Süresi	Yüzdesi
T1	9.758,13	87,37
IC(İç Hat)	1.138,83	10,20
D(Ortak)	167,50	1,50
AR(Aritma)	67,17	0,60
KT(Kamu)	33,00	0,30
ISI(IsıMerk.)	5,00	0,04
<b>TOPLAM</b>	<b>11.169,63</b>	<b>100,00</b>

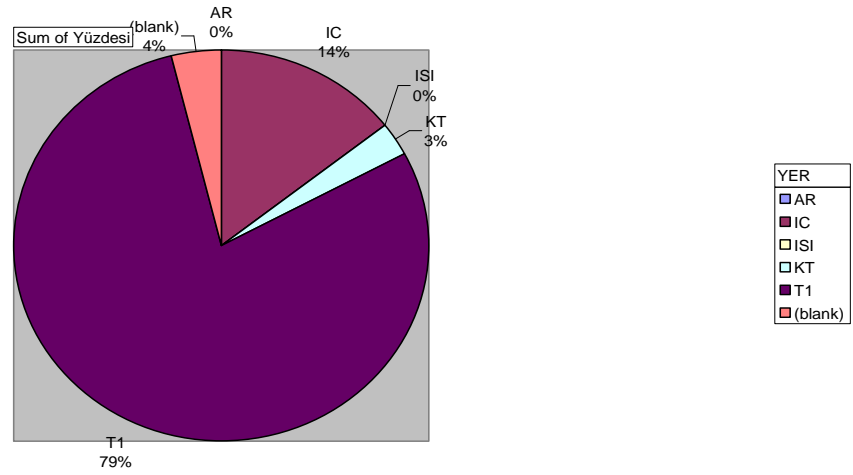


YER
AR
IC
ISI
KT
T1
(blank)

Şekil 4.5 2007 yılı terminaller bazında toplam adam saat süresi karşılaştırma

Tablo 4.4 2008 yılı terminaller bazında toplam adam saat süresi karşılaştırma

YER	Adam Saat Süresi	Yüzdesi
T1	11.925,52	79,14
IC	2.150,02	14,27
D(Ortak)	568,33	3,77
KT	392,67	2,61
AR	8,00	0,05
ISI	23,67	0,16
TOPLAM	15.068,20	100,00



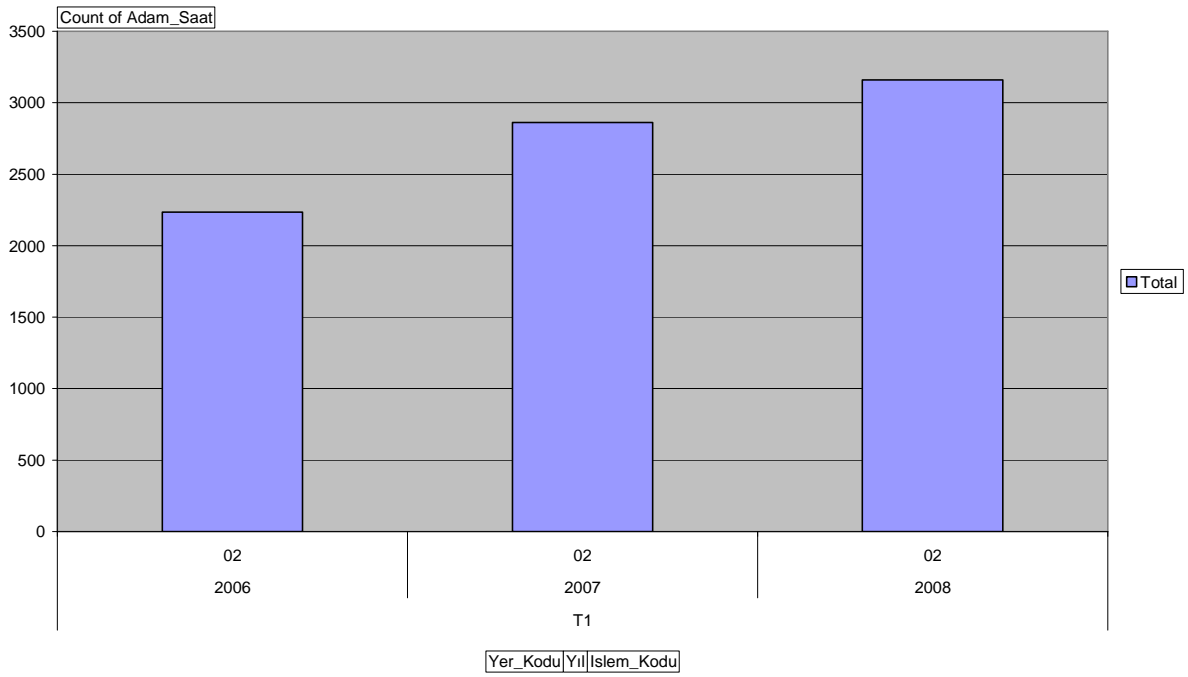
Şekil 4.6 2008 yılı terminaller bazında toplam adam saat süresi karşılaştırma

İç hatlar ve diğer terminallerin elektronik kapsamı T1 kadar geniş olmaması nedeniyle T1 dışı terminallerde harcanan süre daha az olmaktadır. İç hatlar terminalinde T1' e oranla birçok elektronik sistem bulunmamaktadır. Örnek olarak yolcu köprülerinin olmamasından dolayı Uçak Parkettirme ve 400 HZ Sistemleri bulunmamaktadır, check-in printerları uçuş şirketlerinin sorumluluğundadır ve Xray cihaz sayısı sadece 7' dir ve Dış Hatlar Terminaline oranla yeni cihazlardır. Bu nedenle arıza sayıları ve buna bağlı olarak süreleri az olmaktadır.

Üç yıl içinde verilere sahip olduğumuz ve en çok teknik birimin zaman harcadığı terminal olan 1. Dış Hatlar Terminali uygulamamızın çalışma alanını oluşturmaktadır.

Tablo 4.5 Üç yıla ait T1 terminali arıza sayıları karşılaştırma

Yıl	Arıza Sayısı
2006	2.234
2007	2.861
2008	3.160

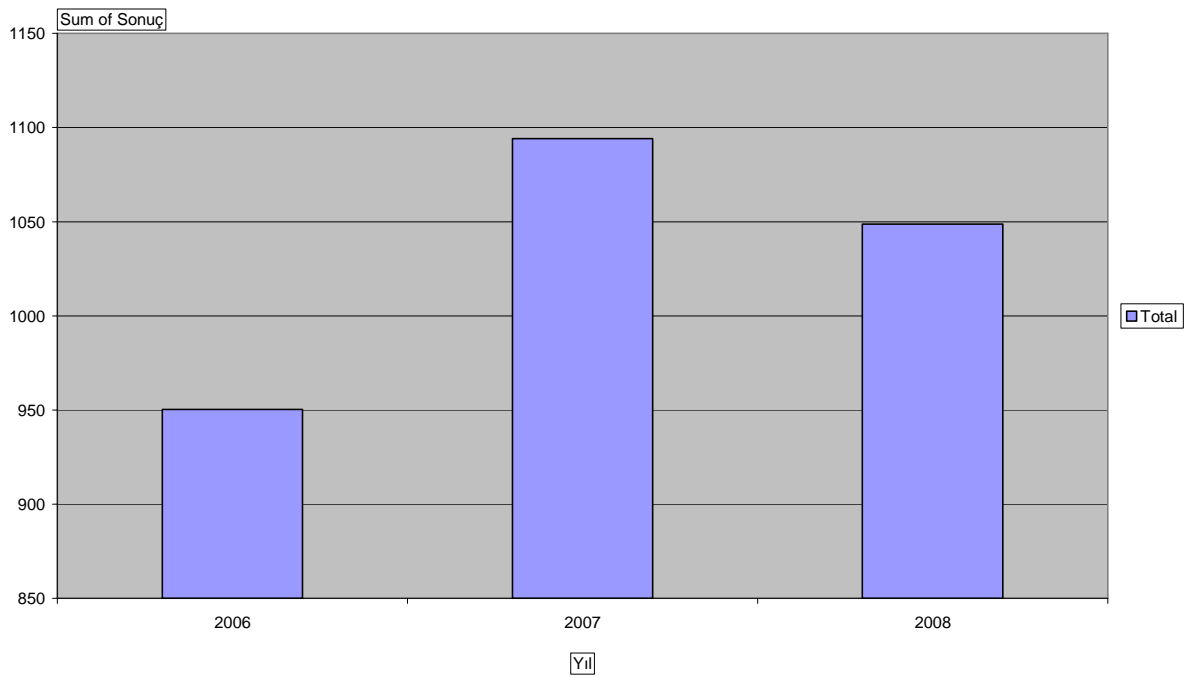


Şekil 4.7 Üç yıla ait T1 terminali arıza sayıları karşılaştırma

Verilere bakıldığında arıza sayılarının arttığı görülmektedir. Bagaj sayılarının artması tüm sistemlerde olmasa bile önemli sayıda sisteme ait cihazların daha fazla süreyle çalışmasına neden olmaktadır. Örnek olarak Xray, printer, uçak parkettirme, bagaj sistemi, kayar kapı, otopark gibi. Bagaj sayısı artışı ve arıza sayısı artışı hakkında bir karşılaştırma yapıldığında 1.000.000 bagaj için arıza sayıları aşağıdadır.

Tablo 4.6 Yıllık 1.000.000 bagaj sayısı için arıza sayıları karşılaştırma

Yıl	Arıza Sayısı	Bagaj Sayısı	Sonuç
2006	2.234	2.351.544	950
2007	2.861	2.615.529	1.094
2008	3.160	3.013.840	1.049



Şekil 4.8 Yıllık 1.000.000 bagaj sayısı için arıza sayıları karşılaştırma

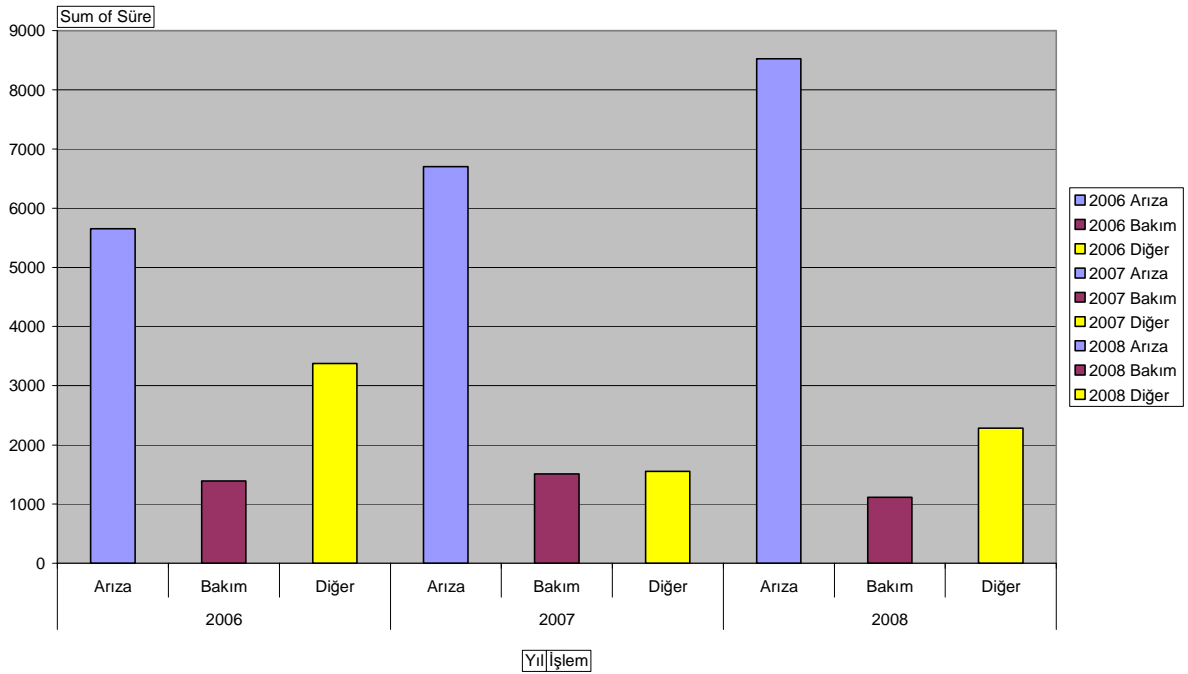
Sonuçlara bakıldığında genel olarak 2008 yılı bakımlarının 2007 yılındakine oranla daha verimli geçtiği, 1.000.000 adet bagajın sistemden geçmesi halinde arıza sayısının 2007' ye oranla azaldığı ve cihazlardan az da olsa daha iyi bir performans alındığı söylenebilir.

- Tablo 4.7 Yıllık bazda arıza bakım ve diğer işlemler süreleri

	2006	
İşlem	Süre	Yüzde
Bakım	1.387,33	13,31
Arıza	5.654,00	54,26
Diğer	3.378,00	32,42
TOPLAM	10.419,33	100,00

2007		
İşlem	Süre	Yüzde
Bakım	1.507,02	15,45
Arıza	6.699,43	68,66
Diğer	1.550,68	15,89
TOPLAM	9.757,13	100,00

2008		
İşlem	Süre	Yüzde
Bakım	1.114,53	9,35
Arıza	8.524,65	71,48
Diğer	2.286,33	19,17
TOPLAM	11.925,52	100,00

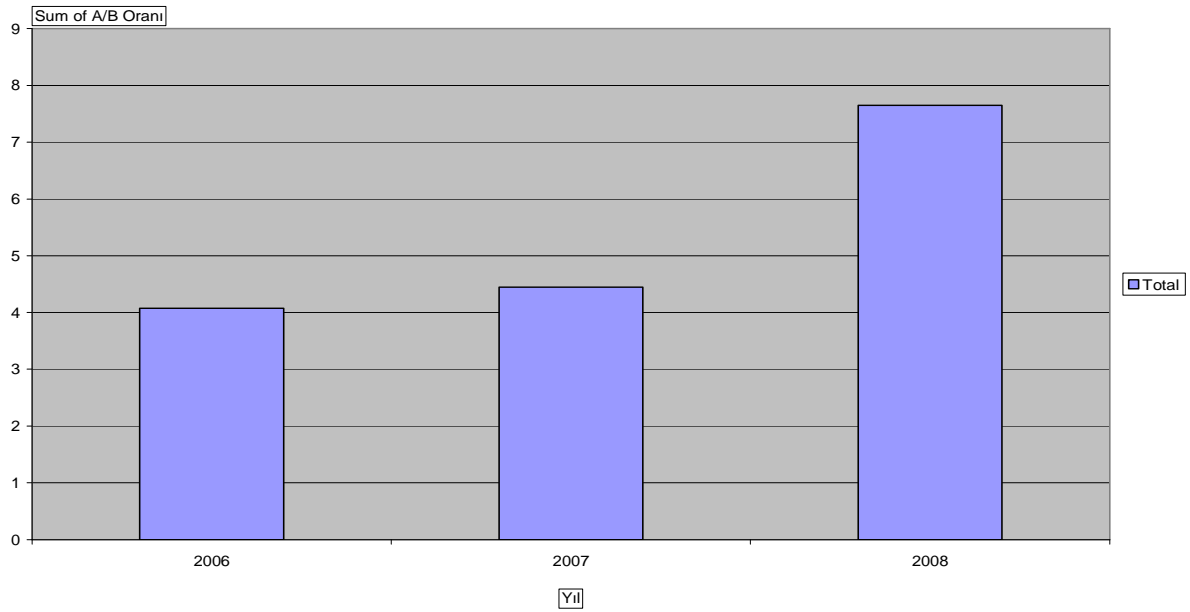


Şekil 4.9 Yıllık bazda arıza bakım ve diğer işlemler süreleri

Tablo 4.7 ve Şekil 4.9 'daki yıllık bazda yapılan işlem sürelerine bakıldığında yıllar itibariyle arıza giderme sürelerine ayrılan zamanın giderek artmakta olduğu görülmektedir. 2008 yılına ait bakıma ayrılan sürenin toplamda yüzdesi 2007 yılına göre azalmıştır. Bu azalmayla birlikte aşağıdaki tabloda gösterilen arıza / bakım süre oranları ortaya çıkmıştır. 2006 ile 2007 yılı yaklaşık olmakla birlikte 2008 yılında arıza bakım süre oranları istenmeyen yönde düşmüştür. Verilerimizin kaynağını oluşturan 3 yıl için genel arıza bakım oranı tüm sistemler dahil olmak üzere 5,21 olarak gerçekleşmiştir. Bu değer işletmede gerçekleşen arıza bakımların süresinin koruyucu bakıma ayrılan sürenin yaklaşık 5 katına denk geldiği görülmektedir.

Tablo 4.8 Yıllık bazda arıza bakım süre oranları

Yıl	A/B Oranı
2006	4,08
2007	4,45
2008	7,65



Şekil 4.10 Yıllık bazda arıza bakım süre oranları

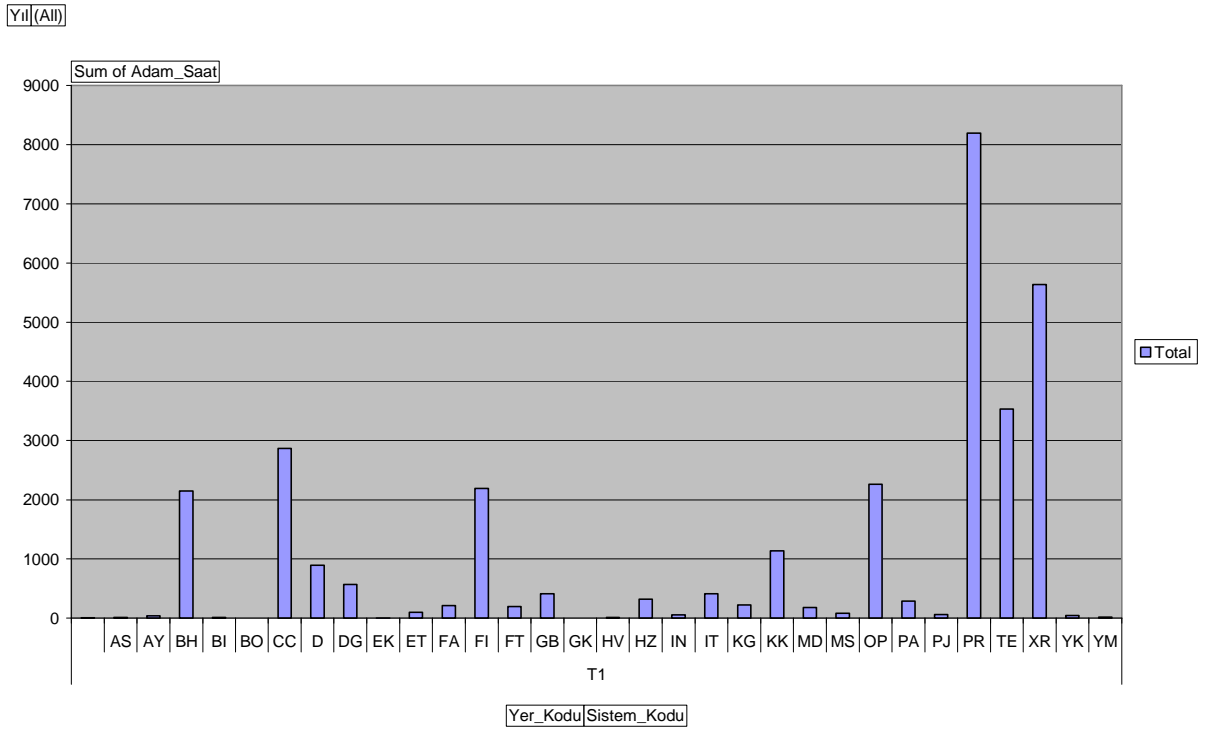
Tablo 4.9 Üç yıla ait arıza bakım süre oranları

Arıza	20.878,08
Bakım	4.008,88
Arıza Bakım Oranı	5,21

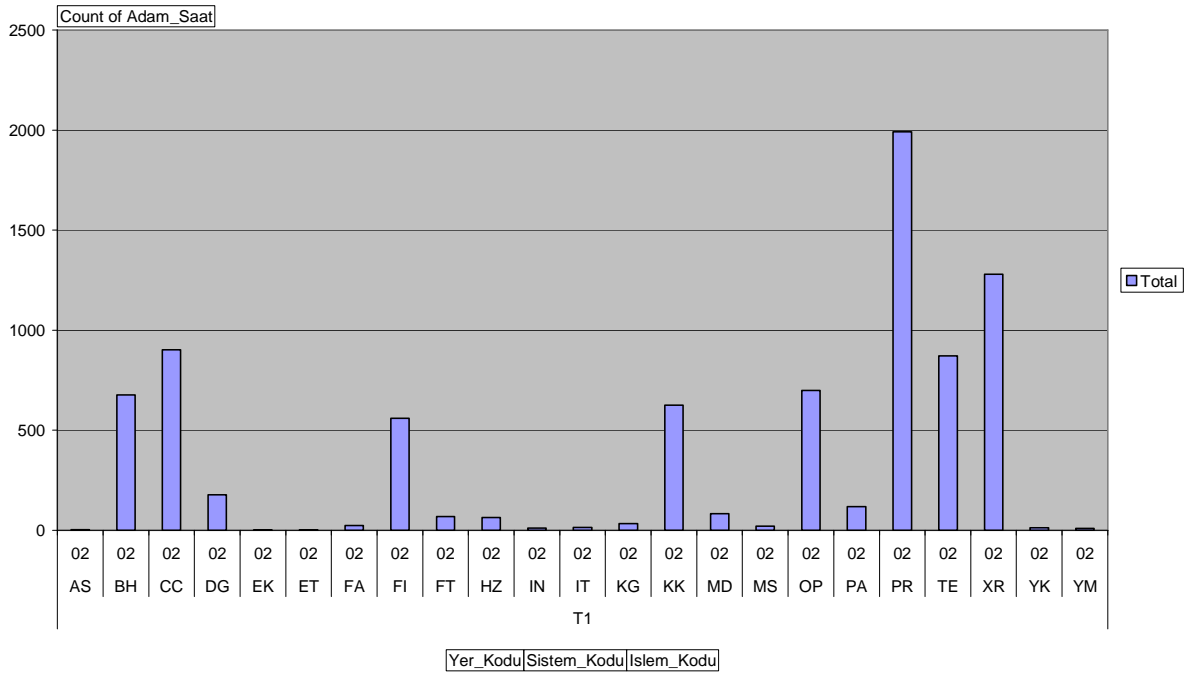
Sonuçlara bakıldığında arıza / bakım süreleri oranlarının yıllar ilerledikçe arttığı görülmektedir. Son üç yılın toplam arıza bakım süre oranlarında ise 5,21 gibi yüksek bir değer göstermektedir. Bu değerler işletmenin koruyucu bakım politikası açısından istenmeyen ölçüde büyük değerlerdir.

- Tablo 4.10 Üç yıl toplamında 1. Dış Hatlar terminalinde sistemlere ait harcanan toplam süre sistemlerde oluşan arıza sayıları

<b>Sistem</b>	<b>Süre</b>	<b>Yüzdesi</b>	<b>Arıza Sayısı</b>	<b>Yüzdesi</b>
<b>PR</b>	8.192,85	25,52	1.992	24,13
<b>XR</b>	5.637,18	17,56	1.280	15,51
<b>TE</b>	3.530,35	11,00	872	10,56
<b>CC</b>	2.865,53	8,93	902	10,93
<b>OP</b>	2.258,00	7,03	700	8,48
<b>FI</b>	2.192,18	6,83	561	6,80
<b>BH</b>	2.144,18	6,68	677	8,20
<b>KK</b>	1.134,87	3,54	626	7,58
<b>D</b>	899,33	2,80	0	0,00
<b>DG</b>	567,17	1,77	178	2,16
<b>GB</b>	412,67	1,29	0	0,00
<b>IT</b>	409,33	1,28	15	0,18
<b>HZ</b>	319,83	1,00	63	0,76
<b>PA</b>	285,83	0,89	118	1,43
<b>KG</b>	221,00	0,69	34	0,41
<b>FA</b>	213,17	0,66	25	0,30
<b>FT</b>	195,50	0,61	69	0,84
<b>MD</b>	180,50	0,56	84	1,02
<b>ET</b>	101,00	0,31	1	0,01
<b>MS</b>	84,50	0,26	21	0,25
<b>PJ</b>	58,83	0,18	0	0,00
<b>IN</b>	53,50	0,17	11	0,13
<b>YK</b>	44,50	0,14	13	0,16
<b>AY</b>	40,67	0,13	0	0,00
<b>YM</b>	18,00	0,06	9	0,11
<b>AS</b>	15,00	0,05	3	0,04
<b>BI</b>	13,00	0,04	0	0,00
<b>HV</b>	9,00	0,03	0	0,00
<b>EK</b>	2,00	0,01	1	0,01
<b>GK</b>	1,50	0,00	0	0,00
<b>BO</b>	1,00	0,00	0	0,00
<b>TOPLAM</b>	<b>32.101,98</b>	<b>100,00</b>	<b>8.255</b>	<b>100,00</b>



Şekil 4.11 Üç yıl toplamında sistemlere ait harcanan toplam süre



Şekil 4.12 Üç yıl toplamında sistemlere oluşan arıza sayısı

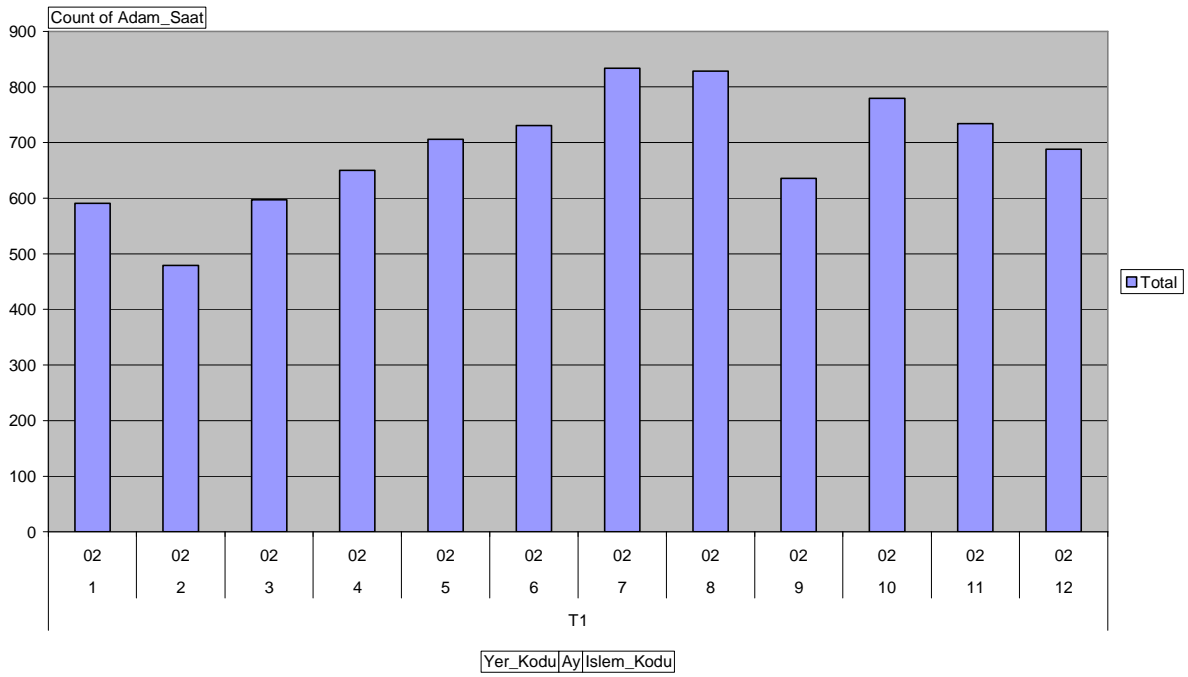


Üç yıl toplamında en çok süre harcanan ve en çok arıza sayısına sahip 4 sistem; Printer (PR), Xray (XR), Telefon (TE) ve Kamera (CC) sistemleridir. Bu sistemlerde üç yılda meydana gelen arıza sayıları toplamı (5046), üç yılda meydana gelen toplam arıza sayısının (8255)' in yüzde 61,12' sini oluşturmaktadır. Bu sistemler ivedilikle ya yenilenmeli ya da sistemlere ayrılan koruyucu bakım süreleri arttırılmalıdır.

- 2006-2007 ve 2008 yılı sistemler bazında adam saat süreleri, arıza sayıları kullanılarak aylık olarak işyükü ve işgücü dengeleme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada aylık olasılıklar kullanılarak simülasyonlar sonucunda her ay hangi arıza kombinasyonunun oluşabileceği öngörülmektedir ve bu kombinasyonu şu an itibariyle işletmede çalışan 9 teknisyenin karşılayıp karşılayamayacağına bakılmıştır.

Tablo 4.11 Üç yıl toplamında aylık olarak sistemlerde meydana gelen arıza sayısı

<b>Ay</b>	<b>Arıza Sayısı</b>
<b>Ocak</b>	591
<b>Şubat</b>	479
<b>Mart</b>	597
<b>Nisan</b>	650
<b>Mayıs</b>	706
<b>Haziran</b>	731
<b>Temmuz</b>	834
<b>Ağustos</b>	829
<b>Eylül</b>	636
<b>Ekim</b>	780
<b>Kasım</b>	734
<b>Aralık</b>	688



Şekil 4.13 Üç yıl toplamında aylık olarak sistemlerde meydana gelen arıza sayısı

2006-2007-2008 Ocak aylarına ait arıza sayı verileri kullanılarak sistemlere ait aylık arıza oranları ve olasılıkları çıkartılmıştır. Bu veriler ışığında rassal aralık ve rassal sayı (tesadüfi değişken) haritası oluşturulmuştur.

Tesadüfi değişkenler, Microsoft Office 2003 Excel programında Rand() fonksiyonuyla oluşturulmuştur. Rand () fonksiyonu 0 ile 1 arasında rastgele sayılar üretir. Üretilen sayıya uyumlu olması açısından sistem aylık arıza olasılıkları 100' e bölünerek tesadüfi değişkenlere uyarlanmıştır.

Tablo 4.12 Ocak ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal aralık (Diğer aylar için EK-1, s.96)

Sistem_Kodu	Total	Olasılıklar	Kumulatif Olasılık	Olasılık Uyarlanan	Rassal Aralık	
BH	49	8,29	8,29	0,083	0,000	- 0,082
CC	88	14,89	23,18	0,149	0,083	- 0,231
DG	19	3,21	26,40	0,032	0,232	- 0,263
FI	32	5,41	31,81	0,054	0,264	- 0,317
FT	6	1,02	32,83	0,010	0,318	- 0,327
HZ	3	0,51	33,33	0,005	0,328	- 0,332
KG	1	0,17	33,50	0,002	0,333	- 0,334
KK	43	7,28	40,78	0,073	0,335	- 0,407
MD	6	1,02	41,79	0,010	0,408	- 0,417
MS	2	0,34	42,13	0,003	0,418	- 0,420
OP	48	8,12	50,25	0,081	0,421	- 0,502

PA	11	1,86	52,12	0,019	0,503	-	0,520
PR	155	26,23	78,34	0,262	0,521	-	0,782
TE	56	9,48	87,82	0,095	0,783	-	0,877
XR	72	12,18	100,00	0,122	0,878	-	0,999
<b>T1 Total</b>		<b>591</b>	<b>100,00</b>				

Tablo 4.13 Ocak ayı için meydana gelebilecek arızalara ait rassal sayılar

<b>Rassal Sayı Haritası</b>	
<b>Sistem</b>	<b>Rassal Sayı</b>
BH	0,000
CC	0,083
DG	0,232
FI	0,264
FT	0,318
HZ	0,328
KG	0,333
KK	0,335
MD	0,408
MS	0,418
OP	0,421
PA	0,503
PR	0,521
TE	0,783
XR	0,878

Üç yılın üç aylık toplam arıza sayısından bir ay ortalama sayıya geçilmiştir. Simulasyonlar aylık arıza sayısı kriterinde yapılacaktır.

Arıza sayısı / 3

Tablo 4.14 Sistemlerde 1 ayda meydana gelen arıza sayısı

<b>Ay</b>	<b>Arıza Sayısı</b>	<b>1 aylık arıza sayısı</b>
<b>Ocak</b>	591	197
<b>Şubat</b>	479	160
<b>Mart</b>	597	199
<b>Nisan</b>	650	217
<b>Mayıs</b>	706	235
<b>Haziran</b>	731	244
<b>Temmuz</b>	834	278
<b>Ağustos</b>	829	276
<b>Eylül</b>	636	212
<b>Ekim</b>	780	260
<b>Kasım</b>	734	245
<b>Aralık</b>	688	229

Üç yılın verilerinin ortalaması Ocak ayında 197 adet arızanın meydana geldiğini göstermiştir. Ocak ayına ait arıza olasılıklarını, 197 adet arıza için simulasyonda 10 kere çalıştırılmıştır.

Tablo 4.15 Ocak ayı hesaplanan 197 arıza için Ocak rassal aralık kullanılarak yapılan 1 nolu arıza simülasyonu (Ocak ayı 10 adet simülasyon için EK-2, s.101)

Arıza Sayısı	Rand()	Sistem	Arıza Sayısı	Rand()	Sistem	Arıza Sayısı	Rand()	Sistem
1	0,986	XR	71	0,129	CC	141	0,518	PA
2	0,615	PR	72	0,933	XR	142	0,970	XR
3	0,535	PR	73	0,375	KK	143	0,355	KK
4	0,500	OP	74	0,300	FI	144	0,366	KK
5	0,433	OP	75	0,171	CC	145	0,644	PR
6	0,011	BH	76	0,964	XR	146	1,000	XR
7	0,076	BH	77	0,560	PR	147	0,240	DG
8	0,342	KK	78	0,028	BH	148	0,068	BH
9	0,710	PR	79	0,158	CC	149	0,993	XR
10	0,610	PR	80	0,877	TE	150	0,714	PR
11	0,491	OP	81	0,236	DG	151	0,483	OP
12	0,003	BH	82	0,270	FI	152	0,783	PR
13	0,252	DG	83	0,374	KK	153	0,874	TE
14	0,742	PR	84	0,773	PR	154	0,983	XR
15	0,801	TE	85	0,246	DG	155	0,614	PR
16	0,368	KK	86	0,229	CC	156	0,487	OP
17	0,767	PR	87	0,810	TE	157	0,505	PA
18	0,102	CC	88	0,234	DG	158	0,741	PR
19	0,769	PR	89	0,381	KK	159	0,585	PR
20	0,363	KK	90	0,099	CC	160	0,224	CC
21	0,655	PR	91	0,283	FI	161	0,699	PR
22	0,143	CC	92	0,538	PR	162	0,637	PR
23	0,266	FI	93	0,280	FI	163	0,079	BH
24	0,836	TE	94	0,429	OP	164	0,611	PR
25	0,989	XR	95	0,641	PR	165	0,254	DG
26	0,700	PR	96	0,354	KK	166	0,046	BH
27	0,935	XR	97	0,909	XR	167	0,393	KK
28	0,202	CC	98	0,363	KK	168	0,070	BH
29	0,121	CC	99	0,466	OP	169	0,703	PR
30	0,773	PR	100	0,914	XR	170	0,446	OP
31	0,009	BH	101	0,300	FI	171	0,584	PR
32	0,804	TE	102	0,266	FI	172	0,848	TE
33	0,285	FI	103	0,192	CC	173	0,925	XR
34	0,747	PR	104	0,002	BH	174	0,814	TE
35	0,315	FI	105	0,631	PR	175	0,581	PR
36	0,514	PA	106	0,468	OP	176	0,367	KK
37	0,696	PR	107	0,591	PR	177	0,107	CC
38	0,108	CC	108	0,799	TE	178	0,901	XR
39	0,692	PR	109	0,440	OP	179	0,710	PR
40	0,961	XR	110	0,597	PR	180	0,914	XR
41	0,854	TE	111	0,612	PR	181	0,569	PR

42	0,969	XR	112	0,810	TE	182	0,552	PR
43	0,090	CC	113	0,778	PR	183	0,178	CC
44	0,073	BH	114	0,195	CC	184	0,341	KK
45	0,971	XR	115	0,906	XR	185	0,788	TE
46	0,723	PR	116	0,226	CC	186	0,168	CC
47	0,067	BH	117	0,315	FI	187	0,540	PR
48	0,738	PR	118	0,916	XR	188	0,148	CC
49	0,669	PR	119	0,136	CC	189	0,979	XR
50	0,464	OP	120	0,855	TE	190	0,100	CC
51	0,203	CC	121	0,983	XR	191	0,226	CC
52	0,015	BH	122	0,387	KK	192	0,128	CC
53	0,387	KK	123	0,801	TE	193	0,042	BH
54	0,068	BH	124	0,406	KK	194	0,427	OP
55	0,635	PR	125	0,361	KK	195	0,070	BH
56	0,317	FI	126	0,930	XR	196	0,199	CC
57	0,117	CC	127	0,759	PR	197	0,715	PR
58	0,248	DG	128	0,497	OP			
59	0,580	PR	129	0,820	TE			
60	0,186	CC	130	0,227	CC			
61	0,619	PR	131	0,103	CC			
62	0,963	XR	132	0,174	CC			
63	0,777	PR	133	0,342	KK			
64	0,925	XR	134	0,722	PR			
65	0,412	MD	135	0,302	FI			
66	0,314	FI	136	0,263	DG			
67	0,280	FI	137	0,521	PA			
68	0,879	XR	138	0,697	PR			
69	0,673	PR	139	0,068	BH			
70	0,781	PR	140	0,059	BH			

Benzer şekilde ocak ayı beklenen değerlere ulaşmak amacıyla toplam 10 adet simülasyon yapılmıştır.

Tablo 4.16 Ocak ayına ait 10 adet simülasyon sonucunda beklenen arıza sayıları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	BEKLENEN
<b>BH</b>	18	18	14	18	14	20	20	22	17	18	<b>18</b>
<b>CC</b>	30	27	24	29	28	29	40	23	34	26	<b>29</b>
<b>DG</b>	8	8	4	7	9	4	4	10	12	5	<b>7</b>
<b>FI</b>	14	13	8	13	9	10	8	9	5	13	<b>10</b>
<b>FT</b>	0	1	2	0	2	0	1	4	5	7	<b>2</b>
<b>HZ</b>	0	0	0	3	1	0	2	1	0	0	<b>1</b>
<b>KG</b>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>KK</b>	18	15	19	15	11	16	15	13	8	15	<b>15</b>
<b>MD</b>	1	4	0	4	3	1	4	0	2	1	<b>2</b>
<b>MS</b>	0	1	1	1	0	1	0	0	0	2	<b>1</b>
<b>OP</b>	13	24	24	8	15	19	16	16	14	18	<b>17</b>

<b>PA</b>	4	3	7	3	4	4	3	3	3	4	<b>4</b>
<b>PR</b>	51	51	52	56	49	49	46	52	51	43	<b>50</b>
<b>TE</b>	15	9	19	16	17	19	13	19	16	18	<b>16</b>
<b>XR</b>	25	23	23	24	33	25	25	25	30	27	<b>26</b>

Tablo 4.17 Ocak ayına ait simulasyon sonucunda beklenen ve gerçekleşen arıza sayıları karşılaştırma

<b>SİSTEMLER</b>	<b>BEKLENEN</b>	<b>GERÇEKLEŞEN</b>
<b>BH</b>	18	16
<b>CC</b>	29	29
<b>DG</b>	7	6
<b>FI</b>	10	11
<b>FT</b>	2	2
<b>HZ</b>	1	1
<b>KG</b>	0	0
<b>KK</b>	15	14
<b>MD</b>	2	2
<b>MS</b>	1	1
<b>OP</b>	17	16
<b>PA</b>	4	4
<b>PR</b>	50	52
<b>TE</b>	16	19
<b>XR</b>	26	24
<b>FA</b>	0	0
<b>IN</b>	0	0
<b>IT</b>	0	0
<b>YK</b>	0	0
<b>YM</b>	0	0
<b>AS</b>	0	0
<b>EK</b>	0	0
<b>ET</b>	0	0
	<b>197</b>	<b>197</b>

Ocak ayı için beklenen ve gerçekleşen değerler arasındaki ilişki yönü ve şiddetini hesaplamak için SPSS (Statistical Packages for the Social Sciences) 16 istatistik paket programında Spearman Korelasyonu uygulanmıştır.

Tablo 4.18 Ocak ayına ait simulasyon sonucunda beklenen ve gerçekleşen arıza sayıları Spearman korelasyonU

Correlations			BEKLENEN	GERÇEKLEŞEN
Spearman's rho	BEKLENEN	Correlation Coefficient	1,000	,997**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	24	24
	GERÇEKLEŞEN	Correlation Coefficient	,997**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	24	24

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Sonuç 0,997 ' dir. Sonucun pozitif olması iki değişken arası ilişkinin aynı yönde, 1' e yakın olma ise çok şiddetli bir uygunluk olduğunu göstermektedir. Bu sonuçta yapılan simulasyon sonuçlarının tutarlı olduğunu göstermektedir. Ocak ayı için üç yılda oluşan arıza sayıları dağılımı, 10 adet simulasyon sonucu oluşan ortalama beklenen arıza sayıları dağılımı arasında fark bulunmamaktadır denebilir.

12 ay için ayrı ayrı oluşturulan üç yılın verilerinden oluşan arıza sayıları ve 10' ar adet simulasyon sonuçları ortalamalarından oluşan beklenen arıza kombinasyonları aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 4.19 Ay bazında simulasyon sonucunda beklenen ve gerçekleşen arıza sayıları

SİST.	OCAK		ŞUBAT		MART		NİSAN		MAYIS		HAZİRAN	
	BEKL.	GERÇ.	BEKL.	GERÇ.	BEKL.	GERÇ.	BEKL.	GERÇ.	BEKL.	GERÇ.	BEKL.	GERÇ.
BH	18	16	9	10	15	17	14	16	20	20	18	19
CC	29	29	19	20	23	25	29	30	26	23	20	19
DG	7	6	4	4	4	3	7	6	7	6	3	3
FI	10	11	16	13	14	13	16	18	15	15	18	17
FT	2	2	2	2	2	2	1	2	4	3	2	2
HZ	1	1	1	1	0	1	2	2	2	2	2	2
KG	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
KK	15	14	12	11	10	10	14	14	11	13	20	20
MD	2	2	1	2	1	0	6	4	3	2	2	2
MS	1	1	0	0	1	1	1	1	2	2	0	0
OP	17	16	11	11	15	17	18	19	14	17	20	21
PA	4	4	2	2	3	2	2	2	3	3	5	4

<b>PR</b>	50	52	47	44	57	56	54	51	68	65	61	64
<b>TE</b>	16	19	16	17	23	22	19	20	25	26	30	27
<b>XR</b>	26	24	21	20	29	28	30	30	35	35	41	41
<b>FA</b>	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1	1	1
<b>IN</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>IT</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<b>YK</b>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
<b>YM</b>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>AS</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>EK</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ET</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>199</b>	<b>199</b>	<b>217</b>	<b>217</b>	<b>235</b>	<b>235</b>	<b>244</b>	<b>244</b>

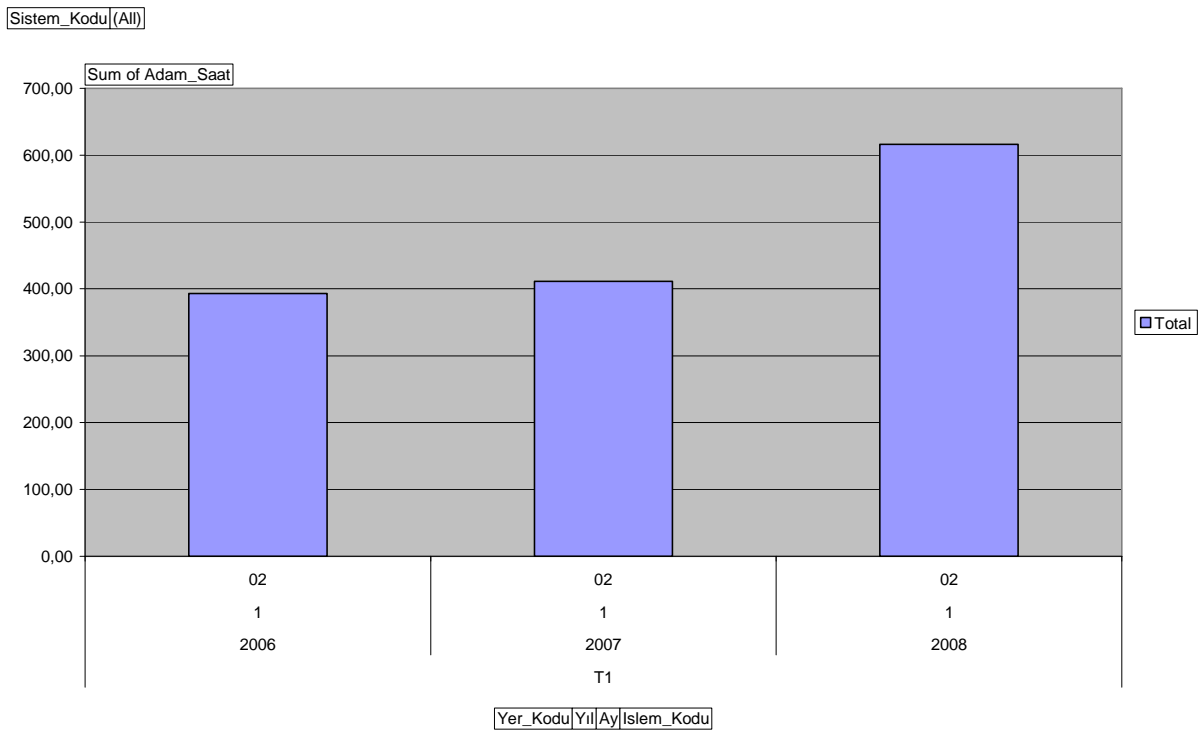
	TEMMUZ		AĞUSTOS		EYLÜL		EKİM		KASIM		ARALIK	
<b>SİST.</b>	<b>BEKL.</b>	<b>GERÇ.</b>	<b>BEKL.</b>	<b>GERÇ.</b>	<b>BEKL.</b>	<b>GERÇ.</b>	<b>BEKL.</b>	<b>GERÇ.</b>	<b>BEKL.</b>	<b>GERÇ.</b>	<b>BEKL.</b>	<b>GERÇ.</b>
<b>BH</b>	26	28	21	21	18	18	20	20	17	18	21	22
<b>CC</b>	29	31	22	26	20	19	20	21	25	27	28	31
<b>DG</b>	3	3	10	9	5	5	4	4	7	5	4	4
<b>FI</b>	14	13	21	21	16	16	23	22	16	18	9	11
<b>FT</b>	3	3	2	2	2	1	2	2	0	1	3	2
<b>HZ</b>	3	2	1	1	2	3	2	2	2	2	1	2
<b>KG</b>	0	0	4	4	2	2	1	1	1	1	1	1
<b>KK</b>	24	23	19	20	20	20	22	21	19	19	24	24
<b>MD</b>	6	5	3	3	1	1	2	2	0	1	3	3
<b>MS</b>	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
<b>OP</b>	20	19	21	20	16	16	27	28	25	24	27	25
<b>PA</b>	4	4	4	5	2	2	6	5	3	3	4	4
<b>PR</b>	66	67	59	59	47	46	63	62	54	51	50	48
<b>TE</b>	33	34	30	30	19	20	28	27	30	31	20	19
<b>XR</b>	46	42	54	53	41	43	38	40	39	40	34	32
<b>FA</b>	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0
<b>IN</b>	1	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>IT</b>	0	0	1	0	2	1	0	0	0	1	0	0
<b>YK</b>	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<b>YM</b>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<b>AS</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>EK</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ET</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	<b>278</b>	<b>278</b>	<b>276</b>	<b>276</b>	<b>212</b>	<b>212</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>245</b>	<b>245</b>	<b>229</b>	<b>229</b>



Tablo 4.20 Ay bazında Spearman korelasyonu sonuçları

Ay	Katsayı
Ocak	0,997
Şubat	0,994
Mart	0,988
Nisan	0,959
Mayıs	0,996
Haziran	0,994
Temmuz	0,999
Ağustos	0,983
Eylül	0,985
Ekim	0,961
Kasım	0,855
Aralık	0,991

Aylık uygulanan Spearman korelasyon sonuçlarının hepsi pozitif ve bire oldukça yakındır. Bu sonuç simulasyon sonucu oluşan değerlerimizin gerçeğe yakınlığını kanıtlamaktadır.



Şekil 4.14 Ocak ayı arıza giderme süreleri

Ocak ayına ait ortalama 1 teknisyenin arıza giderme süresinin hesaplanması için 2006-2007 ve 2008 yılları Ocak aylarına ait toplam arıza giderme süreleri ve kaç teknisyenle yapıldığı çıkartılmış ve ortalama 1 adam arıza giderme süresi hesaplanmıştır.

$\text{ÇALIŞMA (adam saat süre cinsinden)} = \text{KİŞİ} \times 1 \text{ ADAM (adam saat süre cinsinden)}$

$$\text{Ortalama (Ocak)} = \frac{\text{Ocak (2008)} + \text{Ocak (2007)} + \text{Ocak (2006)}}{3}$$

Üç yıla ait olan Ocak ayları arıza giderme süreleri ait olduğu yılda işletmede görev yapan elektronik teknisyen sayısına bölünür daha sonra üç ayın elde edilen süre toplamı üçe bölünerek üç yıla ait Ocak ayları 1 teknisyen arıza giderme süresi bulunur.

Tablo 4.21 Ocak ayı ortalama 1 adam arıza giderme süresi hesaplama

AY	KİŞİ	ÇALIŞMA	1 ADAM
Oca.08	9	616,33	68,48
Oca.07	7	411,17	58,74
Oca.06	7	393,00	56,14

Ortalama Ocak Ayı 1 adam arıza giderme süresi

61,12

Diğer ayların 1 teknisyen arıza giderme süreleri EK-3' te (s.105) görülmektedir.

Üç yılın ocak ayları verilerinden sistemlerde ocak ayında meydana gelen 1 arızanın ortalama giderilme süresi hesaplanır.

Tablo 4.22 Ocak ayında meydana gelen X sistem arızasının ortalama tamir süresi  
(Diğer aylar ortalama tamir süreleri için EK-4, s.106)

Sistem	Adam Saat Süre
<b>BH</b>	2,28
<b>CC</b>	2,97
<b>DG</b>	2,66
<b>FI</b>	1,95
<b>FT</b>	1,53
<b>HZ</b>	3,33
<b>KG</b>	1,00
<b>KK</b>	2,02
<b>MD</b>	1,25
<b>MS</b>	1,00
<b>OP</b>	3,11
<b>PA</b>	1,41
<b>PR</b>	2,85
<b>TE</b>	1,46
<b>XR</b>	1,80

Ocak ayına ait 10 adet arıza simulasyonu sonucunda ortaya çıkan arıza sayı kombinasyonu ile, Ocak ayı ilgili sistemde meydana gelen arızanın ortalama tamir süreleri çarpılarak Ocak ayı için beklenen toplam arıza giderme süresi, yani arıza giderme işyükü hesaplanır. Ocak ayı 1 teknisyene düşen ortalama tamir süresi ile şuan da işletmede çalışan mevcut 9 teknisyen çarpılarak elektronik departmanın iş gücü belirlenir. Anlatılan işlemler 12 ay için yapılarak sonuçlar gösterilmiştir. (Diğer aylara ait sonuçlar için EK-5' te (s.107) görülmektedir.)

Tablo 4.23 Ocak ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simulasyon sonucu

	Arıza	Ortalama Tamir Süresi	Toplam Arıza Giderme Süresi
<b>BH</b>	18	2,28	40,79
<b>CC</b>	29	2,97	86,07
<b>DG</b>	7	2,66	18,87
<b>FI</b>	10	1,95	19,92
<b>FT</b>	2	1,53	3,36
<b>HZ</b>	1	3,33	2,33
<b>KG</b>	0	1,00	0,20
<b>KK</b>	15	2,02	29,22
<b>MD</b>	2	1,25	2,50
<b>MS</b>	1	1,00	0,60
<b>OP</b>	17	3,11	51,96
<b>PA</b>	4	1,41	5,35
<b>PR</b>	50	2,85	142,47
<b>TE</b>	16	1,46	23,58
<b>XR</b>	26	1,80	46,88
<b>TOPLAM</b>			<b>474,11</b>

Ortalama Ocak Ayı 1 adam arıza giderme süresi

61,12

9  
adam

**550,08**

Tablo 4.24 İşyükü ve işgücü dengeleme simülasyon sonucu genel

Ay	Adam Saat Süreleri			Boş Kapasite Yüzdesi
	İşgücü	İşyükü	Fark	
<b>Ocak</b>	550,08	474,11	75,97	13,81
<b>Şubat</b>	424,17	370,48	53,69	12,66
<b>Mart</b>	571,05	484,7	86,35	15,12
<b>Nisan</b>	638,1	526,82	111,28	17,44
<b>Mayıs</b>	689,94	581,47	108,47	15,72
<b>Haziran</b>	736,02	622,78	113,24	15,39
<b>Temmuz</b>	842,67	720,5	122,17	14,50
<b>Ağustos</b>	923,04	798,17	124,87	13,53
<b>Eylül</b>	653,04	567,45	85,59	13,11
<b>Ekim</b>	711,9	683,34	28,56	4,01
<b>Kasım</b>	616,32	572	44,32	7,19
<b>Aralık</b>	599,04	559,38	39,66	6,62

1.Dış Hatlar Terminali için yapılan simülasyon çalışmasının sonucunda 3 yılın verileri kullanılarak oluşan beklenen işyükünün, 9 teknisyenle oluşturulan işgücü tarafından ek bir mesai harcanmadan karşılanabileceği görülmüştür. Ancak yıllık bakımların başlayacağı aylar olan Ekim, Kasım ve Aralık aylarında boş kapasitenin yüksek oranda azaldığı görülmüştür. Yıllar ilerledikçe yaşanan cihazların oluşturacağı arıza işyükünün artacağı öngörüldüğünde ilgili aylarda ek mesai çalışmaları gündeme gelebilir.

- Aylık 1 teknisyene düşen arıza giderme süresi ile sistemlere ait kaç arıza sayı kombinasyonlarının karşılanabileceğinin simülasyon çalışması

Ocak ayı 1 teknisyene düşen arıza giderme süresi 61,12 adam saattir.

Office Excel programında Rand() fonksiyonu ile 0 ile 1 arası tesadüfi sayı değişkenleri üretilir. Ocak ayı rassal sayı haritası kullanılarak meydana gelebilecek arızalar ve tamir süreleri belirlenir.

Tablo 4.25 Ocak ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 1 nolu simulasyon

Arıza	RAND()	Sistem	Tamir Süresi	Tamir Süre Toplamları	Kalan Süre
1	0,764	PR	2,85	2,85	58,27
2	0,662	PR	2,85	5,70	55,42
3	0,143	CC	2,97	8,67	52,45
4	0,878	TE	1,46	10,13	50,99
5	0,075	BH	2,28	12,41	48,71
6	0,120	CC	2,97	15,38	45,74
7	0,628	PR	2,85	18,23	42,89
8	0,715	PR	2,85	21,08	40,04
9	0,706	PR	2,85	23,93	37,19
10	0,189	CC	2,97	26,89	34,23
11	0,100	CC	2,97	29,86	31,26
12	0,603	PR	2,85	32,71	28,41
13	0,747	PR	2,85	35,56	25,56
14	0,396	KK	2,02	37,58	23,54
15	0,769	PR	2,85	40,43	20,69
16	0,341	KK	2,02	42,44	18,68
17	0,812	TE	1,46	43,91	17,21
18	0,539	PR	2,85	46,75	14,37
19	0,352	KK	2,02	48,77	12,35
20	0,937	XR	1,80	50,57	10,55
21	0,553	PR	2,85	53,42	7,70
22	0,455	OP	3,11	56,53	4,59
23	0,102	CC	2,97	59,50	1,62
24	0,736		2,85	62,35	-1,23

Simulasyonda ilk beklenen arıza tipinden itibaren ilgili sistemin o aya ait tamir süresi, ilgili ayın toplam 1 teknisyen arıza giderme süresinden çıkartılır. 1 teknisyen arıza giderme süresi sıfırlanıncaya kadar simulasyon 10 kere tekrar edilerek ay içinde kaç arızanın ve hangi sistemler kombinasyonu olduğu ortaya çıkartılır.

Tablo 4.26 Ocak ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 1 nolu simulasyon sonucu

Sistem	Arıza Sayısı
BH	1
CC	5
DG	0
FI	0
FT	0
HZ	0
KG	0
KK	3
MD	0
MS	0
OP	1
PA	0
PR	10
TE	2
XR	1
	<b>23</b>

Tablo 4.27 Ocak ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet simulasyon ve ortalama sonuç (Diğer aylara ait sonuçlar EK-6' da (s.113) görülmektedir.)

	Beklenen										Arıza Sayısı
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>BH</b>	1	1	2	2	2	3	0	1	2	4	<b>2</b>
<b>CC</b>	5	1	3	4	7	5	4	2	3	1	<b>4</b>
<b>DG</b>	0	2	3	1	0	0	1	0	4	0	<b>1</b>
<b>FI</b>	0	1	2	1	0	2	1	0	2	2	<b>1</b>
<b>FT</b>	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	<b>0</b>
<b>HZ</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>KG</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>KK</b>	3	1	0	1	3	1	1	2	1	0	<b>1</b>
<b>MD</b>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>0</b>
<b>MS</b>	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>OP</b>	1	2	1	1	3	3	2	4	3	4	<b>2</b>
<b>PA</b>	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>
<b>PR</b>	10	9	5	6	6	6	6	8	4	8	<b>7</b>
<b>TE</b>	2	1	2	2	1	1	2	4	2	1	<b>2</b>
<b>XR</b>	1	6	4	5	0	2	6	3	3	4	<b>3</b>
	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>25</b>

Tablo 4.28 Aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet genel sonuç

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN
SİST.	BEKL.	BEKL.	BEKL.	BEKL.	BEKL.	BEKL.
BH	2	1	2	3	3	3
CC	4	3	4	4	3	3
DG	1	0	0	1	1	0
FI	1	2	3	2	2	2
FT	0	0	0	0	1	0
HZ	0	0	0	0	0	0
KG	0	0	0	0	0	0
KK	1	2	1	1	2	4
MD	0	1	0	1	1	1
MS	0	0	0	0	0	0
OP	2	2	2	3	2	2
PA	1	0	0	0	0	1
PR	7	5	7	5	8	8
TE	2	2	3	4	4	4
XR	3	3	4	6	4	5
FA	0	0	0	0	0	0
IN	0	0	0	0	0	0
IT	0	0	0	0	0	0
YK	0	0	0	0	0	0
YM	0	0	0	0	0	0
AS	0	0	0	0	0	0
EK	0	0	0	0	0	0
ET	0	0	0	0	0	0
TOPL.	25	20	26	30	31	32

	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
SİST.	BEKL.	BEKL.	BEKL.	BEKL.	BEKL.	BEKL.
BH	3	3	3	1	3	3
CC	4	5	2	3	3	4
DG	0	1	1	1	1	0
FI	2	3	1	3	3	1
FT	0	0	0	0	0	0
HZ	0	0	0	0	0	0
KG	0	1	0	0	0	0
KK	3	3	2	2	2	3
MD	0	1	0	0	0	1
MS	0	0	0	0	0	0
OP	3	3	2	4	2	3
PA	1	1	0	0	1	0
PR	9	6	6	7	6	6
TE	4	4	2	3	3	2
XR	5	6	5	4	4	4
FA	0	0	0	0	0	0
IN	0	0	0	0	0	0
IT	0	0	0	0	0	0
YK	0	0	0	0	0	0
YM	0	0	0	0	0	0
AS	0	0	0	0	0	0
EK	0	0	0	0	0	0
ET	0	0	0	0	0	0
TOPL.	34	37	25	29	29	27

Tablo 4.29 Aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı beklenen ve gerçekleşen olasılıklar karşılaştırma

Sist.	Beklenen Sayı	Beklenen Olasılık	Gerçek Olasılık
BH	29	8,52	8,20
CC	41	11,86	10,93
DG	7	2,15	2,16
FI	25	7,24	6,80
FT	3	0,73	0,84
HZ	2	0,58	0,76
KG	1	0,35	0,41
KK	26	7,41	7,58
MD	5	1,31	1,02
MS	1	0,23	0,25
OP	29	8,46	8,48
PA	5	1,34	1,43
PR	80	23,20	24,13
TE	36	10,50	10,56
XR	53	15,30	15,51
FA	0	0,12	0,30
IN	1	0,17	0,13
IT	1	0,15	0,18
YK	1	0,23	0,16
YM	0	0,06	0,11
AS	0	0,06	0,04
EK	0	0,03	0,01
ET	0	0,00	0,01
	<b>344</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Simulasyon sonucunda oluşan 1 teknisyene düşen arıza sayılarının, aylar itibariyle toplamından elde edilen yıllık beklenen arıza sayısı olasılığı ile daha önce elde edilen gerçek arıza sayı olasılığı Spearman korelasyonu ile karşılaştırılır.

Tablo 4.30 Aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı beklenen ve gerçekleşen olasılıklar karşılaştırma Spearman Korelasyonu

Correlations			Beklenen_Olasılık	Gerçek_Olasılık
Spearman's rho	Beklenen_Olasılık	Correlation Coefficient	1,000	,987**
		Sig. (2-tailed)		,000
		N	24	24
	Gerçek_Olasılık	Correlation Coefficient	,987**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	
		N	24	24

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



Çıkan sonuç pozitif ve 1' e yakındır (0,987). Sonucun pozitif olması iki değişken arası ilişkinin aynı yönde, 1' e yakın olma ise çok şiddetli bir uygunluk olduğunu göstermektedir. Bu sonuçta yapılan simulasyon sonuçlarının tutarlı olduğunu göstermektedir.

- Xray güvenlik sistemi cihazları yıllık bakımının yetkili firma tarafından veya şirket içi yapılmasının arasındaki farkın maliyet açısından incelenmesi

Xray güvenlik sistem cihazları; iki kategoride incelenmektedir. Birinci kategoride standart Xray cihazları bulunmaktadır. Bunlar terminal girişlerinde ve kapılarda olmak üzere 26 adettir. İkinci kategoride ise standart Xray cihazlarından daha üstün bagaj tarama özellikleri sunan explosive detection (4 adet) ve computed tomography cihazları (2 adet) bulunmaktadır.

Birinci kategori standart Xray cihazlarının (26 adet) için yetkili servis firmasının değiştirilmesi gerektiği tespit edilmesi parçaların fiyatları hariç olmak üzere verdiği 2009 yılı bakım işçilik teklifi (çalışanların yemek içme, konaklama masrafları dahil) 20.000 TL' dir. İlgili cihazların parçalarının, firmanın bakımı sırasında değiştirilmiş olmasının veya ayrı olarak işletme tarafından sipariş edilmesi arasında fiyat bakımından fark bulunmamaktadır.

2008 yılı içindeki yıllık bakımda 26 cihaz için harcamış olan adam saat süresi 590 adam saattir. Şirket personeli olan bir elektronik teknisyenin 1 adam saatlik ücreti 2008 için yaklaşık olarak 11 TL' ve 2009 yılı içinse 14 TL 'dir.

Bu durumda 2008 yılı Standart Xray cihazları bakım maliyeti  $590 \times 11 = 6.490$  TL 'dir.

2009 yılı içinse Xray cihaz sayısı değişmediğinden aynı bakım süresi harcanacağını hesap edersek  $590 \times 14 = 8.260$  TL' dir.

Bu koşullarda standart Xray cihazları yıllık bakımlarını şirketin kendi bünyesi içerisinde gerçekleştirmesi maliyet bakımından daha avantajlıdır.

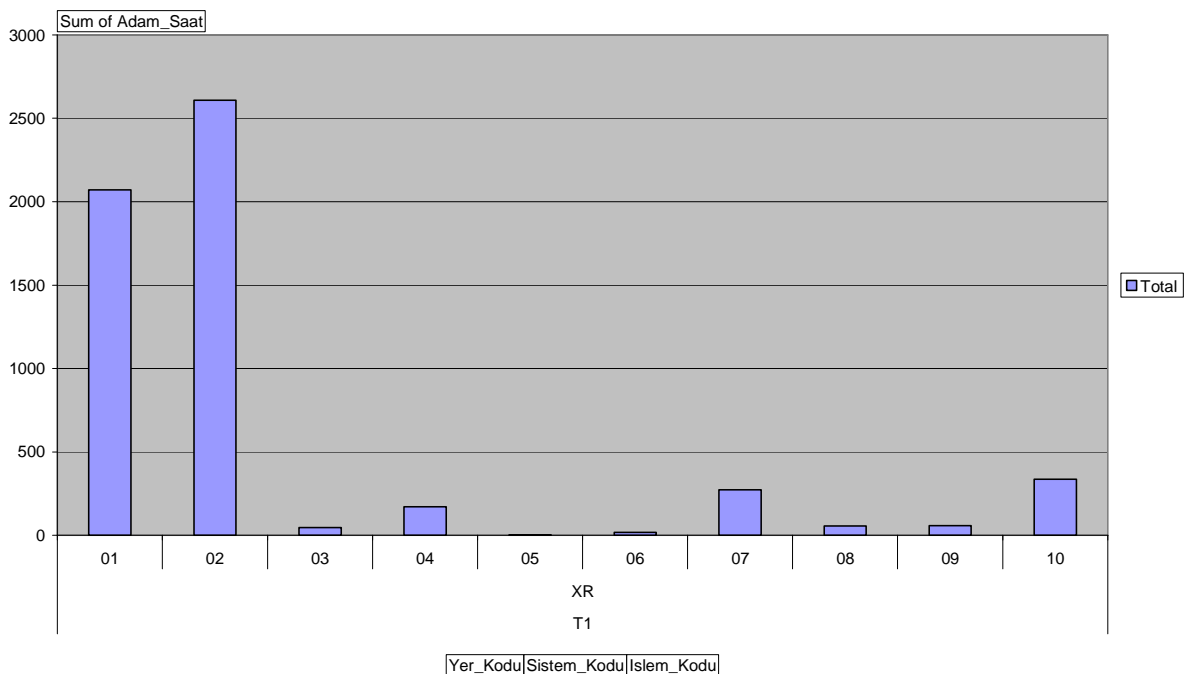
2009 yılı Xray bakımları için yetkili firmanın teklifi ile işletmenin kendi bünyesinde yaptığı bakımların işçilik fiyatları karşılaştırıldığında aradaki farkın neredeyse yarı yarıya olduğunu görmekteyiz. Bu fark gelecek dönemde alınacak fiyat tekliflerinde işletmenin pazarlık yaparak fiyatı aşağı çekme olasılığını arttıran bir unsurdur.

- Üç yıla ait verilerde standart ve ileri Xray cihazları için 5.637,18 adam saat harcanmış olup bu süre terminal1 ' de harcanan tüm zamanın %17,56' sıdır.

Xray güvenlik cihazları terminal genelinde elektronik sistemlere içindeki en kritik öneme sahip olduğundan bakımları geniş yer tutar.

Tablo 4.31 Üç yıl toplamında Xray sistemine harcanan zamanın işlemsel olarak dağılımı

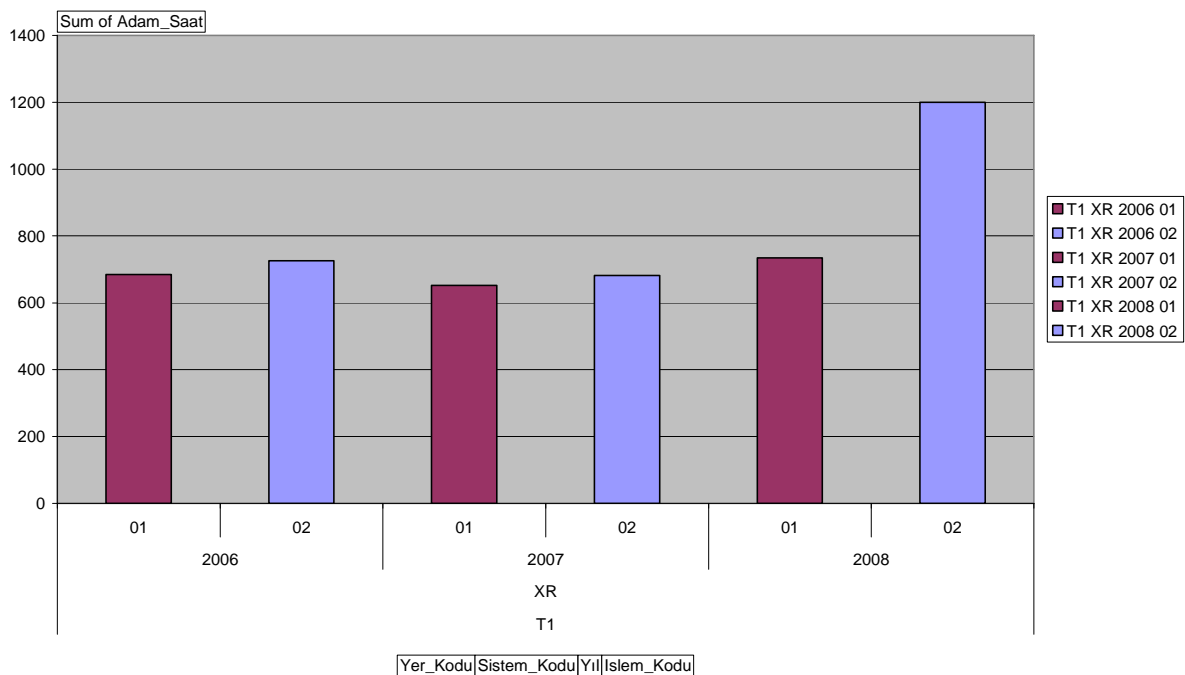
Yer_Kodu	Sistem_Kodu	Islem_Kodu	Süre	Yüzde
T1	XR	01 (Bakım)	2070,83	36,74
		02 (Arıza)	2607,83	46,26
		03 (Modifikasyon)	46,50	0,82
		04 (İlaveler)	172,18	3,05
		05	1,00	0,02
		06	18,00	0,32
		07 (Servise destek)	272,33	4,83
		08 (Birimlere destek)	55,17	0,98
		09 (Yanlış Bilgi)	58,00	1,03
		10 (Ekstra)	335,33	5,95
				<b>TOPLAM</b>



Şekil 4.15 Üç yıl toplamında Xray sistemine harcanan zamanın işlemsel olarak dağılımı

Tablo 4.32 Üç yıl toplamında Xray sisteminde harcanan arıza bakım süre ve oranları

Yer_Kodu	Sistem_Kodu	Yıl	Islem_Kodu	Süre	A/B Oranı
T1	XR	2006	01 (Bakım)	684,50	1,06
			02 (Arıza)	726,00	
		2007	01	652,33	1,04
			02	681,33	
		2008	01	734,00	1,64
			02	1200,50	

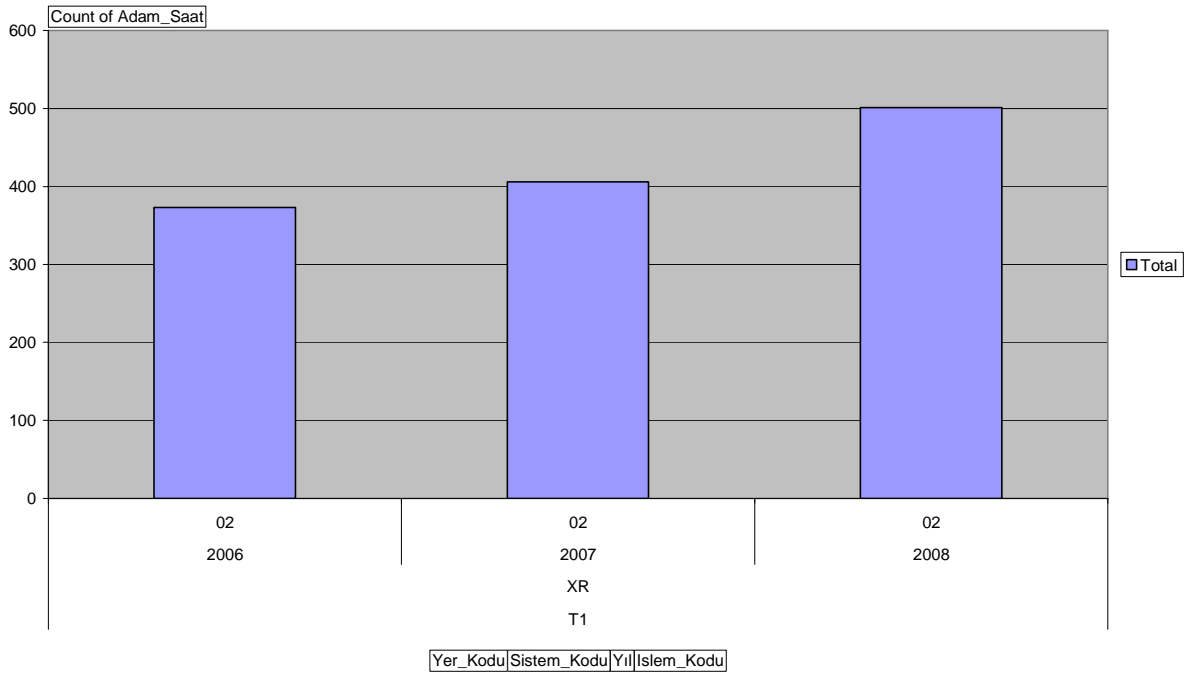


Şekil 4.16 Üç yıl toplamında Xray sisteminde harcanan arıza bakım süre ve oranları (01 Bakım, 02 Arıza kısaltmalarıdır.)

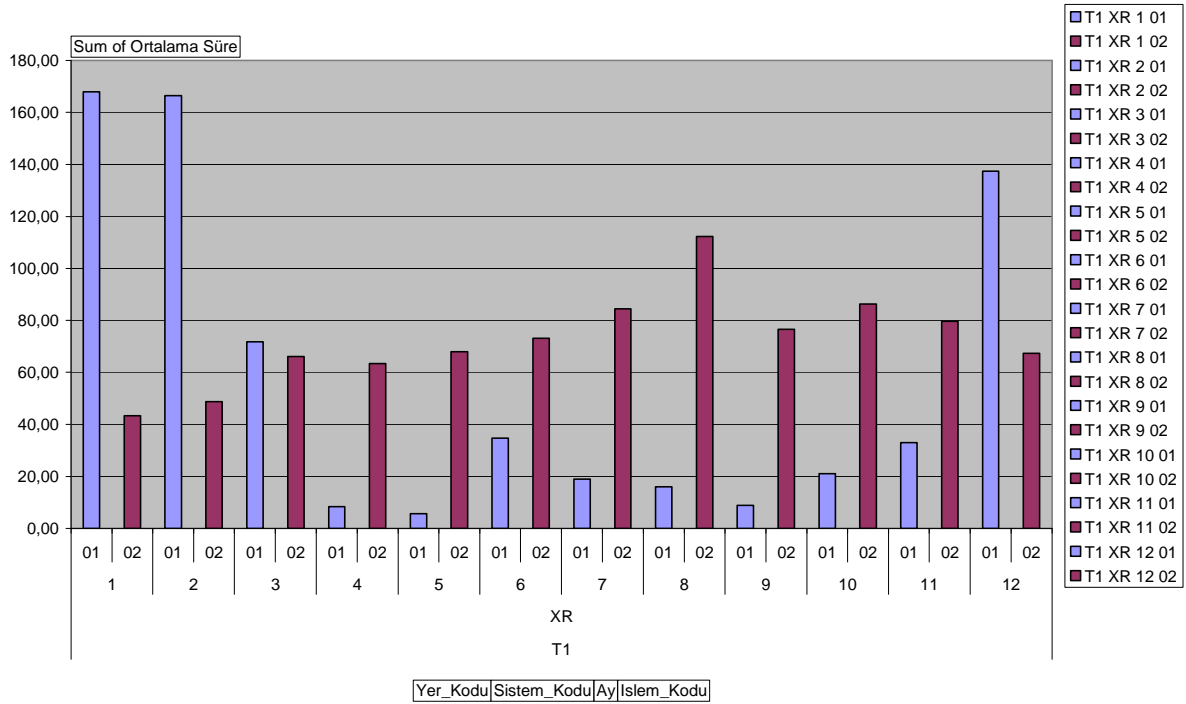
Sonuçlar incelendiğinde, Xray sisteminde harcanan zamanın arıza / bakım süreleri oranı açısından kabul edilebilir bir düzeyde olduğu görülmektedir. Tüm sistemlerin üç yıllık verilerine bakıldığında elde edilen arıza bakım oranı 5,21' ken, Xray sistemleri 1,25 'lik arıza bakım oranına sahiptir. Ancak üsteki tabloya bakıldığında 2008 yılı için bir önceki yıla göre bakım sürelerinin %12,5 artması rağmen arıza süreleri % 76,19 artmıştır. Standart sayıda bagaj için arıza analizi yaptığımızda da 2008 yılı Xray bakımlarının diğer yıllara oranlara daha verimsiz olduğu görülmektedir. Artan bagaj sayısı ile beraber cihazların arıza sayıları da yükselmiştir.

Tablo 4.33 1000 adet bagaj sayısı için yıllara göre meydana gelen arıza sayısı

Yıl	Arıza Sayısı	Bagaj Sayısı	1000 bagajda arıza sayısı
2006	373	2.351.544	159
2007	406	2.615.529	155
2008	501	3.013.840	166



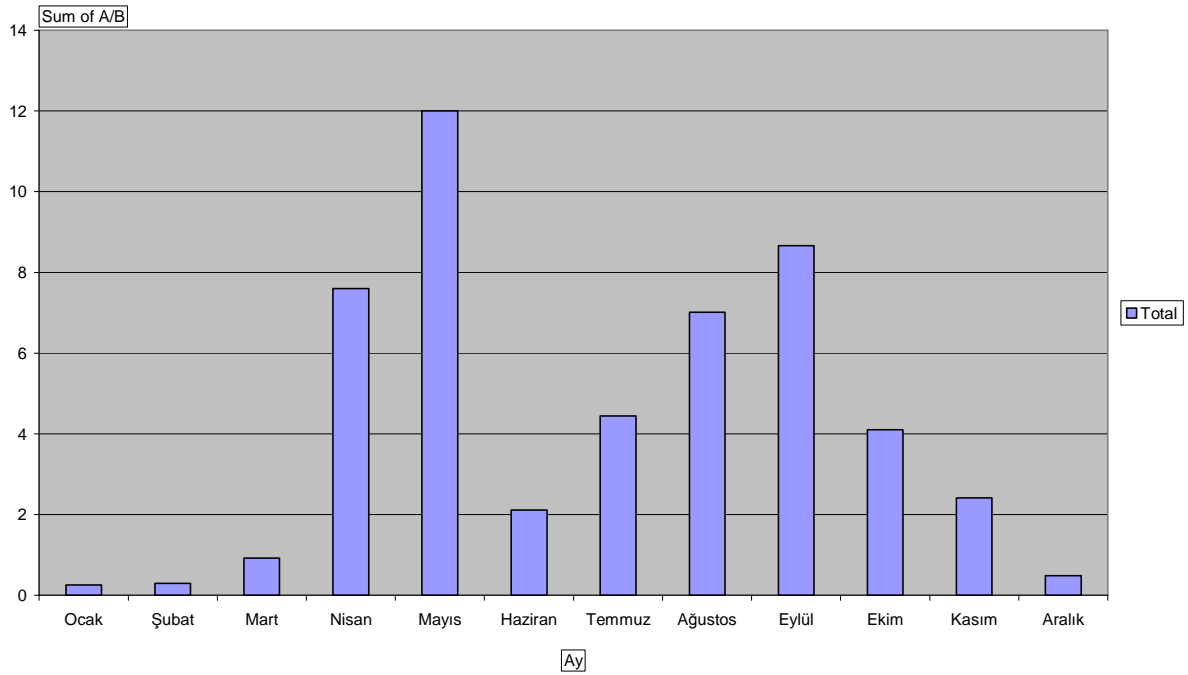
Şekil 4.17 1000 adet bagaj sayısı için yıllara göre meydana gelen arıza sayısı



Şekil 4.18 Bir aylık ortalama arıza bakım süreleri

Tablo 4.34 Arıza bakım süre oranları

Ay	Bakım	Arıza	A/B
Ocak	168,00	43,28	0,26
Şubat	166,50	48,78	0,29
Mart	71,83	66,11	0,92
Nisan	8,33	63,39	7,61
Mayıs	5,67	68,00	12,00
Haziran	34,67	73,17	2,11
Temmuz	19,00	84,44	4,44
Ağustos	16,00	112,28	7,02
Eylül	8,83	76,56	8,67
Ekim	21,00	86,22	4,11
Kasım	33,00	79,72	2,42
Aralık	137,44	67,33	0,49

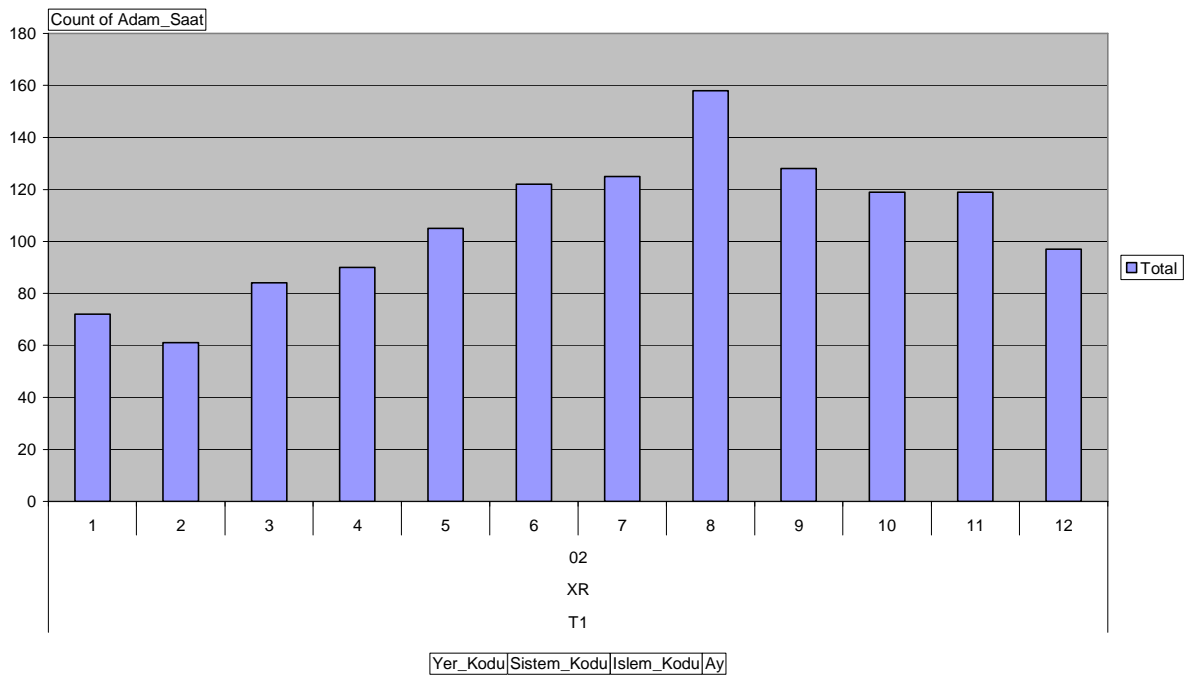


Şekil 4.19 Arıza bakım süre oranları

Yıllık bakımların yoğun olarak yapıldığı Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında Arıza / Bakım süre oranları çok düşükken; nisan ayı ile beraber artan bagaj sayılarına rağmen bakıma ayrılan sürenin azlığı nedeniyle özellikle Nisan, Mayıs, Ağustos ve Eylül aylarında oranının yüksek çıkmasına neden olmuştur.

Tablo 4.35 Üç yıl toplamında ay bazında meydana gelen arıza sayıları

Ay	Arıza Sayısı	Yüzde
<b>Ocak</b>	72	5,63
<b>Şubat</b>	61	4,77
<b>Mart</b>	84	6,56
<b>Nisan</b>	90	7,03
<b>Mayıs</b>	105	8,20
<b>Haziran</b>	122	9,53
<b>Temmuz</b>	125	9,77
<b>Ağustos</b>	158	12,34
<b>Eylül</b>	128	10,00
<b>Ekim</b>	119	9,30
<b>Kasım</b>	119	9,30
<b>Aralık</b>	97	7,58
	<b>1280</b>	<b>100</b>



Şekil 4.20 Üç yıl toplamında ay bazında meydana gelen arıza sayıları

Yukarıdaki tablo bagaj sayısı tablosunun aylık değişimlerini yüksek oranda korumaktadır. Bagaj sayıları artmasıyla artan kullanım arıza sayılarını yükseltmektedir. Bu nedenle özellikle arıza bakım süre oranının ve bagaj sayısının yüksek olduğu Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında koruyucu bakım süreleri arttırılmalıdır.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Verilerimizin kaynağını oluşturan 2006,2007 ve 2008 yıllarına ait 3 yılın değerlendirilmesinde genel olarak arıza / bakım süre oranları tüm sistemler dahil olmak üzere 5,21 olarak gerçekleşmiştir. Bu değer işletmede gerçekleşen arıza bakımların süresinin koruyucu bakıma ayrılan sürenin yaklaşık 5 katına denk geldiği görülmektedir.

Xray sisteminde harcanan zamanın arıza / bakım süreleri oranı açısından kabul edilebilir bir düzeyde olduğu görülmektedir. Tüm sistemlerin üç yıllık verilerine bakıldığında elde edilen arıza bakım oranı 5,21' ken, Xray sistemleri 1,25 'lik arıza bakım oranına sahiptir. Ancak 2008 yılı Xray bakımları için bir önceki yıla göre bakım sürelerinin %12,5 artması rağmen arıza süreleri % 76,19 artmıştır. Standart sayıda bagaj için arıza analizi yaptığımızda da 2008 yılı Xray bakımlarının diğer yıllara oranlara daha verimsiz olduğu görülmektedir. 3 yılın Xray bakımları da işletmenin kendi personeli tarafından yapılmıştır. Artan bagaj sayısı ile beraber cihazların arıza sayıları da yükselmiştir.

Sonuç olarak, işletmecisi firmanın bakım planlamasında, Xray güvenlik sistemlerinde koruyucu bakıma, diğer sistemlerde ise genel olarak arıza anında oluşan tamir bakıma önem verdiği görülmektedir. Elektronik kart ağırlıklı sistemler düşünüldüğünde arıza bakım yapılması uygundur. Ancak koruyucu bakım sürelerinin de artırılması gerekliliği analizlerden açıkça görülmektedir.

İşletmenin teknik personel sayısı meydana gelebilecek arızaları fazla çalışmaya gerek kalmadan çözebilecek kapasiteye sahiptir. Ancak, olan Ekim, Kasım ve Aralık aylarında boş kapasitenin yüksek oranda azaldığı görülmüştür. Yaz ayları turist ve bagaj yoğunluğu düşünülerek, özellikle bu aylarda verilen yıllık izinler işgücünü ilgili aylarda düşürmektedir. Yıllar ilerledikçe yaşlanan cihazların oluşturacağı arıza işyükünün artacağı öngörüldüğünde ilgili aylarda ek mesai çalışmaları gündeme gelebilir. Yapılan incelemelerde 2009 yılı için özellikle dünyada yaşanan global ekonomik kriz nedeniyle yıl sonu itibariyle gelen turist sayısında % 5 azalma olacağı öngörülmüştür. Buna bağlı düşecek olan bagaj sayılarıyla birlikte 2009 yılı için oluşacak arıza giderme süre kapasitesi mevcut ekibin işgücüsüyle kapatılabilecektir.



Koruyucu bakımlara ayrılan sürenin artması amacıyla şirketin kendi içinde gerçekleştirdiği ve sistem bakımları içerisinde en geniş kapsamlı süreye sahip olan Xray güvenlik sistemleri bakımları, yetkili firmaya yaptırılabilir. Bu durumda maliyet olarak bir kayıp görünse de diğer sistemlerin koruyucu bakımları adına zaman kazanılıp arıza oluşumunu önleyecek çözümler geliştirilebilir. Xray sistemine ait cihazların bir çoğunun 11 yıllık kullanım süresinin olması, 2008 yılı bakımlarının bir önceki yıla göre daha verimsiz geçmiş olması ve bakım maliyetinin getirmiş olduğu firma bakım teklifiyle pazarlık yapma opsiyonu Xray bakımlarının yetkili firma tarafından yaptırılması adına gerek oluşturan nedenlerdir.

Bagaj sayılarının artması ile artan arıza sayıları nedeniyle özellikle yaz aylarında sistemlere uygulanan koruyucu bakım süreleri arttırılmalıdır. Üç yılın verilerinde en çok arıza meydana getiren 4 sistemde Printer, Xray, Telefon ve Kamera Sistemlerinde sistem yenileme çalışmaları 2009 yılı itibariyle başlanmıştır. Böylece en çok zaman harcanan sistemler yenilenecek, arıza sayı ve uğraşılan tamir süreleri azalacak olup koruyucu bakımlara daha fazla zaman ve emek ayrılacaktır.

## KAYNAKÇA

- Şatır A., Bakım Onarım Sistemleri Tasarımı ve Üretim Planlama Sistemleri Tasarımı, 1983
- Bozkurt R., Kalite İyileştirme Araç ve Yöntemleri, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No:630, 2003
- Craig,D., Çevrimiçi:<http://web.cs.mun.ca/~donald/msc/node6.html> 17.03.2004
- Craig,D., Çevrimiçi:<http://web.cs.mun.ca/~donald/msc/node7.html> 21.04.2004
- Duffuaa S. O., Raouf A., Campbell J. D., Planning and Control of Maintenance Systems, John Wiley & Sons, 1999
- Duffuaa S. O., Raouf A., Mohamed B. D., Maintenance, Modeling and Optimization, Kluwer Academic Publishers, 2000
- Efil İ., Toplam Kalite Yönetimi ve Toplam Kaliteye Ulaşmada Önemli Bir Araç, ALFA, 2003
- Gümüşoğlu Ş., İstatiksel Kalite Kontrolü ve Toplam Kalite Yönetimi Araçları, Beta Yayınları, 2000
- Gözlü S., Endüstriyel Kalite Kontrolü, İ.T.Ü. Matbaası İstanbul, 1990
- Hançerlioğulları A., “Monte Carlo Simulasyon Metodu ve MCNP Kod Sistemi”, Kastamonu Eğitim Dergisi, Cilt : 14 No : 2 (Ekim 2006), 545-556
- Kobu B., Endüstriyel Kalite Kontrolü, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1981
- Kobu B., Üretim Yönetimi, Beta Yayınları, 2005
- Küçük O., Standardizasyon ve Kalite, Seçkin Yayınları, 2004
- Mobley R. K., An Introduction to Predictive Maintenance, Van Nostrand Reinhold, 1990
- Öztürk E., Akın B., İstatistik Proses Kontrol Tekniklerinin Bilgisayar Ortamında Uygulanması, 2005
- Patton J.D., Preventive Maintenance, Instrument Society of America, 1983
- Şale İ., ISO 9001 : 2000 Kalite Yönetim Sistemi ve Uygulamaları, Seçkin Yayınları, 2004
- Tekin M., Üretim Yönetimi Cilt 2, Arı Ofset Matbaacılık, 1996
- TSE, TS-EN-ISO 9001 : 2000 Kalite Yönetim Sistemi Temel Eğitim Notları

## EK 1 - 11 ay için sistemler arıza olasılığı ve rassal sayı haritası

## Şubat ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal sayı haritası

Sistem_Kodu	Total	Olasılıklar	Kumulatif Olasılık	Olasılık Uyarlanan	Rassal Aralık	
BH	31	6,47	6,47	0,065	0,000	- 0,064
CC	61	12,73	19,21	0,127	0,065	- 0,191
DG	12	2,51	21,71	0,025	0,192	- 0,216
FI	40	8,35	30,06	0,084	0,217	- 0,300
FT	6	1,25	31,32	0,013	0,301	- 0,312
HZ	2	0,42	31,73	0,004	0,313	- 0,316
KG	1	0,21	31,94	0,002	0,317	- 0,318
KK	32	6,68	38,62	0,067	0,319	- 0,385
MD	5	1,04	39,67	0,010	0,386	- 0,396
MS	1	0,21	39,87	0,002	0,397	- 0,398
OP	34	7,10	46,97	0,071	0,399	- 0,469
PA	7	1,46	48,43	0,015	0,470	- 0,483
PR	133	27,77	76,20	0,278	0,484	- 0,761
TE	50	10,44	86,64	0,104	0,762	- 0,865
XR	61	12,73	99,37	0,127	0,866	- 0,993
FA	1	0,21	99,58	0,002	0,994	- 0,995
IT	1	0,21	99,79	0,002	0,996	- 0,997
YK	1	0,21	100,00	0,002	0,998	- 0,999

**T1 Total 479 100,00**

Rassal Sayı Haritası	
Sistem	Rassal Sayı
BH	0,000
CC	0,065
DG	0,192
FI	0,217
FT	0,301
HZ	0,313
KG	0,317
KK	0,319
MD	0,386
MS	0,397
OP	0,399
PA	0,470
PR	0,484
TE	0,762
XR	0,866
FA	0,994
IT	0,996
YK	0,998

## Mart ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal sayı haritası

Sistem_Kodu	Total	Olasılıklar	Kumulatif Olasılık	Uyarlanan Olasılık	Rassal Aralık	
BH	50	8,38	8,38	0,084	0,000	- 0,083
CC	74	12,40	20,77	0,124	0,084	- 0,207
DG	10	1,68	22,45	0,017	0,208	- 0,223
FI	39	6,53	28,98	0,065	0,224	- 0,289
FT	6	1,01	29,98	0,010	0,290	- 0,299
HZ	2	0,34	30,32	0,003	0,300	- 0,302
KG	2	0,34	30,65	0,003	0,303	- 0,306
KK	29	4,86	35,51	0,049	0,307	- 0,354
MD	1	0,17	35,68	0,002	0,355	- 0,356
MS	3	0,50	36,18	0,005	0,357	- 0,361
OP	50	8,38	44,56	0,084	0,362	- 0,445
PA	6	1,01	45,56	0,010	0,446	- 0,455
PR	168	28,14	73,70	0,281	0,456	- 0,736
TE	67	11,22	84,92	0,112	0,737	- 0,848
XR	84	14,07	98,99	0,141	0,849	- 0,989
FA	4	0,67	99,66	0,007	0,990	- 0,996
IN	1	0,17	99,83	0,002	0,997	- 0,997
IT	1	0,17	100,00	0,002	0,998	- 0,999

**T1 Total 597 100,00**

Rassal Sayı Haritası	
Sistem	Rassal Sayı
BH	0,000
CC	0,084
DG	0,208
FI	0,224
FT	0,290
HZ	0,300
KG	0,303
KK	0,307
MD	0,355
MS	0,357
OP	0,362
PA	0,446
PR	0,456
TE	0,737
XR	0,849
FA	0,990
IN	0,997
IT	0,998

## Nisan ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal sayı haritası

Sistem_Kodu	Total	Olasılıklar	Kumulatif Olasılık	Uyarlanan Olasılık	Rassal Aralık		
BH	47	7,23	7,23	0,072	0,000	-	0,071
CC	89	13,69	20,92	0,137	0,072	-	0,208
DG	19	2,92	23,85	0,029	0,209	-	0,237
FI	53	8,15	32,00	0,082	0,238	-	0,319
FT	5	0,77	32,77	0,008	0,320	-	0,327
HZ	7	1,08	33,85	0,011	0,328	-	0,337
KG	1	0,15	34,00	0,002	0,338	-	0,339
KK	41	6,31	40,31	0,063	0,340	-	0,402
MD	13	2,00	42,31	0,020	0,403	-	0,422
MS	3	0,46	42,77	0,005	0,423	-	0,427
OP	57	8,77	51,54	0,088	0,428	-	0,514
PA	7	1,08	52,62	0,011	0,515	-	0,525
PR	152	23,38	76,00	0,234	0,526	-	0,759
TE	59	9,08	85,08	0,091	0,760	-	0,850
XR	90	13,85	98,92	0,138	0,851	-	0,988
FA	3	0,46	99,38	0,005	0,989	-	0,993
IT	1	0,15	99,54	0,002	0,994	-	0,994
YK	1	0,15	99,69	0,002	0,995	-	0,996
YM	2	0,31	100,00	0,003	0,997	-	0,999
<b>T1 Total</b>	<b>650</b>	<b>100,00</b>					

Rassal Sayı Haritası	
Sistem	Rassal Sayı
BH	0,000
CC	0,072
DG	0,209
FI	0,238
FT	0,320
HZ	0,328
KG	0,338
KK	0,340
MD	0,403
MS	0,423
OP	0,428
PA	0,515
PR	0,526
TE	0,760
XR	0,851
FA	0,989
IT	0,994
YK	0,995
YM	0,997

## Mayıs ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal sayı haritası

Sistem_Kodu	Total	Olasılıklar	Kumulatif Olasılık	Uyarlanan Olasılık	Rassal Aralık		
BH	60	8,50	8,50	0,085	0,000	-	0,084
CC	70	9,92	18,41	0,099	0,085	-	0,183
DG	18	2,55	20,96	0,025	0,184	-	0,209
FI	46	6,52	27,48	0,065	0,210	-	0,274
FT	10	1,42	28,90	0,014	0,275	-	0,288
HZ	6	0,85	29,75	0,008	0,289	-	0,296
KG	1	0,14	29,89	0,001	0,297	-	0,298
KK	38	5,38	35,27	0,054	0,299	-	0,352
MD	7	0,99	36,26	0,010	0,353	-	0,362
MS	5	0,71	36,97	0,007	0,363	-	0,369
OP	51	7,22	44,19	0,072	0,370	-	0,441
PA	9	1,27	45,47	0,013	0,442	-	0,454
PR	195	27,62	73,09	0,276	0,455	-	0,730
TE	77	10,91	83,99	0,109	0,731	-	0,839
XR	105	14,87	98,87	0,149	0,840	-	0,988
FA	3	0,42	99,29	0,004	0,989	-	0,992
IT	3	0,42	99,72	0,004	0,993	-	0,996
YK	1	0,14	99,86	0,001	0,997	-	0,998
YM	1	0,14	100,00	0,001	0,999	-	0,999
<b>T1 Total</b>	<b>706</b>	<b>100,00</b>					

Rassal Sayı Haritası	
Sistem	Rassal Sayı
BH	0,000
CC	0,085
DG	0,184
FI	0,210
FT	0,275
HZ	0,289
KG	0,297
KK	0,299
MD	0,353
MS	0,363
OP	0,370
PA	0,442
PR	0,455
TE	0,731
XR	0,840
FA	0,989
IT	0,993
YK	0,997
YM	0,999

## Haziran ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal sayı haritası

Sistem_Kodu	Total	Olasılıklar	Kumulatif Olasılık	Uyarlanan Olasılık	Rassal Aralık		
BH	58	7,93	7,93	0,079	0,000	-	0,078
CC	58	7,93	15,87	0,079	0,079	-	0,158
DG	8	1,09	16,96	0,011	0,159	-	0,169
FI	51	6,98	23,94	0,070	0,170	-	0,238
FT	6	0,82	24,76	0,008	0,239	-	0,247
HZ	5	0,68	25,44	0,007	0,248	-	0,253
KK	60	8,21	33,65	0,082	0,254	-	0,336
MD	7	0,96	34,61	0,010	0,337	-	0,345
MS	1	0,14	34,75	0,001	0,346	-	0,346
OP	63	8,62	43,37	0,086	0,347	-	0,433
PA	11	1,50	44,87	0,015	0,434	-	0,448
PR	191	26,13	71,00	0,261	0,449	-	0,709
TE	82	11,22	82,22	0,112	0,710	-	0,821
XR	122	16,69	98,91	0,167	0,822	-	0,988
FA	3	0,41	99,32	0,004	0,989	-	0,992
IN	2	0,27	99,59	0,003	0,993	-	0,995
YK	3	0,41	100,00	0,004	0,996	-	0,999

**T1 Total 731 100,00**

Rassal Sayı Haritası	
Sistem	Rassal Sayı
BH	0,000
CC	0,079
DG	0,159
FI	0,170
FT	0,239
HZ	0,248
KK	0,254
MD	0,337
MS	0,346
OP	0,347
PA	0,434
PR	0,449
TE	0,710
XR	0,822
FA	0,989
IN	0,993
YK	0,996

## Temmuz ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal sayı haritası

Sistem_Kodu	Total	Olasılıklar	Kumulatif Olasılık	Uyarlanan Olasılık	Rassal Aralık		
BH	85	10,19	10,19	0,102	0,000	-	0,101
CC	92	11,03	21,22	0,110	0,102	-	0,211
DG	10	1,20	22,42	0,012	0,212	-	0,223
FI	40	4,80	27,22	0,048	0,224	-	0,271
FT	8	0,96	28,18	0,010	0,272	-	0,281
HZ	7	0,84	29,02	0,008	0,282	-	0,289
KG	1	0,12	29,14	0,001	0,290	-	0,290
KK	70	8,39	37,53	0,084	0,291	-	0,374
MD	15	1,80	39,33	0,018	0,375	-	0,392
OP	58	6,95	46,28	0,070	0,393	-	0,462
PA	13	1,56	47,84	0,016	0,463	-	0,477
PR	200	23,98	71,82	0,240	0,478	-	0,717
TE	103	12,35	84,17	0,124	0,718	-	0,841
XR	125	14,99	99,16	0,150	0,842	-	0,991
IN	2	0,24	99,40	0,002	0,992	-	0,993
IT	1	0,12	99,52	0,001	0,994	-	0,994
YK	2	0,24	99,76	0,002	0,995	-	0,997
YM	2	0,24	100,00	0,002	0,998	-	0,999

**T1 Total 834 100,00**

Rassal Sayı Haritası	
Sistem	Rassal Sayı
BH	0,000
CC	0,102
DG	0,212
FI	0,224
FT	0,272
HZ	0,282
KG	0,290
KK	0,291
MD	0,375
OP	0,393
PA	0,463
PR	0,478
TE	0,718
XR	0,842
IN	0,992
IT	0,994
YK	0,995
YM	0,998

## Ağustos ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal sayı haritası

Sistem_Kodu	Total	Olasılıklar	Kumulatif Olasılık	Uyarlanan Olasılık	Rassal Aralık		
BH	63	7,60	7,60	0,076	0,000	-	0,075
CC	77	9,29	16,89	0,093	0,076	-	0,168
DG	27	3,26	20,14	0,033	0,169	-	0,200
FI	62	7,48	27,62	0,075	0,201	-	0,275
FT	5	0,60	28,23	0,006	0,276	-	0,281
HZ	4	0,48	28,71	0,005	0,282	-	0,286
KG	12	1,45	30,16	0,014	0,287	-	0,301
KK	61	7,36	37,52	0,074	0,302	-	0,374
MD	9	1,09	38,60	0,011	0,375	-	0,385
MS	3	0,36	38,96	0,004	0,386	-	0,389
OP	60	7,24	46,20	0,072	0,390	-	0,461
PA	14	1,69	47,89	0,017	0,462	-	0,478
PR	177	21,35	69,24	0,214	0,479	-	0,691
TE	89	10,74	79,98	0,107	0,692	-	0,799
XR	158	19,06	99,03	0,191	0,800	-	0,989
IN	4	0,48	99,52	0,005	0,990	-	0,994
IT	1	0,12	99,64	0,001	0,995	-	0,995
YK	1	0,12	99,76	0,001	0,996	-	0,997
YM	2	0,24	100,00	0,002	0,998	-	0,999
<b>T1 Total</b>	<b>829</b>	<b>100,00</b>					

Rassal Sayı Haritası	
Sistem	Rassal Sayı
BH	0,000
CC	0,076
DG	0,169
FI	0,201
FT	0,276
HZ	0,282
KG	0,287
KK	0,302
MD	0,375
MS	0,386
OP	0,390
PA	0,462
PR	0,479
TE	0,692
XR	0,800
IN	0,990
IT	0,995
YK	0,996
YM	0,998

## Eylül ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal sayı haritası

Sistem_Kodu	Total	Olasılıklar	Kumulatif Olasılık	Uyarlanan Olasılık	Rassal Aralık		
BH	53	8,33	8,33	0,083	0,000	-	0,082
CC	58	9,12	17,45	0,091	0,083	-	0,174
DG	14	2,20	19,65	0,022	0,175	-	0,196
FI	47	7,39	27,04	0,074	0,197	-	0,269
FT	4	0,63	27,67	0,006	0,270	-	0,276
HZ	8	1,26	28,93	0,013	0,277	-	0,288
KG	5	0,79	29,72	0,008	0,289	-	0,296
KK	59	9,28	38,99	0,093	0,297	-	0,389
MD	3	0,47	39,47	0,005	0,390	-	0,394
OP	47	7,39	46,86	0,074	0,395	-	0,468
PA	5	0,79	47,64	0,008	0,469	-	0,475
PR	139	21,86	69,50	0,219	0,476	-	0,694
TE	60	9,43	78,93	0,094	0,695	-	0,788
XR	128	20,13	99,06	0,201	0,789	-	0,990
AS	1	0,16	99,21	0,002	0,991	-	0,991
FA	2	0,31	99,53	0,003	0,992	-	0,994
IT	3	0,47	100,00	0,005	0,995	-	0,999
<b>T1 Total</b>	<b>636</b>	<b>100,00</b>					

Rassal Sayı Haritası	
Sistem	Rassal Sayı
BH	0,000
CC	0,083
DG	0,175
FI	0,197
FT	0,270
HZ	0,277
KG	0,289
KK	0,297
MD	0,390
OP	0,395
PA	0,469
PR	0,476
TE	0,695
XR	0,789
AS	0,991
FA	0,992
IT	0,995

## Ekim ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal sayı haritası

Sistem_Kodu	Total	Olasılıklar	Kumulatif Olasılık	Uyarlanan Olasılık	Rassal Aralık		
BH	61	7,82	7,82	0,078	0,000	-	0,077
CC	63	8,08	15,90	0,081	0,078	-	0,158
DG	12	1,54	17,44	0,015	0,159	-	0,173
FI	65	8,33	25,77	0,083	0,174	-	0,257
FT	5	0,64	26,41	0,006	0,258	-	0,263
HZ	7	0,90	27,31	0,009	0,264	-	0,272
KG	3	0,38	27,69	0,004	0,273	-	0,276
KK	64	8,21	35,90	0,082	0,277	-	0,358
MD	6	0,77	36,67	0,008	0,359	-	0,366
MS	1	0,13	36,79	0,001	0,367	-	0,367
OP	84	10,77	47,56	0,108	0,368	-	0,475
PA	16	2,05	49,62	0,021	0,476	-	0,495
PR	185	23,72	73,33	0,237	0,496	-	0,732
TE	80	10,26	83,59	0,103	0,733	-	0,835
XR	119	15,26	98,85	0,153	0,836	-	0,987
AS	1	0,13	98,97	0,001	0,988	-	0,989
FA	4	0,51	99,49	0,005	0,990	-	0,994
IN	1	0,13	99,62	0,001	0,995	-	0,995
IT	1	0,13	99,74	0,001	0,996	-	0,996
YK	2	0,26	100,00	0,003	0,997	-	0,999

**T1 Total 780 100,00**

Rassal Sayı Haritası	
Sistem	Rassal Sayı
BH	0,000
CC	0,078
DG	0,159
FI	0,174
FT	0,258
HZ	0,264
KG	0,273
KK	0,277
MD	0,359
MS	0,367
OP	0,368
PA	0,476
PR	0,496
TE	0,733
XR	0,836
AS	0,988
FA	0,990
IN	0,995
IT	0,996
YK	0,997

## Kasım ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal sayı haritası

Sistem_Kodu	Total	Olasılıklar	Kumulatif Olasılık	Uyarlanan Olasılık	Rassal Aralık		
BH	54	7,36	7,36	0,074	0,000	-	0,073
CC	80	10,90	18,26	0,109	0,074	-	0,182
DG	16	2,18	20,44	0,022	0,183	-	0,203
FI	53	7,22	27,66	0,072	0,204	-	0,276
FT	2	0,27	27,93	0,003	0,277	-	0,278
HZ	7	0,95	28,88	0,010	0,279	-	0,288
KG	4	0,54	29,43	0,005	0,289	-	0,293
KK	56	7,63	37,06	0,076	0,294	-	0,370
MD	2	0,27	37,33	0,003	0,371	-	0,372
MS	2	0,27	37,60	0,003	0,373	-	0,375
OP	72	9,81	47,41	0,098	0,376	-	0,473
PA	8	1,09	48,50	0,011	0,474	-	0,484
PR	153	20,84	69,35	0,208	0,485	-	0,692
TE	93	12,67	82,02	0,127	0,693	-	0,819
XR	119	16,21	98,23	0,162	0,820	-	0,981
AS	1	0,14	98,37	0,001	0,982	-	0,983
EK	1	0,14	98,50	0,001	0,984	-	0,984
ET	1	0,14	98,64	0,001	0,985	-	0,985
FA	4	0,54	99,18	0,005	0,986	-	0,991
IN	1	0,14	99,32	0,001	0,992	-	0,992
IT	2	0,27	99,59	0,003	0,993	-	0,995

Rassal Sayı Haritası	
Sistem	Rassal Sayı
BH	0,000
CC	0,074
DG	0,183
FI	0,204
FT	0,277
HZ	0,279
KG	0,289
KK	0,294
MD	0,371
MS	0,373
OP	0,376
PA	0,474
PR	0,485
TE	0,693
XR	0,820
AS	0,982
EK	0,984
ET	0,985
FA	0,986
IN	0,992

YK	1	0,14	99,73	0,001	0,996	-	0,996
YM	2	0,27	100,00	0,003	0,997	-	0,999
<b>T1 Total</b>	<b>734</b>	<b>100,00</b>					

IT	0,993
YK	0,996
YM	0,997

Aralık ayı için sistemler arıza olasılığı ve rassal sayı haritası

Sistem_Kodu	Total	Olasılıklar	Kumulatif Olasılık	Uyarlanan Olasılık	Rassal Aralık		
BH	66	9,59	9,59	0,096	0,000	-	0,095
CC	92	13,37	22,97	0,134	0,096	-	0,229
DG	13	1,89	24,85	0,019	0,230	-	0,248
FI	33	4,80	29,65	0,048	0,249	-	0,296
FT	6	0,87	30,52	0,009	0,297	-	0,304
HZ	5	0,73	31,25	0,007	0,305	-	0,312
KG	3	0,44	31,69	0,004	0,313	-	0,316
KK	73	10,61	42,30	0,106	0,317	-	0,422
MD	10	1,45	43,75	0,015	0,423	-	0,437
OP	76	11,05	54,80	0,110	0,438	-	0,547
PA	11	1,60	56,40	0,016	0,548	-	0,563
PR	144	20,93	77,33	0,209	0,564	-	0,772
TE	56	8,14	85,47	0,081	0,773	-	0,854
XR	97	14,10	99,56	0,141	0,855	-	0,995
FA	1	0,15	99,71	0,001	0,996	-	0,996
IT	1	0,15	99,85	0,001	0,997	-	0,998
YK	1	0,15	100,00	0,001	0,999	-	0,999
<b>T1 Total</b>	<b>688</b>	<b>100,00</b>					

Rassal Sayı Haritası	
Sistem	Rassal Sayı
BH	0,000
CC	0,096
DG	0,230
FI	0,249
FT	0,297
HZ	0,305
KG	0,313
KK	0,317
MD	0,423
OP	0,438
PA	0,548
PR	0,564
TE	0,773
XR	0,855
FA	0,996
IT	0,997
YK	0,999

EK 2

Ocak ayı arıza sayı simülasyonu

A.	Sim-1		Sim-2		Sim-3		Sim-4		Sim-5		Sim-6		Sim-7		Sim-8		Sim-9		Sim-10	
	Rand ()	Sist.	Rand ()	Sist.	Rand ()	Sist.	Rand ()	Sist.	Rand ()	Sist.	Rand ()	Sist.	Rand ()	Sist.	Rand ()	Sist.	Rand ()	Sist.	Rand ()	Sist.
1	0,986	XR	0,032	BH	0,143	CC	0,362	KK	0,829	TE	0,782	PR	0,218	CC	0,824	TE	0,663	PR	0,218	CC
2	0,615	PR	0,589	PR	0,043	BH	0,408	MD	0,574	PR	0,826	TE	0,083	CC	0,710	PR	0,548	PR	0,954	XR
3	0,535	PR	0,919	XR	0,835	TE	0,879	XR	0,018	BH	0,625	PR	0,867	TE	0,218	CC	0,963	XR	0,192	CC
4	0,500	OP	0,523	PR	0,710	PR	0,358	KK	0,786	TE	0,779	PR	0,968	XR	0,252	DG	0,948	XR	0,467	OP
5	0,433	OP	0,239	DG	0,514	PA	0,122	CC	0,638	PR	0,506	PA	0,742	PR	0,024	BH	0,610	PR	0,297	FI
6	0,011	BH	0,733	PR	0,047	BH	0,013	BH	0,422	OP	0,077	BH	0,108	CC	0,083	CC	0,729	PR	0,602	PR
7	0,076	BH	0,622	PR	0,341	KK	0,600	PR	0,200	CC	0,119	CC	0,564	PR	0,489	OP	0,880	XR	0,934	XR
8	0,342	KK	0,906	XR	0,175	CC	0,668	PR	0,777	PR	0,965	XR	0,546	PR	0,080	BH	0,237	DG	0,222	CC
9	0,710	PR	0,363	KK	0,824	TE	0,415	MD	0,399	KK	0,830	TE	0,038	BH	0,177	CC	0,828	TE	0,771	PR
10	0,610	PR	0,515	PA	0,863	TE	0,649	PR	0,197	CC	0,882	XR	0,359	KK	0,751	PR	0,594	PR	0,509	PA
11	0,491	OP	0,179	CC	0,995	XR	0,025	BH	0,131	CC	0,431	OP	0,699	PR	0,074	BH	0,164	CC	0,436	OP
12	0,003	BH	0,449	OP	0,114	CC	0,271	FI	0,975	XR	0,818	TE	0,436	OP	0,803	TE	0,660	PR	0,159	CC
13	0,252	DG	0,389	KK	0,770	PR	0,916	XR	0,990	XR	0,230	CC	0,534	PR	0,578	PR	0,073	BH	0,269	FI
14	0,742	PR	0,713	PR	0,224	CC	0,246	DG	0,589	PR	0,755	PR	0,912	XR	0,634	PR	0,615	PR	0,778	PR
15	0,801	TE	0,412	MD	0,929	XR	0,101	CC	0,269	FI	0,004	BH	0,154	CC	0,068	BH	0,496	OP	0,492	OP



16	0,368	KK	0,761	PR	0,780	PR	0,708	PR	0,859	TE	0,377	KK	0,753	PR	0,081	BH	0,726	PR	0,474	OP
17	0,767	PR	0,108	CC	0,848	TE	0,041	BH	0,288	FI	0,072	BH	0,969	XR	0,199	CC	0,051	BH	0,996	XR
18	0,102	CC	0,690	PR	0,453	OP	0,285	FI	0,340	KK	0,198	CC	0,333	HZ	0,297	FI	0,275	FI	0,828	TE
19	0,769	PR	0,002	BH	0,153	CC	0,041	BH	0,345	KK	0,572	PR	0,559	PR	0,449	OP	0,851	TE	0,026	BH
20	0,363	KK	0,424	OP	0,161	CC	0,785	TE	0,881	XR	0,751	PR	0,598	PR	0,589	PR	0,106	CC	0,133	CC
21	0,655	PR	0,281	FI	0,659	PR	0,054	BH	0,038	BH	0,650	PR	0,530	PR	0,137	CC	0,050	BH	0,520	PA
22	0,143	CC	0,303	FI	0,391	KK	0,983	XR	0,641	PR	0,608	PR	0,190	CC	0,990	XR	0,002	BH	0,145	CC
23	0,266	FI	0,557	PR	0,649	PR	0,357	KK	0,830	TE	0,140	CC	0,410	MD	0,679	PR	0,592	PR	0,794	TE
24	0,836	TE	0,995	XR	0,517	PA	0,288	FI	0,166	CC	0,193	CC	0,156	CC	0,517	PA	0,493	OP	0,499	OP
25	0,989	XR	0,409	MD	0,545	PR	0,540	PR	0,948	XR	0,261	DG	0,428	OP	0,122	CC	0,035	BH	0,510	PA
26	0,700	PR	0,748	PR	0,257	DG	0,734	PR	0,686	PR	0,306	FI	0,610	PR	0,462	OP	0,339	KK	0,157	CC
27	0,935	XR	0,453	OP	0,524	PR	0,710	PR	0,666	PR	0,762	PR	0,162	CC	0,940	XR	0,251	DG	0,970	XR
28	0,202	CC	0,314	FI	0,788	TE	0,621	PR	0,682	PR	0,085	CC	0,231	CC	0,243	DG	0,466	OP	0,600	PR
29	0,121	CC	0,524	PR	0,565	PR	0,578	PR	0,430	OP	0,708	PR	0,222	CC	0,118	CC	0,993	XR	0,677	PR
30	0,773	PR	0,963	XR	0,431	OP	0,914	XR	0,171	CC	0,500	OP	0,034	BH	0,666	PR	0,250	DG	0,985	XR
31	0,009	BH	0,932	XR	0,716	PR	0,740	PR	0,602	PR	0,350	KK	0,012	BH	0,795	TE	0,225	CC	0,656	PR
32	0,804	TE	0,763	PR	0,648	PR	0,966	XR	0,306	FI	0,654	PR	0,984	XR	0,773	PR	0,769	PR	0,226	CC
33	0,285	FI	0,669	PR	0,450	OP	0,175	CC	0,747	PR	0,259	DG	0,962	XR	0,481	OP	0,505	PA	0,304	FI
34	0,747	PR	0,483	OP	0,718	PR	0,950	XR	0,552	PR	0,475	OP	0,490	OP	0,661	PR	0,228	CC	0,670	PR
35	0,315	FI	0,001	BH	0,376	KK	0,068	BH	0,900	XR	0,153	CC	0,424	OP	0,905	XR	0,229	CC	0,392	KK
36	0,514	PA	0,389	KK	0,849	TE	0,307	FI	0,893	XR	0,626	PR	0,421	OP	0,207	CC	0,102	CC	0,361	KK
37	0,696	PR	0,751	PR	0,821	TE	0,704	PR	0,162	CC	0,428	OP	0,911	XR	0,124	CC	0,822	TE	0,352	KK
38	0,108	CC	0,719	PR	0,515	PA	0,066	BH	0,551	PR	0,842	TE	0,705	PR	0,381	KK	0,085	CC	0,448	OP
39	0,692	PR	0,813	TE	0,643	PR	0,757	PR	0,334	KG	0,355	KK	0,076	BH	0,938	XR	0,573	PR	0,886	XR
40	0,961	XR	0,020	BH	0,622	PR	0,329	HZ	0,555	PR	0,619	PR	0,263	DG	0,055	BH	0,892	XR	0,339	KK
41	0,854	TE	0,952	XR	0,287	FI	0,486	OP	0,456	OP	0,208	CC	0,216	CC	0,321	FT	0,400	KK	0,023	BH
42	0,969	XR	0,884	XR	0,674	PR	0,774	PR	0,942	XR	0,762	PR	0,834	TE	0,778	PR	0,717	PR	0,385	KK
43	0,090	CC	0,172	CC	0,474	OP	0,059	BH	0,335	KG	0,451	OP	0,085	CC	0,243	DG	0,439	OP	0,133	CC
44	0,073	BH	0,128	CC	0,352	KK	0,827	TE	0,510	PA	0,518	PA	0,913	XR	0,253	DG	0,267	FI	0,960	XR
45	0,971	XR	0,184	CC	0,913	XR	0,894	XR	0,401	KK	0,774	PR	0,189	CC	0,038	BH	0,590	PR	0,785	TE
46	0,723	PR	0,964	XR	0,623	PR	0,389	KK	0,752	PR	0,154	CC	0,205	CC	0,942	XR	0,464	OP	0,445	OP
47	0,067	BH	0,173	CC	0,544	PR	0,760	PR	0,231	CC	0,011	BH	0,065	BH	0,780	PR	0,107	CC	0,137	CC
48	0,738	PR	0,522	PR	0,029	BH	0,307	FI	0,944	XR	0,619	PR	0,161	CC	0,989	XR	0,690	PR	0,729	PR
49	0,669	PR	0,421	MS	0,479	OP	0,452	OP	0,791	TE	0,524	PR	0,021	BH	0,671	PR	0,156	CC	0,320	FT
50	0,464	OP	0,197	CC	0,008	BH	0,193	CC	0,412	MD	0,354	KK	0,417	MD	0,957	XR	0,646	PR	0,323	FT
51	0,203	CC	0,411	MD	0,495	OP	0,010	BH	0,508	PA	0,992	XR	0,800	TE	0,457	OP	0,110	CC	0,192	CC
52	0,015	BH	0,256	DG	0,343	KK	0,187	CC	0,240	DG	0,771	PR	0,611	PR	0,163	CC	0,391	KK	0,632	PR
53	0,387	KK	0,451	OP	0,545	PR	0,415	MD	0,255	DG	0,254	DG	0,646	PR	0,604	PR	0,055	BH	0,691	PR
54	0,068	BH	0,913	XR	0,161	CC	0,101	CC	0,377	KK	0,042	BH	0,933	XR	0,044	BH	0,661	PR	0,447	OP
55	0,635	PR	0,878	TE	0,954	XR	0,808	TE	0,288	FI	0,721	PR	0,913	XR	0,022	BH	0,955	XR	0,033	BH
56	0,317	FI	0,213	CC	0,316	FI	0,543	PR	0,869	TE	0,771	PR	0,159	CC	0,486	OP	0,447	OP	0,692	PR
57	0,117	CC	0,037	BH	0,293	FI	0,039	BH	0,263	DG	0,682	PR	0,451	OP	0,331	HZ	0,082	BH	0,633	PR
58	0,248	DG	0,572	PR	0,059	BH	0,038	BH	0,990	XR	0,631	PR	0,758	PR	0,270	FI	0,917	XR	0,712	PR
59	0,580	PR	0,351	KK	0,610	PR	0,281	FI	0,911	XR	0,534	PR	0,166	CC	0,253	DG	0,556	PR	0,910	XR
60	0,186	CC	0,843	TE	0,366	KK	0,511	PA	0,536	PR	0,777	PR	0,857	TE	0,867	TE	0,141	CC	0,370	KK
61	0,619	PR	0,169	CC	0,072	BH	0,742	PR	0,449	OP	0,069	BH	0,438	OP	0,911	XR	0,211	CC	0,024	BH
62	0,963	XR	0,149	CC	0,503	PA	0,799	TE	0,626	PR	0,363	KK	0,306	FI	0,075	BH	0,933	XR	0,738	PR
63	0,777	PR	0,285	FI	0,304	FI	0,935	XR	0,625	PR	0,679	PR	0,772	PR	0,497	OP	0,821	TE	0,778	PR
64	0,925	XR	0,127	CC	0,557	PR	0,348	KK	0,453	OP	0,089	CC	0,045	BH	0,811	TE	0,999	XR	0,539	PR
65	0,412	MD	0,776	PR	0,837	TE	0,682	PR	0,799	TE	0,585	PR	0,794	TE	0,244	DG	0,759	PR	0,858	TE
66	0,314	FI	0,840	TE	0,197	CC	0,669	PR	0,171	CC	0,878	TE	0,396	KK	0,362	KK	0,597	PR	0,527	PR
67	0,280	FI	0,186	CC	0,394	KK	0,353	KK	0,174	CC	0,432	OP	0,703	PR	0,102	CC	0,239	DG	0,320	FT
68	0,879	XR	0,972	XR	0,184	CC	0,274	FI	0,451	OP	0,471	OP	0,940	XR	0,386	KK	0,212	CC	0,633	PR
69	0,673	PR	0,669	PR	0,375	KK	0,004	BH	0,069	BH	0,380	KK	0,223	CC	0,542	PR	0,295	FI	0,983	XR

70	0,781	PR	0,999	XR	0,363	KK	0,196	CC	0,235	DG	0,339	KK	0,488	OP	0,578	PR	0,523	PR	0,411	MD
71	0,129	CC	0,052	BH	0,798	TE	0,089	CC	0,992	XR	0,019	BH	0,874	TE	0,995	XR	0,921	XR	0,039	BH
72	0,933	XR	0,182	CC	0,218	CC	0,360	KK	0,946	XR	0,917	XR	0,148	CC	0,893	XR	0,736	PR	0,726	PR
73	0,375	KK	0,929	XR	0,509	PA	0,736	PR	0,361	KK	0,035	BH	0,055	BH	0,300	FI	0,962	XR	0,471	OP
74	0,300	FI	0,288	FI	0,439	OP	0,256	DG	0,903	XR	0,275	FI	0,465	OP	0,025	BH	0,523	PR	0,031	BH
75	0,171	CC	0,384	KK	0,353	KK	0,860	TE	0,760	PR	0,019	BH	0,750	PR	0,713	PR	0,214	CC	0,024	BH
76	0,964	XR	0,496	OP	0,959	XR	0,284	FI	0,477	OP	0,827	TE	0,249	DG	0,433	OP	0,070	BH	0,519	PA
77	0,560	PR	0,016	BH	0,640	PR	0,866	TE	0,859	TE	0,826	TE	0,079	BH	0,293	FI	0,849	TE	0,336	KK
78	0,028	BH	0,048	BH	0,898	XR	0,223	CC	0,617	PR	0,979	XR	0,535	PR	0,768	PR	0,233	DG	0,492	OP
79	0,158	CC	0,236	DG	0,379	KK	0,167	CC	0,504	PA	0,995	XR	0,304	FI	0,947	XR	0,103	CC	0,914	XR
80	0,877	TE	0,635	PR	0,737	PR	0,656	PR	0,165	CC	0,016	BH	0,973	XR	0,209	CC	0,111	CC	0,624	PR
81	0,236	DG	0,443	OP	0,379	KK	0,555	PR	0,031	BH	0,437	OP	0,963	XR	0,971	XR	0,038	BH	0,989	XR
82	0,270	FI	0,883	XR	0,667	PR	0,736	PR	0,934	XR	0,507	PA	0,408	MD	0,542	PR	0,510	PA	0,318	FT
83	0,374	KK	0,869	TE	0,498	OP	0,198	CC	0,083	CC	0,031	BH	0,552	PR	0,050	BH	0,437	OP	0,524	PR
84	0,773	PR	0,591	PR	0,114	CC	0,090	CC	0,407	KK	0,763	PR	0,400	KK	0,287	FI	0,531	PR	0,381	KK
85	0,246	DG	0,128	CC	0,323	FT	0,958	XR	0,889	XR	0,838	TE	0,871	TE	0,660	PR	0,774	PR	0,237	DG
86	0,229	CC	0,429	OP	0,762	PR	0,937	XR	0,333	HZ	0,448	OP	0,967	XR	0,194	CC	0,095	CC	0,158	CC
87	0,810	TE	0,608	PR	0,575	PR	0,332	HZ	0,738	PR	0,920	XR	0,878	XR	0,734	PR	0,560	PR	0,288	FI
88	0,234	DG	0,389	KK	0,486	OP	0,999	XR	0,955	XR	0,017	BH	0,296	FI	0,627	PR	0,857	TE	0,282	FI
89	0,381	KK	0,675	PR	0,586	PR	0,249	DG	0,728	PR	0,138	CC	0,291	FI	0,346	KK	0,843	TE	0,290	FI
90	0,099	CC	0,132	CC	0,236	DG	0,964	XR	0,093	CC	0,861	TE	0,787	TE	0,492	OP	0,104	CC	0,022	BH
91	0,283	FI	0,426	OP	0,430	OP	0,303	FI	0,500	OP	0,632	PR	0,459	OP	0,743	PR	0,237	DG	1,000	XR
92	0,538	PR	0,146	CC	0,356	KK	0,196	CC	0,889	XR	0,898	XR	0,808	TE	0,196	CC	0,615	PR	0,954	XR
93	0,280	FI	0,310	FI	0,421	MS	0,577	PR	0,125	CC	0,438	OP	0,918	XR	0,211	CC	0,859	TE	0,861	TE
94	0,429	OP	0,092	CC	0,382	KK	0,850	TE	0,428	OP	0,447	OP	0,621	PR	0,361	KK	0,932	XR	0,159	CC
95	0,641	PR	0,290	FI	0,833	TE	0,776	PR	0,878	XR	0,478	OP	0,458	OP	0,327	FT	0,487	OP	0,721	PR
96	0,354	KK	0,428	OP	0,970	XR	0,256	DG	0,500	OP	0,017	BH	0,277	FI	0,630	PR	0,323	FT	0,279	FI
97	0,909	XR	0,622	PR	0,855	TE	0,104	CC	0,018	BH	0,275	FI	0,339	KK	0,818	TE	0,729	PR	0,967	XR
98	0,363	KK	0,072	BH	0,472	OP	0,277	FI	0,948	XR	0,109	CC	0,585	PR	0,676	PR	0,615	PR	0,279	FI
99	0,466	OP	0,501	OP	0,430	OP	0,667	PR	0,572	PR	0,222	CC	0,329	HZ	0,734	PR	0,985	XR	0,523	PR
100	0,914	XR	0,901	XR	0,902	XR	0,848	TE	0,497	OP	0,305	FI	0,481	OP	0,582	PR	0,690	PR	0,029	BH
101	0,300	FI	0,547	PR	0,144	CC	0,545	PR	0,693	PR	0,786	TE	0,043	BH	0,865	TE	0,637	PR	0,048	BH
102	0,266	FI	0,735	PR	0,908	XR	0,230	CC	0,780	PR	0,905	XR	0,547	PR	0,746	PR	0,202	CC	0,983	XR
103	0,192	CC	0,209	CC	0,492	OP	0,557	PR	0,617	PR	0,995	XR	0,892	XR	0,520	PA	0,442	OP	0,398	KK
104	0,002	BH	0,233	DG	0,610	PR	0,709	PR	0,147	CC	0,909	XR	0,590	PR	0,525	PR	0,667	PR	0,287	FI
105	0,631	PR	0,069	BH	0,960	XR	0,740	PR	0,568	PR	0,987	XR	0,542	PR	0,987	XR	0,839	TE	0,264	DG
106	0,468	OP	0,531	PR	0,534	PR	0,262	DG	0,416	MD	0,094	CC	0,019	BH	0,311	FI	0,053	BH	0,773	PR
107	0,591	PR	0,231	CC	0,879	XR	0,729	PR	0,054	BH	0,025	BH	0,885	XR	0,786	TE	0,222	CC	0,482	OP
108	0,799	TE	0,513	PA	0,501	OP	0,849	TE	0,958	XR	0,819	TE	0,777	PR	0,389	KK	0,689	PR	0,095	CC
109	0,440	OP	0,114	CC	0,456	OP	0,033	BH	0,345	KK	0,554	PR	0,061	BH	0,954	XR	0,541	PR	0,845	TE
110	0,597	PR	0,040	BH	0,469	OP	0,753	PR	0,647	PR	0,482	OP	0,503	PA	0,050	BH	0,139	CC	0,970	XR
111	0,612	PR	0,146	CC	0,742	PR	0,996	XR	0,161	CC	0,831	TE	0,108	CC	0,667	PR	0,061	BH	0,368	KK
112	0,810	TE	0,713	PR	0,074	BH	0,384	KK	0,759	PR	0,363	KK	0,172	CC	0,504	PA	0,690	PR	0,351	KK
113	0,778	PR	0,233	DG	0,136	CC	0,045	BH	0,295	FI	0,448	OP	0,353	KK	0,695	PR	0,927	XR	0,004	BH
114	0,195	CC	0,721	PR	0,029	BH	0,217	CC	0,949	XR	0,247	DG	0,158	CC	0,056	BH	0,195	CC	0,012	BH
115	0,906	XR	0,602	PR	0,776	PR	0,511	PA	0,736	PR	0,393	KK	0,370	KK	0,148	CC	0,944	XR	0,692	PR
116	0,226	CC	0,079	BH	0,557	PR	0,914	XR	0,858	TE	0,304	FI	0,754	PR	0,371	KK	0,391	KK	0,089	CC
117	0,315	FI	0,404	KK	0,790	TE	0,144	CC	0,536	PR	0,680	PR	0,060	BH	0,108	CC	0,971	XR	0,195	CC
118	0,916	XR	0,482	OP	0,497	OP	0,809	TE	0,984	XR	0,377	KK	0,117	CC	0,252	DG	0,919	XR	0,376	KK
119	0,136	CC	0,319	FT	0,915	XR	0,780	PR	0,567	PR	0,620	PR	0,076	BH	0,080	BH	0,044	BH	0,868	TE
120	0,855	TE	0,553	PR	0,746	PR	0,131	CC	0,101	CC	0,814	TE	0,554	PR	0,999	XR	0,498	OP	0,445	OP
121	0,983	XR	0,043	BH	0,507	PA	0,446	OP	0,113	CC	0,540	PR	0,185	CC	0,291	FI	0,862	TE	0,078	BH
122	0,387	KK	0,483	OP	0,118	CC	0,361	KK	0,625	PR	0,396	KK	0,768	PR	0,657	PR	0,595	PR	0,529	PR
123	0,801	TE	0,844	TE	0,502	OP	0,679	PR	0,417	MD	0,962	XR	0,781	PR	0,020	BH	0,920	XR	0,925	XR

124	0,406	KK	0,463	OP	0,430	OP	0,609	PR	0,381	KK	0,875	TE	0,731	PR	0,004	BH	0,077	BH	0,123	CC
125	0,361	KK	0,543	PR	0,795	TE	0,682	PR	0,771	PR	0,688	PR	0,001	BH	0,995	XR	0,199	CC	0,307	FI
126	0,930	XR	0,345	KK	0,801	TE	0,535	PR	0,971	XR	0,399	KK	0,111	CC	0,059	BH	0,211	CC	0,133	CC
127	0,759	PR	0,561	PR	0,047	BH	0,871	TE	0,858	TE	0,152	CC	0,806	TE	0,325	FT	0,258	DG	0,345	KK
128	0,497	OP	0,599	PR	0,952	XR	0,654	PR	0,825	TE	0,594	PR	0,119	CC	0,324	FT	0,563	PR	0,147	CC
129	0,820	TE	0,449	OP	0,702	PR	0,214	CC	0,099	CC	0,030	BH	0,238	DG	0,926	XR	0,102	CC	0,436	OP
130	0,227	CC	0,011	BH	0,539	PR	0,593	PR	0,831	TE	0,717	PR	0,600	PR	0,355	KK	0,200	CC	0,260	DG
131	0,103	CC	0,462	OP	0,074	BH	0,278	FI	0,002	BH	0,856	TE	0,490	OP	0,301	FI	0,821	TE	0,873	TE
132	0,174	CC	0,310	FI	0,718	PR	0,954	XR	0,809	TE	0,126	CC	0,574	PR	0,217	CC	0,775	PR	0,237	DG
133	0,342	KK	0,890	XR	0,671	PR	0,332	HZ	0,328	FT	0,277	FI	0,378	KK	0,576	PR	0,903	XR	0,496	OP
134	0,722	PR	0,462	OP	0,442	OP	0,944	XR	0,601	PR	0,421	MS	0,659	PR	0,879	XR	0,095	CC	0,889	XR
135	0,302	FI	0,078	BH	0,481	OP	0,819	TE	0,253	DG	0,882	XR	0,373	KK	0,638	PR	0,289	FI	0,684	PR
136	0,263	DG	0,691	PR	0,394	KK	0,704	PR	0,935	XR	0,101	CC	0,117	CC	0,883	XR	0,190	CC	0,625	PR
137	0,521	PA	0,204	CC	0,928	XR	0,420	MS	0,814	TE	0,887	XR	0,644	PR	0,697	PR	0,975	XR	0,682	PR
138	0,697	PR	0,860	TE	0,362	KK	0,664	PR	0,344	KK	0,927	XR	0,254	DG	0,660	PR	0,413	MD	0,736	PR
139	0,068	BH	0,825	TE	0,443	OP	0,505	PA	0,858	TE	0,693	PR	0,211	CC	0,954	XR	0,973	XR	0,811	TE
140	0,059	BH	0,374	KK	0,200	CC	0,234	DG	0,900	XR	0,269	FI	0,372	KK	0,348	KK	0,478	OP	0,542	PR
141	0,518	PA	0,231	CC	0,800	TE	0,495	OP	0,228	CC	0,343	KK	0,357	KK	0,795	TE	0,658	PR	0,279	FI
142	0,970	XR	0,429	OP	0,800	TE	0,639	PR	0,466	OP	0,297	FI	0,328	FT	0,489	OP	0,177	CC	0,326	FT
143	0,355	KK	0,709	PR	0,574	PR	0,391	KK	0,026	BH	0,050	BH	0,199	CC	0,563	PR	0,799	TE	0,325	FT
144	0,366	KK	0,450	OP	0,969	XR	0,876	TE	0,069	BH	0,818	TE	0,850	TE	0,765	PR	0,610	PR	0,725	PR
145	0,644	PR	0,932	XR	0,653	PR	0,937	XR	0,728	PR	0,550	PR	0,909	XR	0,358	KK	0,040	BH	0,877	TE
146	1,000	XR	0,548	PR	0,516	PA	0,550	PR	0,433	OP	0,074	BH	0,937	XR	0,597	PR	0,898	XR	0,870	TE
147	0,240	DG	0,294	FI	0,761	PR	0,961	XR	0,962	XR	0,465	OP	0,310	FI	0,469	OP	0,994	XR	0,853	TE
148	0,068	BH	0,300	FI	0,115	CC	0,398	KK	0,994	XR	0,760	PR	0,401	KK	0,036	BH	0,360	KK	0,287	FI
149	0,993	XR	0,531	PR	0,372	KK	0,857	TE	0,640	PR	0,363	KK	0,973	XR	0,832	TE	0,085	CC	0,817	TE
150	0,714	PR	0,649	PR	0,964	XR	0,276	FI	0,056	BH	0,312	FI	0,027	BH	0,282	FI	0,993	XR	0,026	BH
151	0,483	OP	0,256	DG	0,884	XR	0,165	CC	0,201	CC	0,340	KK	0,577	PR	0,868	TE	0,927	XR	0,125	CC
152	0,783	PR	0,346	KK	0,713	PR	0,651	PR	0,248	DG	0,315	FI	0,732	PR	0,603	PR	0,431	OP	0,596	PR
153	0,874	TE	0,307	FI	0,151	CC	0,552	PR	0,649	PR	0,998	XR	0,099	CC	0,664	PR	0,555	PR	0,116	CC
154	0,983	XR	0,374	KK	0,202	CC	0,531	PR	0,018	BH	0,932	XR	0,282	FI	0,037	BH	0,319	FT	0,967	XR
155	0,614	PR	0,205	CC	0,095	CC	0,803	TE	0,536	PR	0,130	CC	0,863	TE	0,679	PR	0,563	PR	0,817	TE
156	0,487	OP	0,061	BH	0,982	XR	0,051	BH	0,962	XR	0,647	PR	0,103	CC	0,556	PR	0,095	CC	0,618	PR
157	0,505	PA	0,249	DG	0,685	PR	0,157	CC	0,607	PR	0,212	CC	0,029	BH	0,743	PR	0,241	DG	0,754	PR
158	0,741	PR	0,094	CC	0,291	FI	0,410	MD	0,180	CC	0,833	TE	0,059	BH	0,668	PR	0,049	BH	0,870	TE
159	0,585	PR	0,989	XR	0,844	TE	0,645	PR	0,321	FT	0,788	TE	0,504	PA	0,791	TE	0,126	CC	0,288	FI
160	0,224	CC	0,711	PR	0,055	BH	0,685	PR	0,212	CC	0,509	PA	0,506	PA	0,942	XR	0,507	PA	0,357	KK
161	0,699	PR	0,764	PR	0,425	OP	0,556	PR	0,592	PR	0,223	CC	0,572	PR	0,214	CC	0,326	FT	0,175	CC
162	0,637	PR	0,284	FI	0,547	PR	0,548	PR	0,540	PR	0,729	PR	0,733	PR	0,857	TE	0,718	PR	0,105	CC
163	0,079	BH	0,608	PR	0,290	FI	0,058	BH	0,679	PR	0,782	PR	0,288	FI	0,238	DG	0,058	BH	0,188	CC
164	0,611	PR	0,417	MD	0,342	KK	0,943	XR	0,194	CC	0,615	PR	0,694	PR	0,792	TE	0,238	DG	0,970	XR
165	0,254	DG	0,657	PR	0,901	XR	0,708	PR	0,436	OP	0,038	BH	0,928	XR	0,251	DG	0,255	DG	0,429	OP
166	0,046	BH	0,393	KK	0,372	KK	0,449	OP	0,994	XR	0,501	OP	0,373	KK	0,833	TE	0,376	KK	0,702	PR
167	0,393	KK	0,498	OP	0,271	FI	0,351	KK	0,129	CC	0,614	PR	0,751	PR	0,492	OP	0,325	FT	0,983	XR
168	0,070	BH	0,913	XR	0,841	TE	0,865	TE	0,240	DG	0,106	CC	0,354	KK	0,831	TE	0,664	PR	0,713	PR
169	0,703	PR	0,551	PR	0,208	CC	0,218	CC	0,103	CC	0,092	CC	0,015	BH	0,060	BH	0,050	BH	0,618	PR
170	0,446	OP	0,430	OP	0,031	BH	0,118	CC	0,887	XR	0,393	KK	0,346	KK	0,469	OP	0,362	KK	0,451	OP
171	0,584	PR	0,902	XR	0,988	XR	0,499	OP	0,554	PR	0,226	CC	0,350	KK	0,393	KK	0,933	XR	0,618	PR
172	0,848	TE	0,941	XR	0,251	DG	0,213	CC	0,423	OP	0,131	CC	0,430	OP	0,224	CC	0,390	KK	0,825	TE
173	0,925	XR	0,358	KK	0,480	OP	0,191	CC	0,960	XR	0,172	CC	0,426	OP	0,498	OP	0,738	PR	0,149	CC
174	0,814	TE	0,643	PR	0,672	PR	0,133	CC	0,120	CC	0,033	BH	0,730	PR	0,950	XR	0,620	PR	0,318	FT
175	0,581	PR	0,429	OP	0,951	XR	0,076	BH	0,294	FI	0,739	PR	0,172	CC	0,700	PR	0,609	PR	0,421	MS
176	0,367	KK	0,757	PR	0,989	XR	0,895	XR	0,042	BH	0,896	XR	0,845	TE	0,377	KK	0,621	PR	0,880	XR
177	0,107	CC	0,054	BH	0,127	CC	0,037	BH	0,768	PR	0,484	OP	0,100	CC	0,967	XR	0,237	DG	0,871	TE

178	0,901	XR	0,264	FI	0,533	PR	0,987	XR	0,725	PR	0,841	TE	0,448	OP	0,788	TE	0,804	TE	0,013	BH
179	0,710	PR	0,021	BH	0,047	BH	0,729	PR	0,741	PR	0,199	CC	0,622	PR	0,502	OP	0,458	OP	0,960	XR
180	0,914	XR	0,357	KK	0,701	PR	0,338	KK	0,035	BH	0,972	XR	0,196	CC	0,190	CC	0,904	XR	0,421	MS
181	0,569	PR	0,764	PR	0,575	PR	0,383	KK	0,785	TE	0,411	MD	0,887	XR	0,542	PR	0,087	CC	0,402	KK
182	0,552	PR	0,674	PR	0,025	BH	0,194	CC	0,928	XR	0,111	CC	0,014	BH	0,530	PR	0,613	PR	0,986	XR
183	0,178	CC	0,372	KK	0,136	CC	0,661	PR	0,025	BH	0,579	PR	0,153	CC	0,249	DG	0,320	FT	0,811	TE
184	0,341	KK	0,696	PR	0,567	PR	0,266	FI	0,687	PR	0,581	PR	0,636	PR	0,433	OP	0,590	PR	0,897	XR
185	0,788	TE	0,986	XR	0,226	CC	0,392	KK	0,886	XR	0,181	CC	0,207	CC	0,201	CC	0,488	OP	0,029	BH
186	0,168	CC	0,952	XR	0,720	PR	0,567	PR	0,215	CC	0,948	XR	0,741	PR	0,837	TE	0,812	TE	0,579	PR
187	0,540	PR	0,441	OP	0,296	FI	0,912	XR	0,523	PR	0,672	PR	0,639	PR	0,711	PR	0,925	XR	0,190	CC
188	0,148	CC	0,217	CC	0,950	XR	0,711	PR	0,294	FI	0,461	OP	0,196	CC	0,813	TE	0,999	XR	0,530	PR
189	0,979	XR	0,520	PA	0,815	TE	0,244	DG	0,849	TE	0,578	PR	0,126	CC	0,767	PR	0,863	TE	0,072	BH
190	0,100	CC	0,721	PR	0,224	CC	0,222	CC	0,290	FI	0,531	PR	0,138	CC	0,004	BH	0,875	TE	0,560	PR
191	0,226	CC	0,900	XR	0,718	PR	0,474	OP	0,309	FI	0,924	XR	0,207	CC	0,670	PR	0,297	FI	0,908	XR
192	0,128	CC	0,845	TE	0,773	PR	0,206	CC	0,362	KK	0,918	XR	0,139	CC	0,976	XR	0,129	CC	0,049	BH
193	0,042	BH	0,253	DG	0,604	PR	0,930	XR	0,244	DG	0,144	CC	0,881	XR	0,720	PR	0,752	PR	0,565	PR
194	0,427	OP	0,734	PR	0,751	PR	0,905	XR	0,525	PR	0,001	BH	0,610	PR	0,779	PR	0,755	PR	0,892	XR
195	0,070	BH	0,494	OP	0,321	FT	0,502	OP	0,514	PA	0,946	XR	0,981	XR	0,946	XR	0,930	XR	0,496	OP
196	0,199	CC	0,582	PR	0,597	PR	0,756	PR	0,236	DG	0,926	XR	0,414	MD	0,133	CC	0,252	DG	0,252	DG
197	0,715	PR	0,178	CC	0,263	DG	0,580	PR	0,175	CC	0,460	OP	0,935	XR	0,392	KK	0,417	MD	0,453	OP

## EK 3

Ay bazında 1 teknisyene düşen ortalama arıza giderme süresi

AY	KİŞİ	ÇALIŞMA	1 ADAM	ARIZA GİDERME SÜRESİ	
Oca.08	9	616,33	68,48	61,12	OCAK
Oca.07	7	411,17	58,74		
Oca.06	7	393,00	56,14		
Şub.08	9	482,50	53,61	47,13	ŞUBAT
Şub.07	7	330,67	47,24		
Şub.06	7	283,83	40,55		
Mar.08	9	567,18	63,02	63,45	MART
Mar.07	7	504,50	72,07		
Mar.06	7	386,83	55,26		
Nis.08	8	633,83	79,23	70,90	NİSAN
Nis.07	7	513,43	73,35		
Nis.06	7	420,83	60,12		
May.08	9	555,33	61,70	76,66	MAYIS
May.07	7	634,17	90,60		
May.06	7	543,67	77,67		
Haz.08	9	789,17	87,69	81,78	HAZİRAN
Haz.07	7	529,83	75,69		
Haz.06	7	573,83	81,98		
Tem.08	9	941,70	104,63	93,63	TEMMUZ
Tem.07	7	645,33	92,19		
Tem.06	7	588,50	84,07		
Ağu.08	9	1072,50	119,17	102,56	AĞUSTOS
Ağu.07	7	724,50	103,50		

Ağu.06	7	595,00	85,00		
Eyl.08	9	796,17	88,46	72,56	EYLÜL
Eyl.07	7	470,68	67,24		
Eyl.06	7	433,83	61,98		
Eki.08	9	811,83	90,20	79,10	EKİM
Eki.07	10	681,58	68,16		
Eki.06	7	552,50	78,93		
Kas.08	9	671,67	74,63	68,48	KASIM
Kas.07	9	557,23	61,91		
Kas.06	7	482,17	68,88		
Ara.08	9	586,43	65,16	66,56	ARALIK
Ara.07	9	696,33	77,37		
Ara.06	7	400,00	57,14		

## EK 4

Ay bazında sistemlerde meydana gelen 1 arızanın ortalama tamir süresi

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN
SİST.	SÜRE	SÜRE	SÜRE	SÜRE	SÜRE	SÜRE
BH	2,28	2,00	2,01	2,00	2,54	2,80
CC	2,97	2,36	2,46	2,55	2,04	2,36
DG	2,66	1,83	1,65	2,50	2,57	1,31
FI	1,95	3,12	2,62	1,69	1,24	1,55
FT	1,53	1,00	2,75	1,20	1,10	1,25
HZ	3,33	3,50	1,50	2,43	2,00	1,30
KG	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	0,00
KK	2,02	1,55	1,53	1,70	1,29	1,51
MD	1,25	2,30	1,50	1,92	1,07	1,14
MS	1,00	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00
OP	3,11	2,48	2,87	3,36	2,54	2,83
PA	1,41	1,14	1,17	1,43	1,28	2,09
PR	2,85	2,73	3,06	3,29	3,95	4,40
TE	1,46	1,28	1,68	1,38	1,53	1,34
XR	1,80	2,40	2,36	2,11	1,94	1,80
FA	0,00	1,00	2,08	2,33	3,44	3,17
IN	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	2,50
IT	0,00	1,00	2,00	1,00	1,00	0,00
YK	0,00	1,00	0,00	0,50	1,00	1,67
YM	0,00	0,00	0,00	1,75	2,00	0,00
AS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ET	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOPL.	30,62	32,69	34,74	37,32	34,54	34,02

	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
SİST.	SÜRE	SÜRE	SÜRE	SÜRE	SÜRE	SÜRE
BH	3,00	3,71	3,53	3,01	2,32	2,18
CC	1,77	2,36	1,59	2,30	2,27	2,79
DG	1,65	4,17	1,82	2,56	2,19	1,92
FI	1,66	1,77	1,83	1,82	1,76	1,74
FT	1,33	1,50	1,00	1,20	1,50	1,17
HZ	1,90	2,25	2,23	1,43	4,07	5,20

<b>KG</b>	3,00	1,72	1,30	1,33	1,00	5,22
<b>KK</b>	1,57	1,65	1,28	1,61	1,46	1,78
<b>MD</b>	1,50	1,17	1,00	1,00	1,25	2,20
<b>MS</b>	0,00	1,33	0,00	1,00	1,50	0,00
<b>OP</b>	2,79	2,41	2,04	3,10	2,72	2,65
<b>PA</b>	1,71	1,11	1,30	1,32	1,25	2,18
<b>PR</b>	4,66	5,43	5,59	4,10	3,47	3,24
<b>TE</b>	1,32	1,48	1,39	1,53	1,58	1,74
<b>XR</b>	2,03	2,13	1,79	2,17	2,01	2,08
<b>FA</b>	0,00	0,00	1,25	2,50	4,00	5,00
<b>IN</b>	1,75	1,38	0,00	2,00	2,00	0,00
<b>IT</b>	1,00	1,00	1,83	2,00	1,00	2,00
<b>YK</b>	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00
<b>YM</b>	2,00	1,75	0,00	0,00	2,00	0,00
<b>AS</b>	0,00	0,00	2,50	1,00	2,00	0,00
<b>EK</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00
<b>ET</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
<b>TOPL.</b>	<b>35,64</b>	<b>39,33</b>	<b>33,28</b>	<b>37,99</b>	<b>45,35</b>	<b>44,09</b>

EK 5 – 11 ay için işyükü ve işgücü dengeleme simülasyon sonuçları

Şubat ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simülasyon sonucu

<b>Sist.</b>	<b>Arıza S.</b>	<b>Ort. Tamir Süresi</b>	<b>Toplam Arıza Giderme Süresi</b>
<b>BH</b>	9	2,00	17,40
<b>CC</b>	19	2,36	45,38
<b>DG</b>	4	1,83	6,42
<b>FI</b>	16	3,12	48,62
<b>FT</b>	2	1,00	1,70
<b>HZ</b>	1	3,50	1,75
<b>KG</b>	0	1,00	0,20
<b>KK</b>	12	1,55	18,56
<b>MD</b>	1	2,30	3,22
<b>MS</b>	0	1,00	0,30
<b>OP</b>	11	2,48	26,29
<b>PA</b>	2	1,14	1,94
<b>PR</b>	47	2,73	127,01
<b>TE</b>	16	1,28	20,99
<b>XR</b>	21	2,40	49,90
<b>FA</b>	0	1,00	0,40
<b>IT</b>	0	1,00	0,30
<b>YK</b>	0	1,00	0,10

**370,48**

Ortalama 1 adam arıza giderme süresi

47,13

47,13

9 adam

**424,17**

## Mart ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simülasyon sonucu

Sist.	Arıza S.	Ort. Tamir Süresi	Toplam Arıza Giderme Süresi
BH	15	2,01	30,96
CC	23	2,46	55,93
DG	4	1,65	5,78
FI	14	2,62	37,40
FT	2	2,75	5,23
HZ	0	1,50	0,60
KG	1	1,00	1,00
KK	10	1,53	14,88
MD	1	1,50	0,75
MS	1	1,00	1,10
OP	15	2,87	41,57
PA	3	1,17	2,92
PR	57	3,06	174,59
TE	23	1,68	39,12
XR	29	2,36	68,94
FA	2	2,08	3,33
IN	0	1,50	0,00
IT	0	2,00	0,60
			<b>484,70</b>

Ortalama 1 adam arıza giderme süresi

63,45

9 adam

**571,05**

## Nisan ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simülasyon sonucu

Sist.	Arıza S.	Ort. Tamir Süresi	Toplam Arıza Giderme Süresi
BH	14	2,00	28,25
CC	29	2,55	73,56
DG	7	2,50	17,00
FI	16	1,69	27,64
FT	1	1,20	1,44
HZ	2	2,43	5,59
KG	0	3,00	0,90
KK	14	1,70	23,56
MD	6	1,92	10,58
MS	1	1,17	1,52
OP	18	3,36	61,82
PA	2	1,43	3,29
PR	54	3,29	178,47
TE	19	1,38	26,69
XR	30	2,11	63,39
FA	1	2,33	2,33
IT	0	1,00	0,40
YK	1	0,50	0,40
YM	0	1,75	0,00
<b>TOPL.</b>			<b>526,82</b>

Ortalama 1 adam arıza giderme süresi

70,9

9 adam

**638,1**

## Mayıs ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simulasyon sonucu

Sist.	Arıza S.	Ort. Tamir Süresi	Toplam Arıza Giderme Süresi
BH	20	2,54	49,96
CC	26	2,04	52,03
DG	7	2,57	16,99
FI	15	1,24	18,02
FT	4	1,10	4,18
HZ	2	2,00	3,40
KG	0	1,00	0,30
KK	11	1,29	14,75
MD	3	1,07	3,11
MS	2	1,00	2,30
OP	14	2,54	35,30
PA	3	1,28	3,32
PR	68	3,95	266,76
TE	25	1,53	38,21
XR	35	1,94	68,19
FA	1	3,44	3,44
IT	1	1,00	0,70
YK	1	1,00	0,50
YM	0	2,00	0,00
<b>TOPL.</b>			<b>581,47</b>

Ortalama 1 adam arıza giderme süresi

76,66

9 adam

**689,94**

## Haziran ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simulasyon sonucu

Sist.	Arıza S.	Ort. Tamir Süresi	Toplam Arıza Giderme Süresi
BH	18	2,80	50,76
CC	20	2,36	47,30
DG	3	1,31	3,81
FI	18	1,55	28,41
FT	2	1,25	2,25
HZ	2	1,30	2,60
KK	20	1,51	29,81
MD	2	1,14	2,29
MS	0	1,00	0,10
OP	20	2,83	57,41
PA	5	2,09	9,62
PR	61	4,40	268,77
TE	30	1,34	39,59
XR	41	1,80	74,13
FA	1	3,17	4,12
IN	0	2,50	1,00
YK	1	1,67	0,83
<b>TOPL.</b>			<b>622,78</b>

Ortalama 1 adam arıza giderme süresi

81,78

9 adam

**736,02**



## Temmuz ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simulasyon sonucu

Sist.	Arıza S.	Ort. Tamir Süresi	Toplam Arıza Giderme Süresi
BH	26	3,00	76,85
CC	29	1,77	52,14
DG	3	1,65	4,79
FI	14	1,66	23,77
FT	3	1,33	3,87
HZ	3	1,90	5,33
KG	0	3,00	0,60
KK	24	1,57	37,45
MD	6	1,50	8,70
OP	20	2,79	55,58
PA	4	1,71	7,16
PR	66	4,66	305,53
TE	33	1,32	43,15
XR	46	2,03	92,62
IN	1	1,75	1,05
IT	0	1,00	0,40
YK	1	1,00	0,50
YM	1	2,00	1,00
<b>TOPL.</b>			<b>720,50</b>

Ortalama 1 adam arıza giderme süresi

93,63

9 adam

**842,67**

## Ağustos ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simulasyon sonucu

Sist.	Arıza S.	Ort. Tamir Süresi	Toplam Arıza Giderme Süresi
BH	21	3,71	76,51
CC	22	2,36	51,43
DG	10	4,17	41,73
FI	21	1,77	37,61
FT	2	1,50	2,85
HZ	1	2,25	3,15
KG	4	1,72	6,54
KK	19	1,65	31,85
MD	3	1,17	3,85
MS	1	1,33	1,20
OP	21	2,41	50,45
PA	4	1,11	4,65
PR	59	5,43	322,73
TE	30	1,48	43,73
XR	54	2,13	115,97
IN	2	1,38	2,20
IT	1	1,00	0,50
YK	1	1,00	1,20
YM	0	1,75	0,00
<b>TOPL.</b>			<b>798,17</b>

Ortalama 1 adam arıza giderme süresi

102,56

9 adam

**923,04**

## Eylül ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simulasyon sonucu

Sist.	Arıza S.	Ort. Tamir Süresi	Toplam Arıza Giderme Süresi
BH	18	3,53	62,04
CC	20	1,59	31,89
DG	5	1,82	9,29
FI	16	1,83	29,33
FT	2	1,00	1,50
HZ	2	2,23	5,13
KG	2	1,30	2,60
KK	20	1,28	25,47
MD	1	1,00	1,30
OP	16	2,04	31,66
PA	2	1,30	2,08
PR	47	5,59	261,11
TE	19	1,39	26,72
XR	41	1,79	72,67
AS	0	2,50	0,50
FA	1	1,25	0,88
IT	2	1,83	3,30
			<b>567,45</b>

Ortalama 1 adam arıza giderme süresi

72,56      9 adam      **653,04**

## Ekim ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simulasyon sonucu

Sist.	Arıza S.	Ort. Tamir Süresi	Toplam Arıza Giderme Süresi
BH	20	3,01	60,82
CC	20	2,30	45,57
DG	4	2,56	8,94
FI	23	1,82	41,02
FT	2	1,20	2,40
HZ	2	1,43	2,71
KG	1	1,33	1,47
KK	22	1,61	35,64
MD	2	1,00	1,50
MS	0	1,00	0,20
OP	27	3,10	84,41
PA	6	1,32	7,94
PR	63	4,10	259,88
TE	28	1,53	42,42
XR	38	2,17	82,16
AS	0	1,00	0,40
FA	1	2,50	3,25
IN	1,3	2	2,60
IT	0	2	0,00
YK	0	1	0,00
<b>TOPL.</b>			<b>683,34</b>

Ortalama 1 adam arıza giderme süresi

79,1      9 adam      **711,9**

## Kasım ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simülasyon sonucu

Sist.	Arıza S.	Ort. Tamir Süresi	Toplam Arıza Giderme Süresi
BH	17	2,32	39,28
CC	25	2,27	57,46
DG	7	2,19	14,88
FI	16	1,76	28,43
FT	0	1,50	0,60
HZ	2	4,07	9,77
KG	1	1,00	1,40
KK	19	1,46	28,41
MD	0	1,25	0,25
MS	1	1,50	0,90
OP	25	2,72	68,11
PA	3	1,25	4,00
PR	54	3,47	188,05
TE	30	1,58	47,47
XR	39	2,01	78,99
AS	0	2,00	0,40
EK	0	2,00	0,40
ET	3	1,00	3,20
FA	0	4,00	0,00
IN	0	2,00	0,00
IT	0	1,00	0,00
YK	0	1,00	0,00
YM	0	2,00	0,00
<b>TOPL.</b>			<b>572,00</b>

Ortalama 1 adam arıza giderme süresi

68,48

9 adam

**616,32**

## Aralık ayına ait işyükü ve işgücü dengeleme simülasyon sonucu

Sist.	Arıza S.	Ort. Tamir Süresi	Toplam Arıza Giderme Süresi
BH	21	2,18	46,74
CC	28	2,79	77,51
DG	4	1,92	6,92
FI	9	1,74	16,03
FT	3	1,17	3,03
HZ	1	5,20	7,28
KG	1	5,22	3,66
KK	24	1,78	43,02
MD	3	2,20	6,38
OP	27	2,65	71,20
PA	4	2,18	7,85
PR	50	3,24	161,45
TE	20	1,74	34,70
XR	34	2,08	70,60



<b>MS</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<b>0</b>
<b>OP</b>	3	2	2	0	3	2	0	3	2	1	<b>2</b>
<b>PA</b>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	<b>0</b>
<b>PR</b>	3	4	9	9	5	9	10	5	6	5	<b>7</b>
<b>TE</b>	4	2	4	3	3	1	3	4	1	5	<b>3</b>
<b>XR</b>	3	3	4	6	1	5	2	4	2	6	<b>4</b>
<b>FA</b>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>IN</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>IT</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>26</b>

Nisan ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet simulasyon ve ortalama sonuç

<b>Beklenen</b>											
<b>Sist.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Arıza Sayısı</b>
<b>BH</b>	2	2	0	7	1	6	2	1	2	2	<b>3</b>
<b>CC</b>	4	1	3	2	6	3	6	4	6	4	<b>4</b>
<b>DG</b>	1	0	1	0	1	0	1	2	0	0	<b>1</b>
<b>FI</b>	2	2	2	2	4	2	1	4	2	1	<b>2</b>
<b>FT</b>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>HZ</b>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	<b>0</b>
<b>KG</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	<b>0</b>
<b>KK</b>	1	3	0	1	1	1	1	1	2	2	<b>1</b>
<b>MD</b>	1	2	1	0	1	1	1	1	1	0	<b>1</b>
<b>MS</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>OP</b>	4	4	3	3	1	4	2	4	0	3	<b>3</b>
<b>PA</b>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	<b>0</b>
<b>PR</b>	4	7	4	6	6	4	5	5	5	6	<b>5</b>
<b>TE</b>	3	2	4	4	5	2	5	3	4	4	<b>4</b>
<b>XR</b>	6	5	12	4	5	5	5	3	7	4	<b>6</b>
<b>FA</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<b>0</b>
<b>IT</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>YK</b>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>YM</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>30</b>

Mayıs ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet simulasyon ve ortalama sonuç

<b>Beklenen</b>											
<b>Sist.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Arıza Sayısı</b>
<b>BH</b>	4	2	0	1	3	6	1	3	3	3	<b>3</b>
<b>CC</b>	3	3	2	2	4	1	3	2	5	5	<b>3</b>
<b>DG</b>	1	1	1	0	1	0	2	0	1	0	<b>1</b>
<b>FI</b>	2	0	1	4	5	2	3	2	3	1	<b>2</b>
<b>FT</b>	1	2	0	1	0	1	0	0	0	1	<b>1</b>
<b>HZ</b>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>KG</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>KK</b>	3	2	3	2	2	2	1	1	3	1	<b>2</b>
<b>MD</b>	0	0	1	0	2	0	0	1	2	0	<b>1</b>
<b>MS</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>OP</b>	3	1	3	2	2	3	3	0	0	4	<b>2</b>

PA	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
PR	7	9	11	12	6	8	7	10	7	6	8
TE	4	7	6	3	3	5	4	4	2	1	4
XR	4	2	1	1	6	3	7	6	6	8	4
FA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
YK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
YM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	32	30	29	28	34	31	32	30	33	32	31

Haziran ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet simulasyon ve ortalama sonuç

Sist.	Beklenen										Arıza Sayısı
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
BH	4	4	6	0	1	6	0	1	4	5	3
CC	3	3	0	3	3	4	4	1	7	1	3
DG	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
FI	3	6	1	0	4	2	2	0	0	1	2
FT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HZ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
KK	3	4	5	3	3	1	4	7	2	4	4
MD	1	0	0	2	0	0	0	1	1	0	1
MS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OP	2	2	1	4	2	2	2	3	1	1	2
PA	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1
PR	7	3	8	8	10	5	11	9	8	7	8
TE	3	6	5	5	2	4	2	6	4	6	4
XR	5	8	4	6	3	7	3	3	3	7	5
FA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IN	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
YK	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	32	37	32	32	29	33	28	33	30	34	32

Temmuz ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet simulasyon ve ortalama sonuç

Sist.	Beklenen										Arıza Sayısı
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
BH	1	5	3	2	4	4	2	3	2	4	3
CC	5	2	1	3	2	10	5	4	1	5	4
DG	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0
FI	2	0	0	2	3	2	2	1	3	1	2
FT	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
HZ	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
KG	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
KK	2	5	5	4	1	2	3	2	5	0	3
MD	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
OP	4	3	3	5	3	4	1	2	5	0	3
PA	0	0	2	0	1	1	0	1	0	0	1
PR	10	8	8	9	8	5	12	10	7	11	9

<b>TE</b>	2	7	3	3	4	4	5	2	6	2	<b>4</b>
<b>XR</b>	4	4	9	4	6	6	2	6	6	6	<b>5</b>
<b>IN</b>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>IT</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>YK</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>YM</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>37</b>	<b>30</b>	<b>34</b>

Ağustos ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet simulasyon ve ortalama sonuç

<b>Beklenen</b>											
<b>Sist.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Arıza Sayısı</b>
<b>BH</b>	5	2	3	2	2	6	4	2	1	3	<b>3</b>
<b>CC</b>	4	4	4	4	10	2	6	8	5	1	<b>5</b>
<b>DG</b>	1	1	2	1	1	3	0	1	1	1	<b>1</b>
<b>FI</b>	2	5	3	5	4	0	1	6	1	4	<b>3</b>
<b>FT</b>	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>0</b>
<b>HZ</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>KG</b>	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	<b>1</b>
<b>KK</b>	2	0	0	3	4	3	3	2	4	5	<b>3</b>
<b>MD</b>	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	<b>1</b>
<b>MS</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>OP</b>	4	6	2	2	3	2	5	3	4	0	<b>3</b>
<b>PA</b>	1	0	3	1	0	1	0	0	1	0	<b>1</b>
<b>PR</b>	6	6	4	7	7	3	7	5	8	9	<b>6</b>
<b>TE</b>	3	7	7	5	3	4	1	4	5	3	<b>4</b>
<b>XR</b>	7	4	11	7	0	10	5	7	4	6	<b>6</b>
<b>IN</b>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>IT</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>YK</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	<b>0</b>
<b>YM</b>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>35</b>	<b>38</b>	<b>42</b>	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>35</b>	<b>39</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>37</b>

Eylül ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet simulasyon ve ortalama sonuç

<b>Beklenen</b>											
<b>Sist.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Arıza Sayısı</b>
<b>BH</b>	3	1	3	2	2	3	3	5	0	4	<b>3</b>
<b>CC</b>	2	3	2	4	2	2	3	2	1	2	<b>2</b>
<b>DG</b>	0	2	2	2	2	0	1	0	0	0	<b>1</b>
<b>FI</b>	1	2	2	2	0	2	1	2	0	1	<b>1</b>
<b>FT</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	<b>0</b>
<b>HZ</b>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	<b>0</b>
<b>KG</b>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	<b>0</b>
<b>KK</b>	3	3	0	1	3	1	2	2	3	5	<b>2</b>
<b>MD</b>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	<b>0</b>
<b>OP</b>	2	2	2	1	2	3	1	3	2	3	<b>2</b>
<b>PA</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>PR</b>	6	7	7	6	6	6	5	3	9	4	<b>6</b>

<b>TE</b>	2	0	1	2	2	3	1	4	1	4	<b>2</b>
<b>XR</b>	4	4	2	5	7	4	8	5	4	5	<b>5</b>
<b>AS</b>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	<b>0</b>
<b>FA</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>IT</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	25	25	21	27	26	24	27	28	21	29	<b>25</b>

Ekim ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet simülasyon ve ortalama sonuç

<b>Beklenen</b>											
<b>Sist.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Arıza Sayısı</b>
<b>BH</b>	1	0	2	1	1	0	3	1	1	1	<b>1</b>
<b>CC</b>	4	3	4	2	3	2	4	0	5	0	<b>3</b>
<b>DG</b>	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
<b>FI</b>	4	4	2	2	8	2	4	2	1	3	<b>3</b>
<b>FT</b>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	<b>0</b>
<b>HZ</b>	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	<b>0</b>
<b>KG</b>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>0</b>
<b>KK</b>	2	0	3	1	1	2	1	5	4	2	<b>2</b>
<b>MD</b>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>MS</b>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>OP</b>	4	4	4	5	5	4	3	5	0	4	<b>4</b>
<b>PA</b>	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>PR</b>	7	8	4	7	3	8	8	8	8	10	<b>7</b>
<b>TE</b>	2	1	7	3	2	1	1	3	5	3	<b>3</b>
<b>XR</b>	4	6	2	1	8	7	3	2	6	3	<b>4</b>
<b>AS</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>FA</b>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>IN</b>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	<b>0</b>
<b>IT</b>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>YK</b>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	<b>0</b>
	29	27	33	28	33	29	28	29	31	27	<b>29</b>

Kasım ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet simülasyon ve ortalama sonuç

<b>Beklenen</b>											
<b>Sist.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Arıza Sayısı</b>
<b>BH</b>	6	9	1	1	2	1	1	3	1	5	<b>3</b>
<b>CC</b>	2	4	2	4	4	2	4	3	6	3	<b>3</b>
<b>DG</b>	0	0	0	1	0	0	1	3	1	2	<b>1</b>
<b>FI</b>	5	3	2	3	1	2	4	3	3	2	<b>3</b>
<b>FT</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>HZ</b>	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	<b>0</b>
<b>KG</b>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>KK</b>	0	2	1	2	2	2	3	0	5	1	<b>2</b>
<b>MD</b>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>MS</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>OP</b>	1	1	2	0	4	3	0	2	1	3	<b>2</b>
<b>PA</b>	0	2	0	2	0	1	0	0	0	1	<b>1</b>



<b>PR</b>	4	3	10	7	5	10	7	6	5	4	<b>6</b>
<b>TE</b>	6	6	4	3	0	0	1	3	3	7	<b>3</b>
<b>XR</b>	6	1	2	7	6	4	6	3	6	1	<b>4</b>
<b>AS</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>EK</b>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>0</b>
<b>ET</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>FA</b>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	<b>0</b>
<b>IN</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>IT</b>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	<b>0</b>
<b>YK</b>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>YM</b>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>0</b>
	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>29</b>

Aralık ayı için aylık bir teknisyene düşen arıza sayısı 10 adet simulasyon ve ortalama sonuç

<b>Sist.</b>	<b>Beklenen</b>										<b>Arıza Sayısı</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
<b>BH</b>	4	6	2	1	1	1	5	3	4	4	<b>3</b>
<b>CC</b>	3	0	5	4	6	4	4	4	3	6	<b>4</b>
<b>DG</b>	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	<b>0</b>
<b>FI</b>	4	2	1	0	1	1	1	0	0	1	<b>1</b>
<b>FT</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>HZ</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>KG</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>KK</b>	2	5	4	2	5	0	1	4	4	3	<b>3</b>
<b>MD</b>	1	0	0	0	2	0	1	1	0	0	<b>1</b>
<b>OP</b>	1	3	3	6	2	4	5	1	2	1	<b>3</b>
<b>PA</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>PR</b>	8	5	6	6	5	8	4	8	7	6	<b>6</b>
<b>TE</b>	1	1	3	2	0	2	3	1	2	3	<b>2</b>
<b>XR</b>	2	7	1	4	3	4	3	4	4	3	<b>4</b>
<b>FA</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>IT</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>YK</b>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>27</b>

## Ö Z G E Ç M İ Ş

**Adı ve SOYADI** : Levent DÖNMEZ  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 02/06/1983 Uzunköprü / EDİRNE  
**Medeni Durumu** : Bekar

### Eğitim Durumu

**Mezun Olduğu Lise** : Edirne Fen Lisesi  
**Lisans Diploması** : Elektrik –Elektronik Mühendisliği  
**Yükseklisans Diploması:**  
**Tez Konusu** : İşletmelerde Bakım Planlaması ve Arıza Analizi  
**Yabancı Dil / Diller** : İngilizce, Almanca

### İş Denevimi

**Projeler** : DC Motor, Mikrodenetleyici ile motor hızının kontrolü (2005)  
Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir / TÜRKİYE  
**Çalıştığı Kurumlar** : Key Mühendislik Proje Taahhüt ve Limited Şirketi (2005 – 2007)  
ICF Airports Antalya Havalimanı 1. Dış Hatlar Terminali Teknik  
(2007 - ...)  
**Adres** : Güzeloba Mah. Fırat Sok. Papatya Sitesi D Blok No : 18  
Lara / ANTALYA  
**Tel. no** : 0 536 330 98 83