

**TERMİK SANTRALLARDA BAKIM YÖNETİM SİSTEMİNİN ENERJİ
VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİ**

Serkan ÖZEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE EĞİTİMİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞUBAT 2012

ANKARA

Serkan ÖZEK tarafından hazırlanan “TERMİK SANTRALLARDA BAKIM YÖNETİM SİSTEMİNİN ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof.Dr. Mustafa İLBAŞ

.....

Tez Danışmanı, Makine Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Halil ARIK

.....

Metal Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof. Dr. Mustafa İLBAŞ

.....

Makine Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof. Dr. H.Mehmet ŞAHİN

.....

Makine Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih: 27/02/2012

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Serkan ÖZEK

TERMİK SANTRALLARDA BAKIM YÖNETİM SİSTEMİNİN ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Serkan ÖZEK

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Şubat 2012

ÖZET

İnsan ve yaşam, yaşam ve enerji, enerji ve elektrik birbirini tamamlayan ve birbiri ile var olma ilişkisi içerisinde bulunan gerçekliklerdir. Ülkelerin kalkınma hızının ve gelişmişliğinin elektrik enerjisi tüketimi ile ve kurulu güç kapasitesi ile tanımlandığı günümüz 2011 dünyasında ülkemizin enerji ihtiyacı günden güne artmaktadır. Gelişmekte olan ülkemizin yıllık elektrik üretim ihtiyacındaki artışı 1990’lardan bu yana ortalama % 4,6 olurken bu oran Avrupa Birliği ortalaması olan % 1,6 ‘yı bile geride bırakmıştır. Bu bağlamda enerji üretimimizin ve üretirken kullandığımız metotlar ile verimliliğimizin artırılması kaçınılmaz olmuştur.

Bakım ve işletme, Elektrik Üretim Santrallarının düzgün bir biçimde yönetilebilmesi, güvenli ve kaliteli elektrik üretimi için vazgeçilmez iki unsurdur. Birinin başarılı olması ya da olmaması diğerini doğrudan etkilemekte ve bu iki vazgeçilmez öge hiçbir biçimde birbirinden ayıramamaktadır. Ayrıca, bakım veya işletme üzerinde yapılan iyileştirmeler diğerini de düzelmeye zorlamakta sonuçta santral için toplam iyileşmeye katkı sağlamakta olup bu sayede etkin ve verimli bir elektrik üretimi sağlanarak zaten az olan kaynaklarımızın efektif bir biçimde kullanılabilirliği sağlanmaktadır.

Bu tez çalışmasında Seyitömer Termik Santrali için bakım faaliyetlerinin nasıl iyileştirilebileceği araştırılmış, bunun için bir bakım yönetim sistemi kurulması gerektiği çıkarımı yapılmıştır. Akabinde bakım yönetim sisteminin bileşenleri incelenmiş, bakım yönetim sistemlerinin tarihsel gelişimi ve hedef santrale kurulum aşamaları anlatılmıştır. Metodoloji olarak gerek santral gerçekleri gerekse Dünya uygulamaları üzerine çalışarak kabuller yapılmış ve kurulan sistem sayesinde enerji verimliliğinin ne kadar arttırılabileceği ifade edilmiştir.

Bilim Kodu : 708.1.033
Anahtar Kelimeler : Bakım yönetim sistemi, termik santral
Sayfa Adedi : 89
Tez Yöneticisi : Prof.Dr.Mustafa İLBAŞ

**EFFECTS OF MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM ON ENERGY
EFFICIENCY IN THERMAL POWER PLANTS**

(M.Sc. Thesis)

Serkan ÖZEK

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

February 2012

ABSTRACT

Human and life, life and energy , energy and electricity all of them completes each other and each of them realizing with their relations. Rate of growth and development of the countries with the consumption of electrical energy and power capacity installed by 2011 as defined in today's world our country's energy needs are increasing day by day. Developing country with a need for an annual increase in electricity production since the 1990s, this rate environment, while the EU average of 4.6%, Turkey's average 1.6% even surpassed. In this context, the methods used to produce energy production and increasing productivity has been inevitable.

Maintenance and operation, big truth for power plants as directing in good management and generating reliable and quality electricity. Also, maintenance or other improvements made in the improvement in business ultimately forcing the central and thus contribute to the improvement for the total electricity production of an effective and efficient manner by ensuring the availability of effective resources that are already provided at.

In this thesis, it is investigated how to improve maintenance activities for Seyitömer Thermal Power Plant and It was concluded that a maintenance management system should be established. Maintenance management system components are subsequently examined the historical development of maintenance management systems and the target plant installation phases are described. Applications need to be working on the central facts of the methodology and assumptions made world and how much help increase the efficiency of energy are expressed through the established system.

Science Code : 708.1.033
Key Words : Maintenance management system, power plant
Page Number : 89
Adviser : Prof.Dr.Mustafa İLBAŞ

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren ilgisini hiç eksik etmeyen hocam Prof.Dr. Mustafa İLBAŞ'a, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım bütün EÜAŞ personeline, Yüksek Lisans yapma konusunda bana destek veren EÜAŞ APK Daire Başkanlığı ve AR-GE Müdürlüğüne, Bakım Yönetim Sistemi Projesi organizasyonunda görevli tüm çalışma arkadaşlarıma, beni daha ileriye gitme konusunda her zaman motive eden Sevgili Annem, Babam ve canım Kardeşime ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan değerli Eşim Özge ve canım Kızım Ece Zeynep ÖZEK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Büyük Türkiye Cumhuriyeti Devletine...

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ	1
2. DÜNYA ENERJİ GÖRÜNÜMÜ	11
2.1. 2030'a Doğru Dünyadaki Enerji Trendleri	11
2.1.1. Elektrik enerjisi talebi	13
2.1.2. Elektrik enerji arzı	15
2.1.3. Kişi başına elektrik enerjisi tüketimi ve CO ₂ emisyon değerleri	17
2.1.4. Enerji sektörü kaynaklı CO ₂ emisyonlarında küresel trendler	18
2.2. Türkiye Enerji Görünümü	19
2.2.1. Birincil enerji arzında ithalat bağımlılığı	20
2.2.2. Türkiye'nin elektrik enerjisi talep gelişimi (1975-2009)	21
2.2.3. Türkiye'nin kaynak bazında elektrik enerjisi üretimi	21
2.2.4. Türkiye elektrik enerjisi 10 yıllık üretim kapasite projeksiyonu.....	23
2.2.5. Elektrik talebinin karşılanması (arz güvenliği)	24
3. ENERJİ ÜRETİM TESİSLERİNDE BAKIM YÖNETİM SİSTEMİ.....	25
3.1. Bakım Nedir?	29
3.2. Dünyada Bakım Felsefesinin Gelişimi.....	30

	Sayfa
3.3. Düzeltici Bakım.....	32
3.4. Önleyici Bakım	33
3.5. Kestirimci Bakım	36
3.5.1. Kestirimci bakım yöntemleri.....	37
3.6. Tesis Ekipmanlarının Sınıflandırılması.....	38
3.7. Santral Bakımında Temel Yaklaşımlar	40
3.7.1. Santral bakımın beş temel ögesi.....	41
3.8. Bakım Yöntemlerinin Karşılaştırılması	42
3.9. Çeşitli Tanım ve Kavramlar	44
3.10. Bakım Yönetimi Kavramı	46
3.11. Bakım Yönetimi Stratejileri	49
3.12. Bakım Yönetimine Yönelik Yapılanma.....	50
3.13. Üretim tesisi bakım usulleri	52
3.13.1. Optimum emre amadelik.....	53
3.13.2. Optimum işletme koşulları	53
3.13.3. Bakım kaynaklarından en üst derecede yararlanma	53
3.13.4. Optimum ekipman ve makine ömrü.....	54
3.13.5. Minimum yedek parça ve malzeme stoku.....	54
3.14. Genel Değerlendirme	54
4. HEDEF SANTRAL VE BYS KURULUMU	57
4.1. Seyitömer Termik Santrali	59
4.1.1. Seyitömer termik santrali tarihçesi.....	59
4.1.2. Termik santral işletme tanıtımı	60

	Sayfa
4.2. BYS Projesi Başlangıç Durum Analizi	62
4.3. Seyitömer Termik Santralı BYS Kurulumu	69
4.3.1. Süreç tasarımı	70
4.3.2. Bakım altyapısı	70
4.3.3. Doküman piramidi	72
4.3.4. Yazılım	73
4.3.5. İnsan kaynakları yönetimi ve örgütsel tasarım	73
4.4. Dünya Geneline BYS Değerlendirmesi	74
4.5. Ekonomik Analiz	75
4.5.1. Ekonomik getiri ve hedefler	78
4.5.2. Seyitömer termik santrali özelinde bys değerlendirme	79
4.5.3. Bakım yönetim sistemi kurulum sonrası veriler	82
5. SONUÇ	855
KAYNAKLAR	877
ÖZGEÇMİŞ	899

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Türkiye'nin yerli kaynak potansiyeli.....	8
Çizelge 2.1. Referans senaryoya göre dünya birincil enerji ihtiyaç tablosu.....	11
Çizelge 2.2. Dünya birincil enerji İhtiyacı (Mtoe).....	12
Çizelge 2.3. Tarihsel dünya elektrik tüketimi.....	13
Çizelge 2.4. Referans senaryoya göre bölgesel elektrik tüketimi.....	14
Çizelge 2.5. Referans senaryoya göre yakıt bazlı elektrik üretimi.....	15
Çizelge 2.6. Ülke bazlı yapım aşamasındaki kömür yakıtlı santral kapasiteleri.....	16
Çizelge 2.7. Ülkelerin enerji ihtiyacına yönelik faturalarındaki artış oranı.....	17
Çizelge 2.8. Ülke bazlı elektrik ve CO ₂ dengesi.....	18
Çizelge 2.9. Birincil enerji ithalat oranları.....	21
Çizelge 2.10. Elektrik enerjisi tüketimi.....	22
Çizelge 2.11. Kaynak bazlı elektrik üretimi.....	23
Çizelge 2.12. Kurulu elektrik üretim kapasitesi.....	24
Çizelge 2.13. Tahmini yüksek talep.....	25
Çizelge 3.1. Dünya bakım felsefesi.....	31
Çizelge 3.2. Bakım felsefesi.....	34
Çizelge 3.3. Önleyici bakım felsefesi.....	35
Çizelge 3.4. Bakım fayda analizi.....	36
Çizelge 3.5. Kestirimci bakım yaklaşımı.....	37
Çizelge 3.6. Düzeltici kestirimci ve önleyici bakım yöntemleri.....	44
Çizelge 3.7. Bakım yöntemleri ağacı.....	47
Çizelge 3.8. Bakım yönetim sistemleri kurulum amaçları.....	49

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Seyitömer termik santrali elektrik üretim gerçekleştirme oranı.....	67
Çizelge 4.2. 2006 yılı santral duruş analizi.....	68
Çizelge 4.3. 2007 yılı santral duruş analizi.....	68
Çizelge 4.4. 2008 yılı santral duruş analizi.....	69
Çizelge 4.5. 2009 yılı santral duruş analizi.....	69
Çizelge 4.6. 2010 yılı santral duruş analizi.....	69
Çizelge 4.7. Ekipman iyileştirme.....	76
Çizelge 4.8. Bakım bazlı ekipman verim değişimi.....	77
Çizelge 4.9. BYS fayda anketi.....	78
Çizelge 4.10. Seyitömer termik santrali üretim ve duruş bilgileri.....	82
Çizelge 4.11. Seyitömer termik santrali elektrik üretim ve üretilmeyenleri.....	82
Çizelge 4.12. Seyitömer termik santrali en çok oluşan arıza analizi.....	83
Çizelge 4.13. Seyitömer termik santrali en çok arıza yapan ekipman analizi.....	84
Çizelge 4.14. Seyitömer termik santrali en çok bakım yapan birim analizi.....	84

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Basit termik çevrim.....	1
Şekil 1.2. Buhar makinesi.....	6
Şekil 1.3. Örnek bir termik santral çevrimi ve ona ait t-s diyagramı.....	7

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
A	Ampere
CO₂	Karbondioksit
€	Euro
GWe	10 ⁹ Watt veya milyar Watt (elektrik
hz	Frekans birimi
kcal	Kilokalori
kV	Kilovolt
m³	Metreküp
MW	Megawatt
ppm	1 milyondaki parçacık sayısı
SI	International system of units
TEP	Ton eşdeğer petrol
Kısaltmalar	Açıklama
BYS	Bakım Yönetim Sistemi
DKB	Dünya Klâsında Bakımın
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi
IEEE	The Institute of Electrical-Electronics
M.Ö.	Milattan önce
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TETAŞ	Türkiye Elektrik Taahhüt Anon. Şirketi

Kısaltmalar**TKİ****WEO****UTES****Açıklama**

Türkiye Kömür İşletmeleri

Dünya Enerji Organizasyonu

Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu

1. GİRİŞ

İnsan ve Enerji

İnsanoğlu günlük hayatında farkında olmadan birçok enerji dönüşümü gerçekleştirir. İnsanlığın dünyada yaşam mücadelesi hiç bitmemiş, üstelik bu ihtiyaçlar zamanla artarak çeşitlenmiştir. Bu ihtiyaçlardan en temel olanları gıda, barınma ve güvenlidir. İnsanlık bu ihtiyaçlarını karşılamak için daima bir “enerjiye” gereksinim duymuştur. Bu gereksinimlerini sağlayacak enerjinin korunması ve elde edilmesi üzerine mücadeleler ve savaşlar vermiştir. İnsanlığın ihtiyaçlarını gidermede kullandığı enerji ilk zamanlarda kendi kas gücü şeklinde ortaya çıksa da sonraki dönemlerde aletleri kullanma yeteneğini yükseltmesi ile insanlık, hayvanların kas gücünden de istifade etmeye başlamıştır. Organik enerji diyebileceğimiz insan ve hayvan kas gücünden yararlanılarak elde edilen bu enerji türünün ateşin bulunması ile önemi nispi olarak azalmıştır. Evrende hazır bulunan enerjinin insan ihtiyaçlarına yönelik kullanımı büyük oranda ateşin bulunması ile başlamıştır diyebiliriz. Daha sonra enerji hiç durmadan çeşitli hallere bürünüp insanlığın hizmetine girmiştir. Ancak enerjinin gerçek manada hayati önem kazanması sanayi devrimi ile gerçekleşmiştir. Buhar makinesinin icat edilmesi ve üretimde kullanılmasıyla birlikte enerji daha önce hiç olmadığı kadar insanlığa hizmet etmeye başlamış ve dünyanın kaderi, ülkelerin sınırları, insanların yaşam biçimi daha önce hiç olmadığı kadar hızlı değişmiş ve gelişmiştir. Artan teknolojik gelişmeler enerji kullanımını artırırken enerji kullanımındaki bu artış da teknolojinin daha hızlı bir şekilde ilerlemesini sağlamıştır [Bağcı,2007].

Enerji bir ülkenin gelişme sürecinde en önemli faktörlerden biridir. Özellikle ülkemiz açısından giderek artan enerji ihtiyacı ve tehlikeye düşen arz güvenliği düşünüldüğünde enerji sistemlerinin önemi daha da dikkat çekicidir. Enerji ihtiyacı ve arz güvenliği tehlikesinin yanında ülkemizin enerji üretiminin yakıt açısından büyük oranda dışa bağımlı olması üretim fiyatlarını arttırmaktadır. Yüksek elektrik fiyatları ise halkımızın refah seviyesini etkilemekte ve sanayinin rekabet gücünü düşürmektedir.

Bütün dünyada ülkelerin enerji ihtiyacı ile ilgili kamu örgütleri, üniversiteleri, bağımsız düşünce kuruluşları ve elbette yöneticiler güvenli, sürdürülebilir, çevre dostu ve riski en aza indirgenmiş enerji politikaları üretmek için çalışmaktadırlar. Ülkelerin ekonomik gelişimlerinin sürdürülmesi bakımından, temel girdi durumunda olan enerji, küresel yönelimlerin izlenerek analiz edilmesini, çok boyutlu ve uzun soluklu politika ve stratejilerin uygulanmasını gerektiren bir alan olarak önemini gün geçtikçe arttırmaktadır. Bu bağlamda enerji açığının ortaya çıkması, dünyada terör örgütlerini besliyor. Bu açık dünyada milletleri ve devletleri ya işbirliğine ya da savaşa itiyor. Bunun için alternatif enerjiler üretilmesi, yeni senaryolar ortaya koyulması gerekmektedir. Bu anlamda da enerji verimliliği ortaya çıkıyor. Var olan enerjiyi verimli kullanmak giderek önem kazanmaktadır [İlbaş,2011].

Enerji ve Elektrik

Enerjinin topluma direk açılan kapısı elektriktir. İnsanlar elektriğin ne anlama geldiğini bilmeden çok uzun zamanlar önce bile elektrik balığının verdiği şokun farkındaydılar. M.Ö. 2750 yılında Antik Mısırda elektrikli kedibalığına “Malapterurus Electricus”, “Nil’in şimşekçisi” balıkların koruyucusu sıfatıyla saygı duyulmaktaydı. 2000-2500 yıl sonra Romalı, Yunanlı ve sonrasında Arap doğa bilimcileri, fizikçileri ve şairleri Kedi Balığı’ndan ve Akdeniz torpilinden açığa çıkan muazzam ve bayıltıcı enerji üzerine oldukça kafa yordular [Moller, 1991].

Temel olarak ise Antik Yunanda kehribarın sürtünme ile diğer nesneleri çektiği gözlemlenmiş ve bu güce elektrik denilmiş tam adı ile “kehribardan sürtünme ile üretilen” anlamına gelmektedir. Elektriğin asıl gelişimi ise 1700’lerden sonra ortaya çıkmıştır; 1729’da Stephen Gray elektriğin iletilebildiğini keşfetmiş, 1745’te George Von Kleist elektriğin bir cam kavanoz (kondansatör) içinde depolanabileceğini tespit etmiştir. 1747’de Benjamin Franklin havadaki statik yükleri ve elektrik akışının varlığını tespit etmiştir. 1799’da Büyük Britanya Kraliyet Enstitüsü kurulmuş ve elektriğin ve manyetiğin keşfi konularında önemli katkılar sağlamıştır. Aynı yıl Alessandro Volta elektriğin farklı metallerin tuz çözeltisi içine konulması ile yaratılabileceğini yani ilk bataryayı keşfetmiştir. 1820’de Hans Christian Oersted

akımın manyetik alan etkisini keşfetmiş ve birkaç hafta sonra Marie Ampere bir bakır kablonun içinden akım geçtiğinde manyetik alan ürettiğini keşfetti. Zaten hali hazırda elektrik akımının birimi de ampere (A) dır. 1827’de Joseph Henry bir dizi elektromanyetik deney serisi başlatmış ve elektriksel indüklenmeyi keşfetmiş ve ayrıca ilk elektrik motorunu yapmıştır. Aynı yıl Georg Simon Ohm akım, potansiyel ve devre direnci arasındaki ilişkiyi ortaya koyan meşhur Ohm yasasını keşfetmiştir. 1831’de Michael Faraday elektromanyetik indüksiyonu keşfetmiş ve elektrik akımı üretmek için manyetik alanın değişmesi gerektiğini ortaya koymuştur [Ieee,2010]. Bugün ülkemizde günden güne artan elektrik ihtiyaçları ülkemizi sıkıntıya soksa dahi ülkemizin temel anlamda kalkınmışlığını da kişi başına düşen elektrik tüketimleri ile vurguluyoruz. Türkiye’de elektriğin ilk nerede kullanıldığı sorusu ilk anda İstanbul’u akla getiriyor. Ancak doğru yanıt İstanbul değil, Tarsus. Türkiye’nin elektrikle buluşması, 15 Eylül 1902 tarihinde İçel’in Tarsus İlçesi’nde gerçekleşti. Bundan tam 12 yıl sonra, 14 Şubat 1914 tarihinde ise İstanbul elektriğin ışıltısıyla tanıştı.

Türkiye’de elektrik enerjisi ilk kez 1902 yılında İçel’in Tarsus ilçesinde kurulan bir hidroelektrik santraliyle üretilmeye ve kullanılmaya başladı. O dönemde Tarsus Belediyesi’nde çalışan Avusturyalı Dörfler tarafından, 15 Eylül 1902 yılında, Berdan Nehri Bentbaşı mevkiinde kurulan hidroelektrik santralı, transmisyon kayışı ile 2kW’lık bir dinamoyu çevirerek, buradan elde edilen elektrik enerjisini Tarsus’a vermeye başladı. Tarsus Ticaret ve Sanayi Odası’nca yayımlanan "Tarsus Tarihi ve Eshab-ı Kehf" adlı kitapta yer alan bilgilere göre, üretilen elektrik enerjisi ile ilk zamanlar Tarsus’un sokakları aydınlatıldı. Elektrikle aydınlanan ilk konutlar ise Müftüzade Sadık Paşa (Sadık Eliyeşil) ile Sorgu Hakimi Yakup Efendi’nin evleri oldu [Pişmanlık, 2011].

Daha sonra ise diğer evler de elektrikten yararlanmaya başladı. Bu dönemde evlerde elektrik düğmesi olmadığı için lambalar, santralden şalterin indirilmesiyle kapatılabiliyordu. Daha sonraki tarihlerde bu santrale ilaveler yapıldı ve Tarsus’un ışığa kavuşması, Türkiye tarihinde bir dönüm noktası olarak yerini aldı.

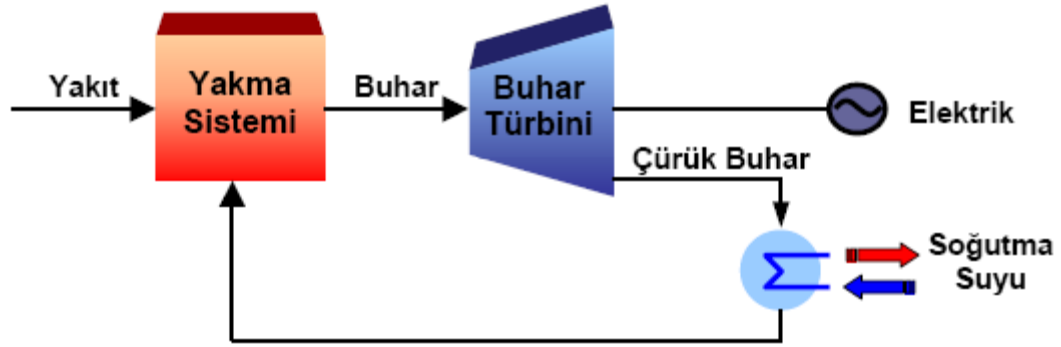
Enerji yoktan var edilemez ve varken de yok edilemez, sadece formu değişir ve korunur. Elektrik, enerjinin bu formlarından biridir, yıllar boyu süren elektrik üzerine bu ve benzeri çalışmaların faydasını insanoğlu şu anda oldukça hissetmekte ve elektrik artık hayatın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Elektrik üretmek için bu enerji dönüşüm formlarından bazıları kullanılmaktadır. En geniş ve yaygın olanı birincil enerji kaynakları (Doğalgaz, Kömür, Su, Nükleer Yakıtlar, Petrol Ürünleri vb.) sayesinde elde edilen mekanik enerjinin jeneratör vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürölmesi ve yine tersinir yöntemle aynı enerjinin kullanılmasıdır.

Elektrik ve Termik Santral

Ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel girdilerden birisi olan enerji, toplumun yaşam standardının yükseltilmesinde, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında önemli rol oynar. Bu nedenle ölkelerin gelişiminde zamanında, güvenilir, temiz ve kesintisiz enerjinin sağlanması, fiyat istikrarının gerçekleştirileceği piyasa ortamının oluşturulması, diğer bir deyişle çağdaş enerji yönetiminin başarılı biçimde uygulanması zorunlu hale gelmiştir [Utes,2008]. Elektrik enerjisi, sanayileşmiş dünyada yüksek düzeyde konfor sağlıyor olmasına rağmen kaynağı ve elde edilme yolları genelde dikkat çekmez.

Dünya genelinde elektriğin %90 ' ı enerji kaynağı olarak buhar kullanılan santrallerde üretilmekte, geri kalanın büyük bir kısmı da hidrolik enerjiye dayalı santrallerden elde edilmektedir. Türkiye'de ise buhara dayalı santrallerin elektrik üretimindeki payı % 70'ler civarındadır [Oymak ve Batu,2009].

Enerji santralleri, değişik formlardaki enerjiyi elektrik ya da ısıya dönüştüren tesislerdir. Enerji santrallerinde baskın olan teknoloji suyun buhara dönüşümüdür. Dolayısı ile enerji üretiminde, gerek direkt olarak gerekse başka bir enerjiye dönüştürerek buhar kullanımı Şekil 1.1'de gösterildiği gibi çok mühimdir.



Şekil 1.1. Basit termik çevrim

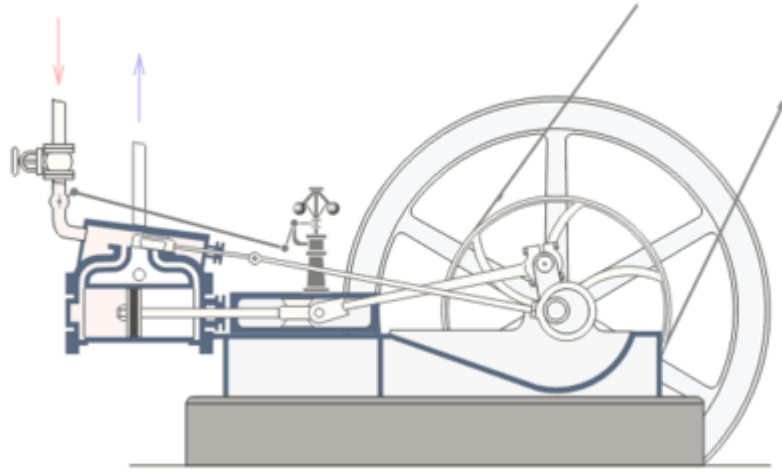
Günümüzün sanayileşmiş dünyasında buhar kritik bir kaynaktır. Kağıt ve diğer ağaç ürünlerinin üretilmesinden tutun da kimya fabrikalarına, evimizde ısınmamıza kadar birçok sanayi tesisinde ve yaşamın idame ettirilmesinde kullanılmaktadır. Ancak buharın en önemli önceliği elektrik üretiminde çok iyi bir geçiş elemanı olmasıdır.

İnsanlık buharla Mısırlı Mühendis Heron'dan beri ilgilenmeye başlamış, Fransız fizikçi Rapi'nle devam etmiştir. Esas ivmelenme ise 1698 yılında, İngiliz mühendis Thomas Savery'nin ilk ticari olarak satılan buhar makinesini yapması ile olmuştur. Bu makine maden ocağından suyu dışarı atmak amacıyla kullanılmış ve "Madencinin Arkadaşı" olarak adlandırılmıştı [Asimov, 2009].

Çalışma prensibi ise, buhar kazanından gelen buhar odacığa dolar. Odacık buhar ile doluyken üzerine soğuk su döküldüğünde suya dönüşen buhar vakum yaratır. Böylece odacıktaki su seviyesi yükselir. Vana yardımıyla odaya buhar dolduğunda iş yapılmış olur yani madenden su çekilmiş olur. Bu makinede vanaların insan gücüyle sırayla kapatılıp açılması gerekmektedir.

Madencinin Arkadaşı, yüksek basınçla çalıştığından o günün teknolojisine göre bu tip bir buharı güvenli biçimde kullanacak düzeyde değildi. Ayrıca gerekli buharı oluşturmak için suyu ısıtmada çok fazla yakıt gerekliydi. Bu tip makinelerin öncüsü olan Savery'nin makinesi verimi düşük olduğundan fazla kullanılmadı fakat kendinden sonra gelen makineler için temel teşkil etti.

Thomas Newcomen’de bu konuda çalışmalar yapmış fakat 1781 yılına gelindiğinde Watt makinesini iyice geliştirmiş ve pistonun ileri geri hareketini ustalıkla bir tekerleğin dönme hareketine çeviren buharlı mekanik aletleri (Şekil 1.2) icat etmişti [Britanica, 2007]. Watt bu sayede adını SI birim sistemine ve makine mühendisliği tarihine altın harflerle yazmıştır.



Şekil 1.2. Buhar makinesi

Buhar herhangi bir yakıttan sağlanan enerji ile dünyanın her yerinde üretilebilir ve her türlü enerji uygulamasında rahatlıkla kullanılabilir. Özellikle termik santrallarda buhar elektrik üretiminde büyük öneme sahiptir; buhardan suya ve tekrar sudan buhara toksik etki vermeden geçmesi sebebi ile çok önemli bir ikincil enerji kaynağıdır.

Termik santrallerde temel üretim felsefesi olarak birincil enerji kaynakları yakma işlemi için uygun forma (basınç, sıcaklık, boyut vb.) getirildikten sonra termik santrallerin kazan bölümünde yakılarak ısı enerjisi açığa çıkarılmaktadır. Açığa çıkan bu ısı enerjisi kazan içinde, genellikle su olan akışkana aktarılmakta ve kızgın buhar elde edilmektedir. Kızgın buhar borular vasıtasıyla sahip olduğu ısı ve basınç karakteristiğine göre Yüksek Basınç, Orta Basınç ve Alçak Basınç olarak adlandırılan Türbinlere gönderilmekte ve türbin kanatlarına çarparak dönmesine

yoğuşturucuda sabit basınçta çevrimden ısı atılışı ve pompada izantropik sıkıştırma şeklindedir.

Kısaca Termik Santrallerin özelliklerini ve çalışma prensiplerini inceledikten sonra ülkemizdeki kömür yakıtlı termik santrallerin önemi için yerli kömür yataklarının büyüklüğü düşünüldüğünde (Çizelge1.1.) kömür-linyit yakıtlı termik santraller daha da önem kazanmaktadır.

Termik üretim bilindiği üzere kömür, petrol türevi yakıtlar, doğal gaz ve biyokütle yakıtlar gibi çeşitli yakıtlarla yapılabilir.

Çizelge 1.1. Türkiye'nin yerli kaynak potansiyeli

Kaynak	Potansiyel
Linyit	10,4 milyar ton
Taşkömürü	1,3 milyar ton
Asfaltit	82,0 milyon ton
Petrol	6,7 milyar varil
Hidrolik	130,0 milyar kWh/yıl
Doğalgaz	21,9 milyar m ³
Rüzgar	Çok Verimli: 8.000 MW Orta Verimli: 40.000 MW
Jeotermal	31500 MWt (1500 MW'ı elektrik üretimine elverişli)
Biyokütle	16,9 Mtep
Güneş Enerjisi	80,0 Mtep(380 milyar kWh/yıl elektrik)

Yakıt seçimindeki en önemli kriterler yakıt fiyatı ve arz güvenliğidir. Bu nedenle, fosil yakıt rezervlerinin miktarı ve dağılımı göz önüne alındığında, arz güvenilirliği ve fiyat konusunda sorunlar yaşanan sıvı ve gaz yakıtların tercih edilmesi enerji güvenliğini sağlamaktadır.

Termik Santral ve Bakım Yönetimi

Elektriği diğer mal ve hizmetlerden ayıran en önemli özelliği; üretimle tüketimin eş zamanlı gerçekleşmesi, her yerde türdeş olması, ikamesi olmayan bir ürün olması, ekonomik manada depolanabilir olmamasıdır. Depolama konusunda son yıllarda birçok çalışma yapılmaktadır. Pompalı hidrolik santraller, güneş pilleri, akü

sistemleri vb. Pompalı Hidroelektrik santrallerde iki rezervuar bulunmakta olup dikey olarak ayrıştırılmış durumdadırlar. Elektriğin pahalı veya yoğun ihtiyaç olduğu saatlerde üst rezervuardan su salınarak elektrik üretilmekte, ucuz veya ihtiyaç fazlası olduğu saatlerde ise alt rezervuardan üst rezervuara pompalar vasıtasıyla su basılmaktadır [Pumped Hydro,2010].

Elektrik arz ve talep yapısı açısından da önemli farklılıklar göstermektedir. Tüm üretici ve tüketicilerin bağlı olduğu şebeke yapısı nedeniyle anlık arz ve talep dengesinin sağlanması zaruridir. Arz ve talep dengesizliği sadece belirli bir müşteri grubunu değil tüm tarafları etkileyebilmektedir. Ayrıca elektriğin belirli voltaj, frekans ve akım değerlerinde sürekliliğinin sağlanması gerekmektedir. İletime yönelik kalite koşulları ise “Elektrik iletim Sistemi Arz Güvenliği ve Kalitesi Yönetmeliği” [TEİAŞ, 2010] ile düzenlenmektedir.

Bu kapsamda daha da önem kazanan elektrik ihtiyacının anlık karşılanabilmesi ve arz güvenliğinin tehlikeye düşürülmemesi adına üretim tesislerindeki güvenilirlik faktörleri büyük önem kazanmaktadır. Özellikle ülkemiz gibi enerji politikalarında büyük oranda dışa bağımlı ülkelerdeki mevcut yerli kaynakların verimli işletilebilmesi için Termik Santrallerin işletme ve bakımı bir sistem dahilinde yapılmalıdır. Termik santraller ürettikleri elektrik sayesinde toplumun refah düzeyine doğrudan etki yapmakta, ürettiği elektriğin ucuz, sürekli ve kaliteli olması büyük önem taşımaktadır.

Birçok sanayi tesisinde olduğu gibi, elektrik üretim tesislerinde de bakım maliyetleri toplam işletme maliyetlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Sanayi türüne göre bakım maliyetleri, toplam üretim maliyetlerini % 15 ile % 60 arasında etkileyebilmektedir [EÜAŞ,2008]. Buna ek olarak, sistematik ve etkin olmayan bakım yöntemleri nedeniyle önemli boyutlarda üretim ve iş gücü kayıpları ortaya çıkmaktadır.

Bütün bu kayıpları azaltmak ve doğası gereği zaten karmaşık olan bakım faaliyetlerini etkin bir şekilde yerine getirmek için çalışanların organizasyonundan

alacakları eğitimlere, ekipmanlara, uygulanacak bakım yönteminden kullanılacak yazılıma kadar oluşturulan sisteme Bakım Yönetim Sistemi adı verilmektedir.

Termik santrallarda kurulacak bakım yönetim sistemleri ile emre amadelik oranlarının artırılması, kapasite kullanım oranlarının yükseltilmesi, bakım ve malzeme giderlerinin kısılarak işgücünün etkin ve verimli kullanılması hedeflenmektedir.

Günümüze kadar kısa vadede çözüm getirdiği için, doğal gaz kombine çevrim santrallarına ve diğer akaryakıtlar için kojenerasyon uygulamalarına öncelik verilmekle birlikte yeni teknolojiler yakından takip edilerek, uzun vadede kömürlü ve dolayısıyla ülkemizin öz kaynaklarına dayalı yatırımlarına da önem verilmesi gerekmektedir.

Günümüz modern dünyasında bütün toplumlar, yaşamı daha üretken ve kolay hale getirmeyi hedeflerken bu kapsamda teknolojik adımlar atmaya çalışmaktadırlar. Bu teknolojik adımlar ve kullanılan cihazlar için elektriğin önemi ise nedense hep unutulmaktadır. Bu kritik meta enerji üretim tesislerinde elde edilmekte olup Dünya genelinde % 90'ı buhar çevrimi ile gerçekleşmektedir. Türkiye de ise buhara dayalı üretim yapan santralların oranı % 70'ler civarındadır [Oymak, 2010].

Ülkemizde düşük kaliteli linyit rezervlerinin yüksek verimlilikle değerlendirilmesi açısından akışkan yatak teknolojisi önem kazanmaktadır. Çevre dostu olan bu teknolojinin, ülkemiz linyitleriyle kojenerasyon uygulamalarında kullanılmasıyla, öz kaynağımız olan linyitlerin çevre sorunu yaratmaksızın yüksek verimle değerlendirilmesi sağlanacaktır.

2. DÜNYA ENERJİ GÖRÜNÜMÜ

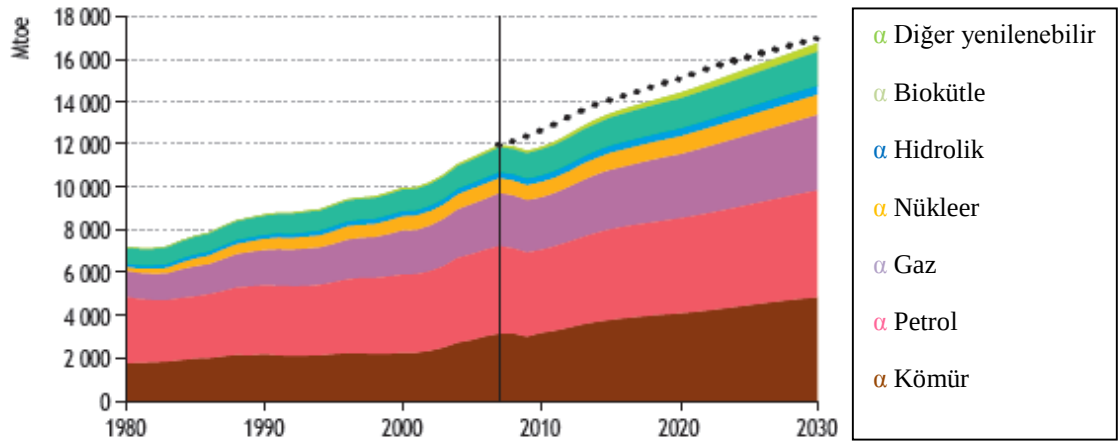
Birinci bölüm içerisinde yer alan açıklamaların büyük bir bölümü, Dünya Enerji Görünümü 2009 [WEO-2009] raporunda yer alan Referans Senaryoya uygun olarak derlenmiştir.

2.1. 2030'a Doğru Dünyadaki Enerji Trendleri

Dünyada nüfus artışı, küreselleşme sonucu artan ticaret olanakları ile sanayileşme ve kentleşme olguları doğal kaynaklara ve enerjiye olan talebi giderek artırmaktadır.

Dünya Enerji Görünümü 2009, UEA [Uea., 2009] tarafından hazırlanmış olan bir senaryo çalışmasıdır.

Çizelge 2.1. Referans senaryoya göre dünya birincil enerji ihtiyaç tablosu



Dünya enerji görünümünde yer alan Referans Senaryoya göre dünya birincil enerji talebinin, enerji kaynakları genel olarak birincil enerji kaynakları ve ikincil enerji kaynakları olarak iki ana başlık altında incelenebilir. Birincil enerji kaynakları da kendi içinde petrol, doğal gaz, kömür gibi yenilenemeyen enerji kaynakları ve hidrolik, rüzgar, biokütle, jeotermal ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İkincil enerji kaynağı ise elektriktir.

2030 yılında 2007 yılına göre toplamda % 40'lık (yıllık ortalama % 1,5'lik) artışla 16,8 milyar TEP değerine ulaşacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 2.1.). Bu artış tahmini, küresel ekonomik krizin etkisiyle birlikte, geçen yılki raporda yer alan artış tahmininin altında kalmıştır. Ortalama olarak, 2007-2010 döneminde, 2009 yılındaki belirgin düşüşün etkisiyle talep yıllık % 0,2'lik oranda düşmektedir. Bu düşüş, küresel enerji kullanımında, 1981'den bu yana yaşanan ilk düşüştür. Talebin 2010 sonrası tekrar artışa geçerek; 2010-2015 aralığında yıllık ortalama % 2,5 ve 2015-2030 aralığında da yıllık ortalama % 1,5 artacağı tahmin edilmektedir.

2007-2030 döneminde toplam enerji talep artışının % 77'sinin fosil kaynaklarda olacağı öngörülmektedir. Çizelge 2.2. de görüldüğü üzere, bunlar içerisinde toplam değer olarak % 53'lük artış oranıyla (1703 MTEP) kömür ilk sırada yer alırken, % 42'lik artış oranıyla (916 MTEP) doğalgaz onu izlemektedir. Toplam yenilenebilir (hidrolik, biokütle ve atık, rüzgar, güneş, jeotermal, gelgit, dalga) talep artış oranı da % 57 (861 MTEP) olacağı öngörülmektedir. 2030 yılında petrol, toplam talep içerisindeki payı, 2007 yılına göre % 34'ten % 30'a düşse de, tek başına en büyük miktara sahip olacaktır. Kömür de yaklaşık % 29'luk pay ile ikinci sırayı almıştır. Diğer yenilenebilir enerji talep artış oranı 5 katına çıkmış olsa da toplam içerisindeki oranı (% 2,2) oldukça düşük kalmaktadır.

Çizelge 2.2. Dünya birincil enerji ihtiyacı (Mtoe)

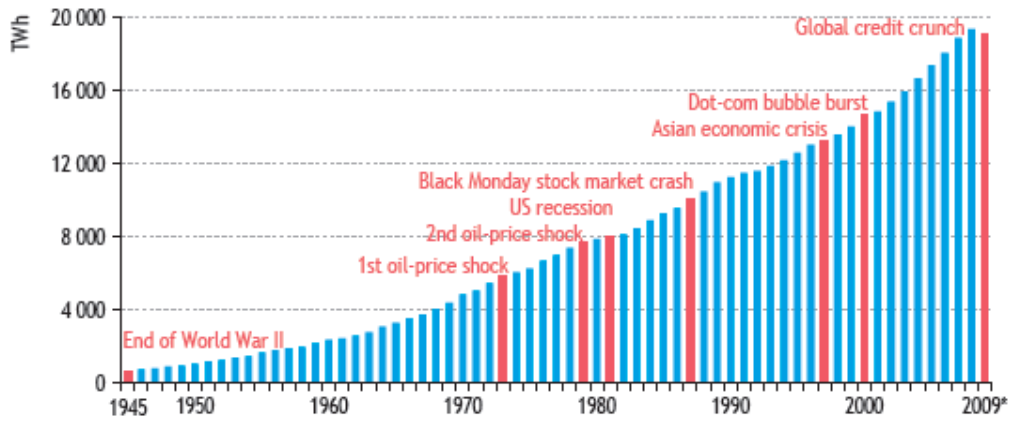
Hammadde	1980	2000	2007	2015	2030	2077-2030
Kömür	1792	2292	3184	3828	4887	% 1.9
Petrol	3107	3655	4093	4234	5009	% 0.9
Gaz	1234	2085	2512	2801	3561	% 1.5
Nükleer	186	676	709	810	956	% 1.3
Hidrolik	148	225	265	317	402	% 1.8
Biokütle	749	1031	1176	1338	1604	% 1.4
Diğer Yen.	12	55	74	160	370	% 7.3
Toplam	7228	10018	12013	13488	16790	% 1.5

Referans senaryoya göre, 2030 yılına kadar öngörülen enerji talep artışının zamanında ve güvenli bir şekilde karşılanabilmesini teminen, küresel çapta enerji sektörü arz altyapısına 26 trilyon\$ tutarında yatırım (ortalama her yıl 1,13 trilyon \$) gerçekleştirilmesi ön görülmekte olup yalnızca elektrik sektörüne üretim, iletim ve dağıtım için 13,7 trilyon\$ yatırım yapılması gerekmektedir.

2.1.1. Elektrik enerjisi talebi

UEA tahminine göre 2009 yılında, küresel elektrik enerjisi talebinde % 1,6'lık bir azalma yaşanmıştır. Çizelge 2.3.'te görüldüğü üzere, küresel elektrik enerjisi talebinde, II. Dünya Savaşı sonrasındaki süreçte yaşanan büyük petrol krizleri ve finansal krizlere rağmen artış eğilimi göstermiştir. Ancak, küresel elektrik enerjisi talebinde ilk ve tek azalma geçtiğimiz yıl yaşanmıştır.

Çizelge 2.3. Tarihsel dünya elektrik tüketimi



Kömür ve doğalgaza yönelik talep artışının gerisinde yatan ana neden elektrik üretimi ihtiyacıdır. Referans Senaryoya göre dünya elektrik enerjisi talebi, 2030 yılında 2007 yılına göre toplamda %76'lık (yıllık ortalama %2,5) artışla 28.930 TWh değerine ulaşacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 2.3.). Bu talep artışının %80'inden fazlasının OECD dışındaki ülkelerde gerçekleşeceği öngörülmektedir. Bu ülkelerdeki talep artışının 2007-2030 döneminde yıllık ortalama %3,9 olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca bu yılki rapora göre, 2030 yılında dünya elektrik enerjisi

talebinin, geçen yılki raporda yer alan tahminlerin üzerinde olacağı öngörülmüştür. En fazla talep artışının, OECD üyesi olmayan, Çin (talep 2,8 katına çıkmaktadır) ve Hindistan'ı (talep 3,6 katına çıkmaktadır) barındıran Asya ülkelerinde gerçekleşeceği öngörülmektedir.

Ayrıca, dünya üzerinde elektrikten mahrum olan insan sayısının 1,5 milyar mertebesinden 2030 yılına kadar 1,3 milyar mertebesine düşeceği tahmin edilmektedir.

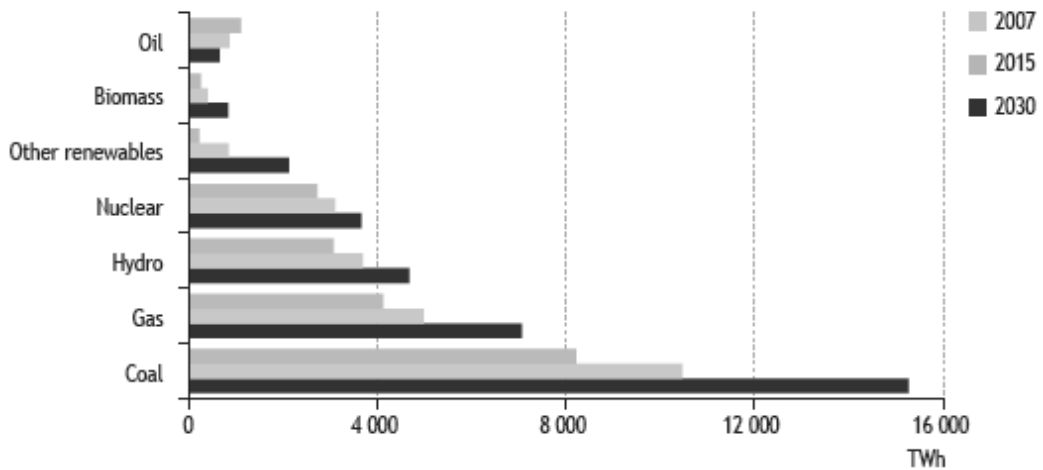
Çizelge 2.4. Referans senaryoya göre bölgesel elektrik tüketimi

(TWh)	1980	2000	2007	2015	2030
OECD	4740	8253	9245	9792	11596
A.B.D	2026	3500	3826	3986	4676
Avrupa	1709	2696	3062	3222	3855
Japonya	513	944	1009	1057	1178
OECD-Dışı	2059	4390	7183	10589	17334
Avrasya	1101	1023	1189	1354	1805
Rusya	?	609	701	813	1066
Asya	477	2023	4108	6777	11696
Çin	259	1081	2717	4723	7513
Hindistan	90	369	544	892	1966
Orta Doğu	75	371	575	790	1382
Afrika	158	346	505	662	1012
Latin Amerika	248	627	806	1006	1438
Brezilya	119	319	395	492	654
Dünya	6799	12642	16429	20381	28930
Avrupa Birliği	?	2520	2840	2973	3485

2.1.2. Elektrik enerji arzı

Referans Senaryoya göre (çizelge 2.5.) dünya elektrik enerjisi üretiminin, 2030 yılında 2007 yılına göre toplamda yaklaşık %74 artışla 34.290 TWh değerine ulaşacağı tahmin edilmektedir. Kaynak bazında ilk sırada yer alan kömürün payı, 2007 yılına göre %42'den 2030 yılında %44'e ulaşmaktadır. Doğalgazın payı da 2007 yılındaki aynı oranını koruyarak %21 mertebesinde olacaktır. 2007 yılına göre tek düşüş (değer olarak) petrol de yaşanacak olup, 2030 yılına kadar % 2 mertebesine düşmesi beklenmektedir. Yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretimi, 2007 yılına göre % 18'den 2030 yılında % 22'ye yükselecektir. Nükleerin elektrik enerjisi üretimindeki payı, 2007 yılına göre 2719 TWh değerinden 2030 yılında 3670 TWh değerine (kurulu güç olarak 371 GWe mertebesinden, 475 GWe mertebesine) ulaşmasına rağmen, toplam üretimdeki payı % 14'ten % 11'e gerileyeceği tahmin edilmektedir. Bu düşüşün başlıca nedeni ise, onlarca yıldır çalışmakta olan santral ünitelerinin özellikle 2020 sonrasında ömürlerini tamamlayarak devreden çıkarılmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 2.5. Referans senaryoya göre yakıt bazlı elektrik üretimi

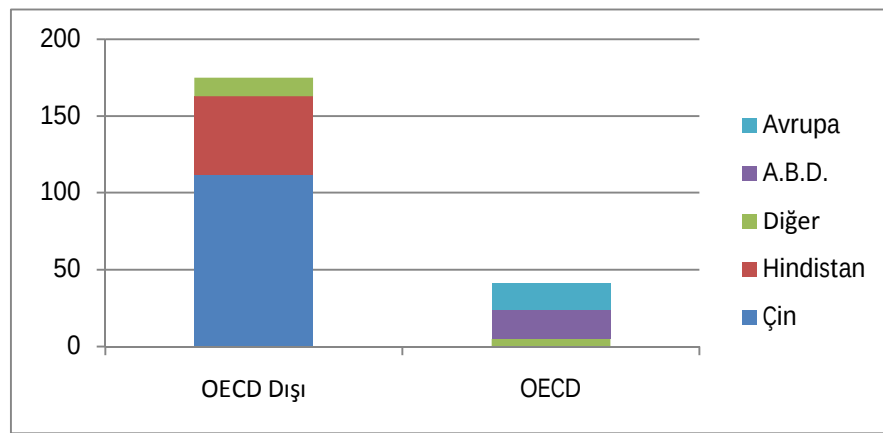


Kömür santrallerinin elektrik enerjisi üretim payı, 2030 yılında 2007 yılına göre neredeyse 2 katına çıkmaktadır. Dünyada şu anda toplam 217 GWe kömür santrali kapasitesi kurulum aşamasındadır ve bunun %80'inden fazlası OECD üyesi olmayan

ülkelerdedir (Çizelge 2.6). 2030 yılına gelindiğinde, kömür santrallerinin üretim payı, Çin’de 2,5 kat ve Hindistan’da 3,5 kat artması beklenmektedir.

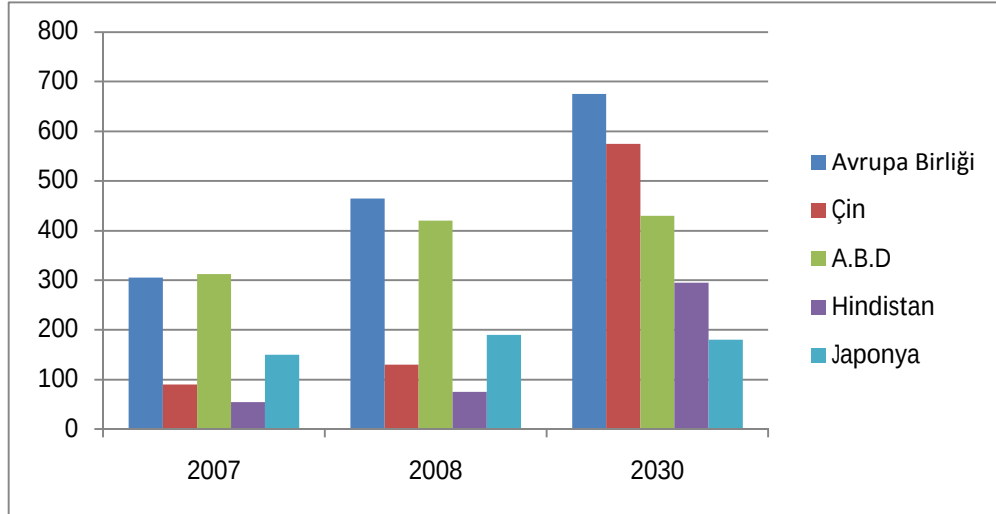
AB’de ise durum tam tersine, sera gazı emisyonlarını azaltma politikaları çerçevesinde kömür santrallerinin kurulum oranları oldukça düşmüştür.

Çizelge 2.6. Ülke bazlı yapım aşamasındaki kömür yakıtlı santral kapasiteleri



Mevcut enerji politikalarının devamı halinde (Referans Senaryo), tükenme eğilimindeki fosil yakıtlara bağımlılığın yakın gelecekte de devam edecek olması ve artış trendinde olan fosil yakıt fiyatlarının, ülkelerin enerji hammadde ithalat faturalarında önemli bir artış kalemi olacağı öngörülmektedir (Çizelge 2.7). Bu durumun, ülkelerin arz güvenliğini de tehlikeye soktuğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Çizelge 2.7. Ülkelerin enerji ihtiyacına yönelik faturalarındaki artış oranı



2.1.3. Kişi başına elektrik enerjisi tüketimi ve CO₂ emisyon değerleri

Bazı ülkelerdeki kişi başına elektrik enerjisi tüketimi ve CO₂ emisyon değerleri aşağıdaki Çizelge 2.8.'de verilmiştir (Veri Yılı:2008). Görüldüğü üzere, gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi olan kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketim değeri, ülkemizde dünya ortalamasının dahi altında gerçekleşmiştir.

Çizelge 2.8. Ülke bazlı elektrik ve CO₂ dengesi

No	Ülke Adı	(kWh/kişi)	(t CO ₂ /kişi)
1	İzlanda	49818	6,89
9	A.B.D.	13647	18,38
14	Japonya	8072	9,02
27	Dünya	2782	4,39
31	Turkey	2400	3,71

2.1.4. Enerji sektörü kaynaklı CO₂ emisyonlarında küresel trendler

Enerji politikalarının ve tercihlerinin önemi; fosil yakıtların enerji sektöründeki ağırlıklı payının mevcut durumu ve bağımlılığın yakın gelecekte de devam edecek olması, CO₂ başta olmak üzere sera gazı emisyonlarından kaynaklı küresel ısınma ve iklim değişikliği olguları bağlamında düşünüldüğünde daha iyi anlaşılmaktadır. Enerji sektöründen kaynaklı CO₂ emisyon değerlerinin Referans Senaryo kapsamında, 2007 yılındaki 28,8 milyar ton mertebesinde, yıllık ortalama % 1,5 artışla, 2030 yılında 40,2 milyar ton düzeyine ulaşacağı hesaplanmaktadır.

Referans Senaryo'ya göre, atmosfere salınan sera gazlarının konsantrasyonu 1000 ppm düzeyine ulaşacak, bir başka ifade ile küresel sıcaklık artışı 6°C civarında olacaktır.

Referans senaryoya göre, elektrik enerjisi üretim sektöründe, CO₂ emisyonları, 2030 yılına gelindiğinde 2007 yılına göre yaklaşık % 50 artış gösterecektir. Bu yüksek emisyonlar, elektrikteki hızlı talep artışını karşılamak için kurulan fosil yakıtlı (özellikle kömür) santrallerin sayısının artmasından kaynaklanmaktadır. 2007-2030 döneminde, kömür yakıtlı santrallerin emisyonlarının % 60 oranında artacağı hesaplanmaktadır.

Bu bağlamda başta CO₂ olmak üzere sera etkisi yapan ve küresel ısınma yoluyla iklim değişikliğine yol açan gaz emisyonlarına karşı alternatif politikaların belirlenmesi ve uygulanması önem arz etmektedir.

Uluslararası Enerji Ajansı bu durumun üstesinden gelmek için iki ayrı senaryo öngörmektedir; ilk senaryo, atmosfere salınan sera gazlarının konsantrasyonunu 450ppm (küresel sıcaklık artışı 2°C) düzeyinde kalmasını sağlayacak bir senaryo, diğeri de 550ppm (küresel sıcaklık artışı 3°C) düzeyinde kalınması şeklinde 450ppm senaryosu, “düşük karbonlu enerji devrimi” gerektirmektedir. Gerekli enerji devrimini gerçekleştirebilmek için enerji sektörüne 2010-2030 aralığında 10,5 trilyon\$ ilave yatırım yapılması gerekmektedir. Her yıllık gecikmenin bu meblağa

500 milyar\$ ilave yük getireceği hesaplanmaktadır. Ayrıca gerekli önlemlerin alınmasında ve yatırımların yapılmasında yaşanacak birkaç yıllık gecikme, 450ppm senaryo hedeflerine ulaşmayı imkansız kılacaktır. Senaryoya göre, emisyonları azaltmak için yatırım yapılması gereken başlıca alanlar;

- , Enerji verimliliği
- , Yenilenebilir enerji
- , Nükleer enerji ve
- , Karbon tutma-depolama şeklinde olmalıdır.

Enerji sektörü, küresel CO₂ emisyonlarının % 84'ünün ve dünyadaki toplam sera gazı emisyonlarının % 64'ünün kaynağını oluşturmaktadır. Bundan dolayı, bahse konu enerji devriminin kalbinde yer almalıdır. 450 ppm senaryosundaki hedefleri tutturabilmek için, enerji üretiminden tüketimine kadarki süreçte radikal değişiklikler gerekmektedir. Üretim kapasiteleri yeniden oluşturulmalı ve fosil kaynaklardan kaçınılmalı, yenilenebilir ve nükleer enerji kaynaklı üretime ağırlık verilmelidir. Ayrıca, sanayide ve evlerde tüm araçlarda ve uygulamalarda maksimum verimlilik esas alınmalıdır.

İçinden geçmekte olduğumuz küresel ekonomik krizin enerji sektöründe belki de en önemli etkisi, söz konusu enerji devrimi için alınması gereken uzun vadeli politik ve ekonomik tedbirlerin gecikmesi ve iklim değişikliği gibi önde gelen küresel çevresel tehditlere karşı alınacak önlemlerin sektöre uğraması şeklinde tezahür edebilir ve bu şekilde ileride daha akut ekonomik sonuçlara yol açabilir.

2.2. Türkiye Enerji Görünümü

Hızlı nüfus artışı ve küreselleşme sonucu artan ticaret olanakları ile sanayileşme ve kentleşme olguları enerjiye olan talebi giderek artırmaktadır. 1970-2008 döneminde ülkemizde birincil enerji arz artışı yıllık ortalama % 4,7 düzeyinde gerçekleşmiştir.

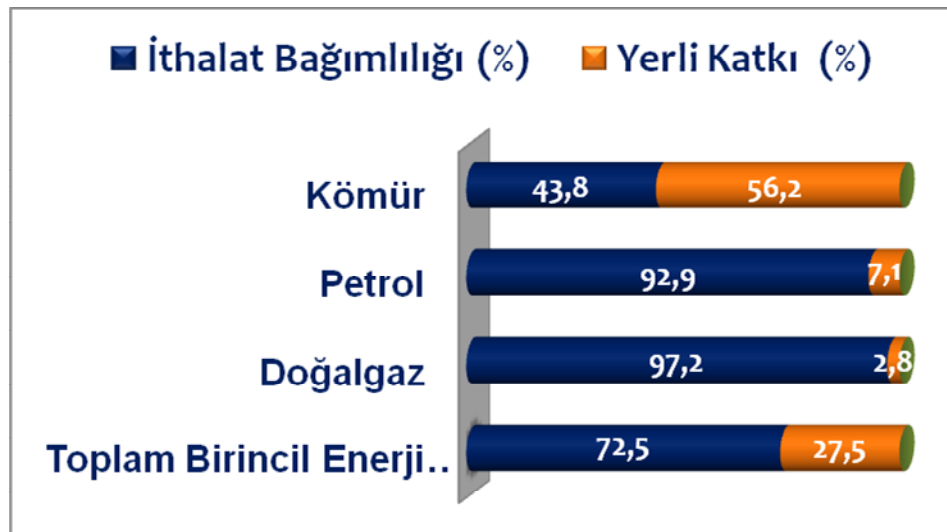
Türkiye, OECD ülkeleri içerisinde geçtiğimiz 10 yıllık dönemde enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke durumundadır. Benzer şekilde ülkemiz, dünyada 2000 yılından bu yana elektrik ve doğalgazda Çin'den sonra en fazla talep artışına sahip 2. büyük ekonomi konumunda olmuştur.

ETKB tarafından yapılan projeksiyonlar bu eğilimin orta vadede de devam edeceğini göstermektedir. 2008 yılı sonu itibariyle, 106 MTEP değerine ulaşan birincil enerji tüketimimizin, Referans Senaryo çerçevesinde, 2020 yılına kadar olan dönemde de yıllık ortalama % 4 oranında artması beklenmektedir. Aynı dönemde dünyadaki birincil enerji talebi yıllık ortalama % 1,5 artış göstermesi beklenmektedir.

2.2.1. Birincil Enerji Arzında İthalat Bağımlılığı

2008 yılında toplam birincil enerji arzımızın % 72,5'i ithal yolla temin edilmiş olup (Çizelge 2.9.), yaklaşık olarak 34 milyar\$ ithalat faturası ortaya çıkmıştır [Etkb., 2008].

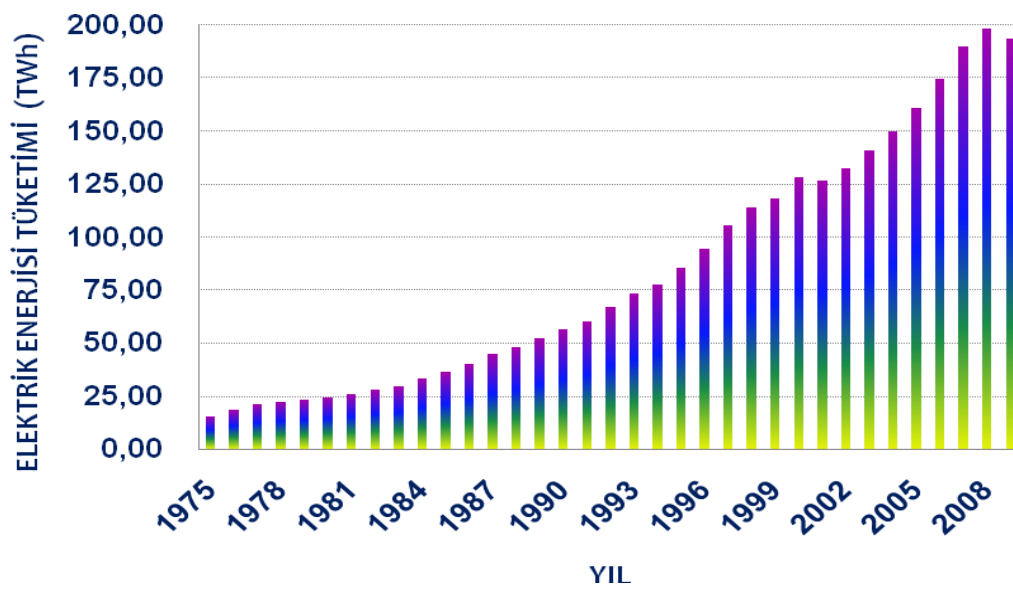
Çizelge 2.9. Birincil enerji ithalat oranları



2.2.2. Türkiye'nin elektrik enerjisi talep gelişimi (1975-2009)

1975-2009 döneminde ülkemizde elektrik enerjisi talebinde (Çizelge 2.10.) yıllık ortalama % 7,7 oranında artış gerçekleşmiştir [TEİAŞ, 2010].

Çizelge 2.10. Elektrik enerjisi tüketimi



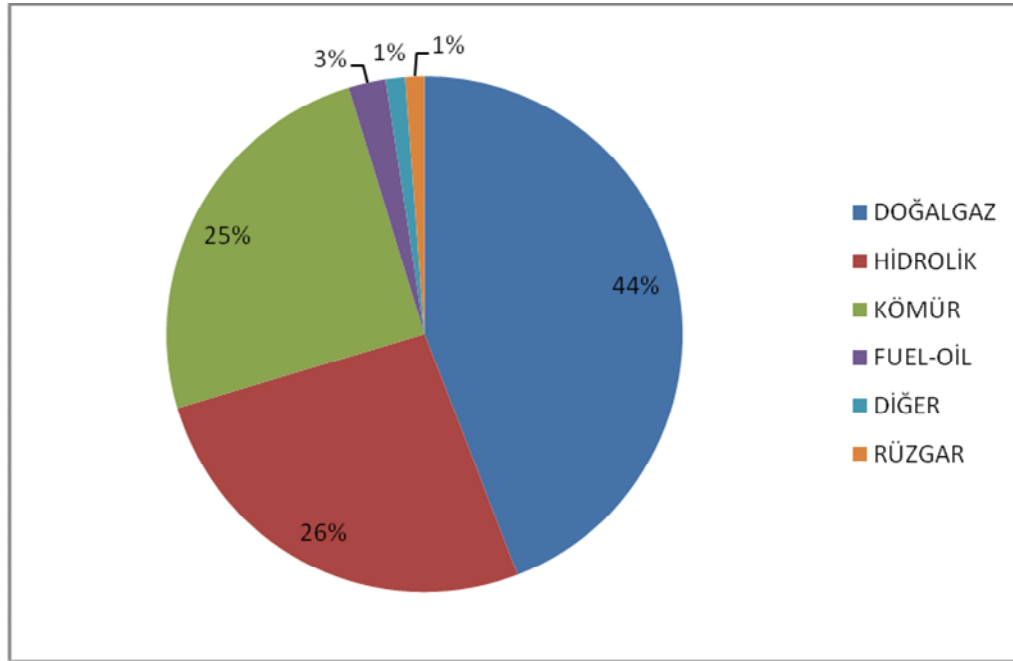
2.2.3. Türkiye'nin kaynak bazında elektrik enerjisi üretimi

2010 yılı Eylül ayı sonu itibari ile toplam elektrik enerjisi üretimi, geçen yılın aynı dönemine göre yaklaşık %8 artışla 158 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir (yılsonu itibari ile 210milyar kWh'lık elektrik enerjisi üretim değerine ulaşılacağı tahmin edilmektedir). Grafikten de rahatlıkla görüldüğü üzere, ülkemizde 2010 yılında üretilen elektriğin yarıya yakını doğalgaza dayanmaktadır.

Türkiye'de ithal edilen doğalgazın yaklaşık % 57'si elektrik üretim sektöründe % 22'si konutlarda ve % 21'i de sanayide tüketilmektedir. 2008 yılında 37,8 milyar m³

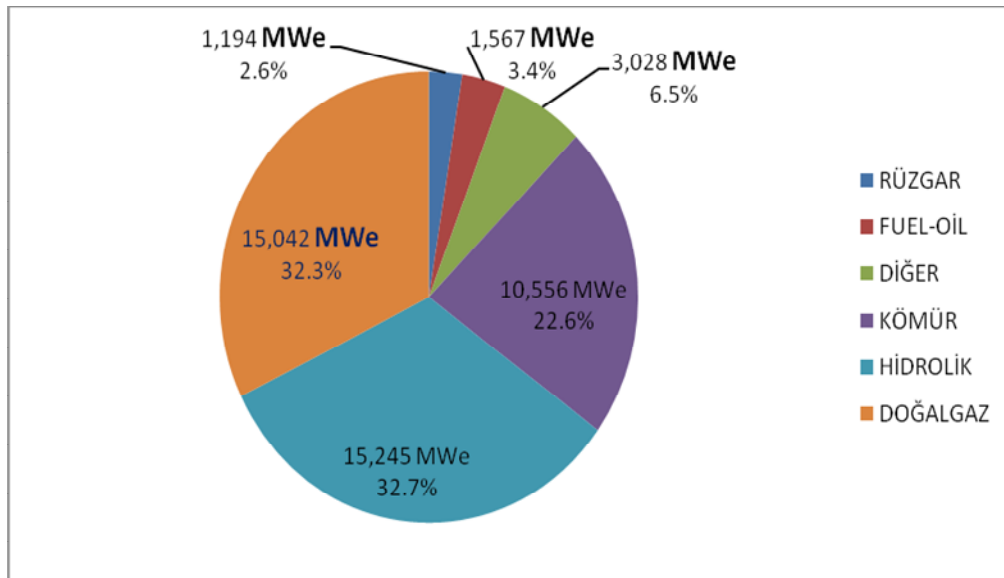
doğalgaz ithal edilmişken, krizinde etkisi ile 2009 yılında yaklaşık % 11 düşüşle 33,6 milyar m³ gaz ithal edilmiştir.

Çizelge 2.11. Kaynak bazlı elektrik üretimi



Türkiye'nin 01.10.2010 itibariyle Kurulu Elektrik Üretim Kapasitesi

Çizelge 2.12. Kurulu elektrik üretim



Türkiye'nin Ekim 2010 itibariyle toplam kurulu elektrik üretim kapasitesi 46.631MWe tır.

2.2.4. Türkiye elektrik enerjisi 10 yıllık üretim kapasite projeksiyonu

2009 – 2018 kapasite projeksiyonu, çeşitli kabuller çerçevesinde ve ekonomik krizin etkileri de dikkate alınarak TEİAŞ tarafından hazırlanmış bir çalışmadır. Bu çalışmada “yüksek” ve “düşük” talebe dayalı 2 senaryo oluşturulmuştur. Ülkemizdeki hızlı talep artışı göz önüne alındığında “yüksek talep”in, ülkemizin gelecek projeksiyonunu daha iyi yansıtacağı düşünülmektedir.

Çizelge 2.13. Tahmini yüksek talep

YIL	PUANT TALEP		ENERJİ TALEBİ	
	MW	Artış (%)	GWh	Artış (%)
2009	29900		194000	
2010	31246	4,5	202730	4,5
2011	33276	6,5	215907	6,5
2012	35772	7,5	232101	7,5
2013	38455	7,5	249508	7,5
2014	41339	7,5	268221	7,5
2015	44440	7,5	288338	7,5
2016	47728	7,4	309675	7,4
2017	51260	7,4	332591	7,4
2018	55053	7,4	357202	7,4

Görüldüğü üzere; mevcut sistem, 3676 MWe inşa halindeki kamu ve Senaryo 1'e göre 11,189 MWe lisans almış ve inşa halindeki özel sektör üretim tesislerinin güvenilir üretimlerine göre 2015 yılından itibaren enerji talebi (Yüksek Talep) karşılanamamaktadır.

2.2.5. Elektrik talebinin karşılanması (arz güvenliği)

25.10.1970 tarihinde yürürlüğe giren TEK Kanununda gösterilen üç ana hedeften bir tanesi: “Elektrik talebinin yurt sathında her noktada güvenli, kaliteli, yeterli miktarda karşılanmasıdır.”

20/2/2001 tarihli ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu:

Amaç, kapsam ve tanımlar

MADDE 1– Bu Kanunun amacı; elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösterebilecek, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik enerjisi piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanmasıdır.

18.05.2009 tarihli Elektrik Enerjisi Piyasası Ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi:

Ekonomik ve sosyal hayatımızdaki yeri tartışılmaz olan elektrik enerjisinin tüm tüketicilere yeterli, sürekli, kaliteli, düşük maliyetli ve çevre konusundaki duyarlılıkları dikkate alan bir şekilde sunulması temel amaçtır.

Yukarıda da görüldüğü üzere geçmişten bugüne kadar ki tüm kanunların özünde: “elektriğin; yeterli, kaliteli ve sürekli bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması “ (Arz Güvenliği) yer almaktadır.

Bu bağlamda;

- Kaynak ve teknoloji çeşitliliğine,
- Yerli, yeni ve yenilenebilir kaynaklara,
- Enerjinin verimli üretilmesi ve kullanılmasına,

önem verilmelidir.

3. ENERJİ ÜRETİM TESİSLERİNDE BAKIM YÖNETİM SİSTEMİ

Bakım masrafları, imalat ve üretim tesislerinin toplam işletme giderlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Endüstri türüne göre değişse de, bakım masraflarının toplam işletme giderlerinin % 15 ila % 60 arası bir bölümünü oluşturduğu bilinmektedir. Yine yapılan çalışmalara göre, işletme ve bakım masraflarının büyük bir kısmı, yanlış, sistematik olmayan ve planlı gerçekleştirilmeyen bakım yöntemleri nedeniyle boşa harcanmaktadır.

Etkin olmayan bakım yöntemleri ayrıca üretilen ürünün kalitesine ve emre amadelige de büyük etki yapabilmektedir. Rekabetçi bir piyasada bu etki önemli sonuçları da beraberinde getirmektedir.

Elektrik enerjisi, ekonominin ve sosyal yaşamın vazgeçilemez bir ögesi konumuna gelmiştir. Kullanım kolaylığı, rahatlığı ve kalitesi elektrik enerjisini diğer enerji türlerine kıyasla ön plana çıkarmaktadır. Elektrik enerjisi bir yönüyle nihai mal diğer yönüyle ise ara mal özelliği taşımakta olup, gerek nihai mal gerekse ara mal olarak büyük bir önem arz etmektedir. Elektrik enerjisi sektörü ekonomideki bütün kesimlere girdi veren, ancak bütün kesimlerden girdi almayan bir sektördür. Bu nedenle elektrik sektöründeki darboğazlar bütün kesimleri etkilemektedir ve diğer enerji türlerinden farklı olarak tüketilmeden üretilemeyen bir enerjidir. Başka bir ifade ile elektriğin üretimi ile tüketimi birlikte gerçekleşir. Üretildiği an tüketilmesi gereken bu enerjide tüketim aylara, günlere ve günün saatlerine göre değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle üretim yöntemi ne olursa olsun enerji üretiminin en yüksek talebi karşılayabilecek bir kapasiteye sahip olması ve üretimin kesintisiz devam etmesi zorunludur [Gloss, 2002].

Dünya'daki petrol ve doğal gaz kaynaklarının kömüre göre daha az olduğu bilinen bir gerçektir. Yakın gelecekte petrol ve doğal gaz aşırı kullanım sonucunda artan talebi karşılayamayacak duruma geleceklerdir. Şu anki üretim değerlerine göre doğal gazın 47, petrolün ise 30 yıl yeteceği tahmin edilmektedir. Oysa Dünya kömür

rezervleri petrol ve doğal gazın oldukça üzerinde olup yaklaşık 250 yıl gibi bir ömre sahiptir [Sirkeci,2000]. Bu bağlamda, kömür uzun vadeli enerji kullanımında lider enerji kaynağı olmayı sürdürecektir.

Enerji üretiminin kaynaklar bazında linyitin %44 payla ağırlıklı Olduğu görülmektedir. Elektrik enerjisi üretiminde kömür kullanılma oranı görüldüğü gibi önemli bir büyüklüktedir. Kömür yenilenemeyen fosil yakıtlardan bir tanesi olduğundan, var olan kömürlerin ekonomik olarak kullanılması önem kazanmaktadır. Günümüzde bir ülkenin önemli gelişmişlik göstergesi enerji tüketimidir diyebiliriz. Enerji ihtiyacının karşılanmasında kullanılan hammaddeler, özellikle ülkemiz gibi dışa bağımlı ülkelerde, ekonomiyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu kapsamda var olan kaynaklarımıza öncelik vermek ve onlardan tam anlamıyla faydalanabilmek adına tesislerimizin verimli işletilmesi ve ekipman bakım yönetiminin verimliliğe olan etkilerinin tam yanmadan tutunda soğutma suyu pompasının işletme değerlerine kadar unutulmaması gerekir.

Herhangi bir sürecin yönetilebilir hale gelmesi için, bu süreçle ilgili sistemin kurulması gerekmektedir. Örneğin, ürün kalitesinin yönetilmesi kalite yönetim sisteminin, tesisin çevre ile olan etkilerinin yönetilmesi çevre yönetim sisteminin kurulmasını gerektirmektedir. Bakım faaliyetlerini yönetmek istediğimizde de bakım yönetim sisteminin kurulması gerekmektedir. Bir sistemin olmadığı durumda bu konuya gösterilen önem kişiden kişiye değişecek, tesisten tesise farklılık gösterecek, yaşanan problemler sistematik bir şekilde üst yönetimin dikkatine gelmeyecektir. Dolayısıyla bakım yönetim sistemi kurulmadan, endüstriyel bir tesiste bakım faaliyetlerinin etkin bir şekilde yönetilmesi ve yönlendirilmesi söz konusu olamayacaktır. Etkin bir yönetim sisteminin bakım sürecinin planlaması, uygulanması ve kontrolü için nitelikli bir dokümantasyon yapısına sahip olması gerekmektedir. Bir bakım yönetim sisteminde dokümanlardan bazıları bakım sürecine yönelik olacak, bazıları da bütün süreçler için geçerli olan kontrol süreçlerini içerecektir.

Bakım yönetimi bir tesisin işlevselliğini garanti altına almak amacıyla bakım faaliyetlerine yönelik olarak gerçekleştirilen etkin planlama ve bu planların uygulanması sırasında gerçekleştirilen teknik, idari, yönetim ve denetim faaliyetlerinin bir bütünüdür. Bakım yönetimi çok farklı alt faaliyetlerden ve sorumluluklardan oluşmaktadır. Bunlar arasında bakım talimatlarının yazılması, bakım ile ilgili görevlerin ve bu görevleri tamamlamak için kaynakların belirlenmesi, bunların planlanması ve eğitimlerin verilmesi gibi birçok faaliyet bulunmaktadır. Maliyetlerin belirlenip bunlar için ödeneklerin sağlanması, doğru bütçelendirmelerin yapılması, arızaların analiz edilmesi gibi önemli fonksiyonları içermektedir [EÜAŞ, 2008].

Temel kurumsal düzenleme kuralları olmakla beraber, bakım yönetiminin mevcut teknik, coğrafi ve personel durumuna göre dikkatli bir biçimde özel olarak biçimlendirilmesi gerekmektedir. Bununla beraber bakım yönetimi işinin nasıl yönetileceğine ilişkin belirli şartları kapsayan bazı genel kurallar bulunmaktadır

Disiplin, sorumluluk ve hesap verebilme sınırlarının sağlam bir biçimde tasarlanması için tanımlanmış resmi bir yapı oluşturulmalıdır. Evrensel gerçeklerle donatılmış, yerel durumlara göre düzenlenmiş ve birbirleriyle olumlu biçimlerde etkilenecek işbirliği ruhu oluşturmuş bir organizasyon başarılı olması beklenen bir yapılanma olacaktır [Mobley, 2002].

Bir işletmedeki mevcut bakım felsefesini ölçmenin bir yolu, iki ya da üç yıl boyunca bakım işlerinin analiz edilmesidir. Bu yapılırken bakım felsefesini tanımlayan endekslerin belirlenmesine özel önem gösterilmelidir. Yönetim karakterini ve bakım etkinliğinin değerlendirilmesindeki en önemli endekslerden biri, bakımdan kaynaklanan sorunlar yüzünden oluşan üretim kayıplarının sayısı ve süresidir. Eğer bu sebeple oluşan üretim kayıpları toplam üretim zamanının % 30'undan fazlasını oluşturuyorsa o işletmede reaktif ya da düzeltici bakım yönetimi felsefesinin geçerli olduğu söylenebilir. Bugünkü piyasanın koşullarında rekabetçi olabilmek için bakım kaynaklı sorunların veya gecikmelerin toplam üretim saatinin % 1'inden daha azını oluşturması gereklidir.

Yönetim karakterini ve bakım etkinliğinin değerlendirilmesindeki önemli endekslerden biri de ek mesailerin oranı ve miktarıdır. Düzeltici bakım felsefesi olan bir işletmede ek mesailer ciddi bir giderdir. Eğer bakım giderleri ek mesai toplamı tüm iş gücü bütçesinin % 10'undan daha fazlasını oluşturuyorsa yine bu durumda o işletmede reaktif ya da düzeltici bakım yönetimi felsefesinin geçerli olduğu söylenebilir. Belli bir miktar ek mesai mutlaka ve her zaman olacaktır. Bazı özel proje veya rehabilitasyon çalışmalarında ve makinelerin arızalanması sonucu oluşan kayıp ve gecikmelerin % 1'i ek mesai ödenmesini gerektirecektir ancak olağanüstü olan bu giderler toplam iş gücü giderleri içinde çok küçük bir yüzdeyi oluşturmalıdır.

İşgücü kullanımı, yönetim etkinliğinin belirlenmesinde bir diğer anahtar endekstir. Bakım iş gücü saatinin mevcut toplam iş gücü (normal tamirat ve önleyici bakım işlerine ayrılan) saatine olan oranı belirlenmelidir. Reaktif bir bakım yönetimi felsefesinin geçerli olduğu işletmelerde bu oran % 50'den az olacaktır. İyi organize olmuş bir bakım yönetimi yapılanmasında iş gücü kullanımının % 90'nın üzerinde kalması sağlanmalıdır. Bir başka deyişle mevcut bakım işi gücü saatinin en az % 90'ı, bir şeylerin kınılıp dökülmesini beklemek için harcanması yerine, kritik tesis sistemlerinin iyileştirilmesi için etkin bir biçimde kullanılmalıdır.

Bilgisayar, bakım planlamasının yapılmasına yardım eden güçlü ve iyi bir araçtır. İyi tasarlanmış bilgisayar destekli bir bakım yönetimi sistemi iş gücü taleplerini, ekipman tarihçelerini, parça listelerini, mevcut malzeme miktarını, koruyucu bakım programlarını ve giderlerin izlenmesini sağlamalıdır.

Dünyada ve Türkiye'de pek çok şirket ve kuruluş bilgisayar destekli bakım yönetim sisteminin getirdiği avantajlardan yararlanmaktadır. Bakım yönetimi yazılımları bir tesisin işletme geçmişi, fiziksel dağılımı ve ekipman bakımlarına ilişkin verilerin izlenmesine, kayıt altına alınmasına ve bu bilgilerden analizler yapılmasına imkan tanımaktadır. Bakım yazılımları işletmelerin uzun dönemli güvenilirliği ve emre amadeliği için önemli olan verilere erişimi ve bu verilerin görselleştirilmesi için bir araçtır.

Bilgisayar destekli bir bakım yönetim sistemi doğru kullanılması, gerekli alt yapının hazırlanmış olması ve işin gereklerine cevap verebilecek biçimde düzenlenmiş olması halinde iş gücünden yararlanmada % 5-25, ekipmandan yararlanmada % 1-5 artış sağlarken stok envanterinde % 10-20'ye varan azalma sağlayabilmektedir. Farklı kaynaklarda ise bu oranlar; bakım üretkenliğinde % 28.3 artış, plansız duruşlarda % 20.1 azalma, malzeme giderlerinde % 19.4 azalma ve stoklarda % 17.8 azalma olarak ifade edilmiş, sistem ortalama olarak 14.5 ayda kendini amorti etmiştir [Handbook, 2001].

3.1. Bakım Nedir?

Belirli bir ekipmanı çalışır halde tutmak, arızalanmasını önlemek ve özelliklerini yitirmiş ekipmanları tekrar eski haline getirmek için yapılan bütün faaliyetlere bakım adı verilmektedir. Bakım bu amaçlara yönelik teknik, idari, yönetsel ve denetim faaliyetlerinin bir bütünü olarak değerlendirilmektedir. Bakım için aşağıdaki tanımlar kullanılmaktadır:

1. Test, ölçme, değiştirme, ayarlama ve tamir gibi, işlevsel bir ekipman ünitesinin belirli işletme şartlarını karşılayacak şekilde işlevlerini yerine getirebilmesi amacıyla gerçekleştirilen bütün faaliyetlerdir.
2. Ekipmanların önceden belirlenmiş işletme koşullarını korumak ve sürekliliğini sağlamak amacıyla gerçekleştirilen tamir, yeniden monte etme, iyileştirme, piyasa araştırması, malzeme temini, satın alma vb. gibi bütün faaliyetlerdir.
3. Bir ekipmanın görevini yerine getirebilmesi için gerçekleştirilen tedarik ve tamir faaliyetleridir.
4. Bir tesisi, binayı, yapıyı, üretim tesisini, elektrik santrali sistemini sürekli işlevini yerine getirecek şekilde tutmak, orjinal ve tasarlanmış kapasitesini ve amaçlanan görevi yerine getirebilmesi için gerekli verimini sürekli belirli bir düzeyde olmasını sağlamak amacıyla düzenli ve sürekli olarak gerçekleştirilen planlı faaliyetlerdir.

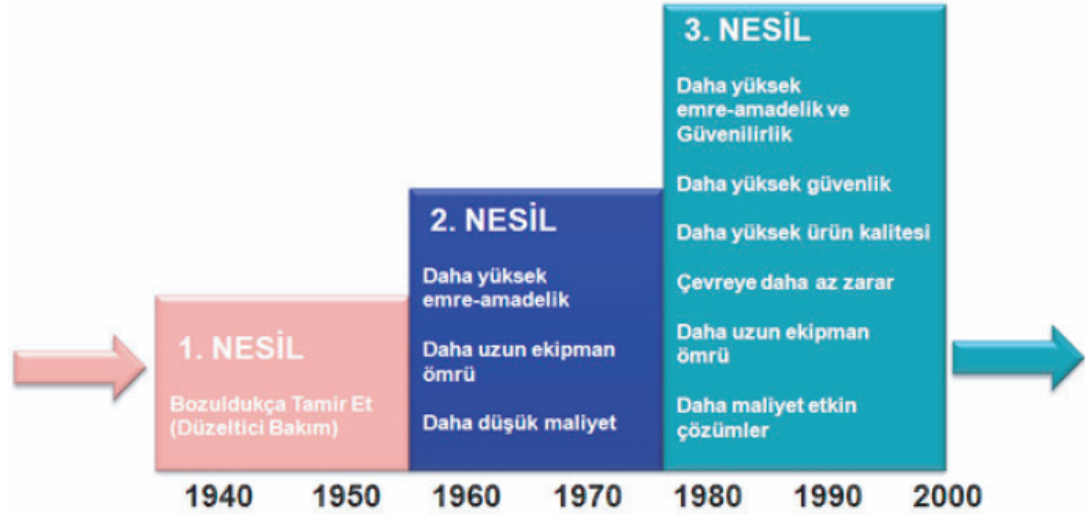
Önemli bir bileşeni olmasına karşın bakım yalnızca koruyucu bakım demek değildir. En önemli fonksiyonlarından biri olmasına karşın bakım yağlama yapılması veya sürekli bir faaliyet olmamakla birlikte kırılan bir makine parçasının telaşlı bir biçimde tamir edilmesi demek de değildir. Bakımın yürütülmesi pek çok bilim dalının kullanılmasını gerektirdiğinden, bakım bir bilimdir. Sorunlara karşı değişik yaklaşımlar ve eylemler gerektirdiğinden, bakım bir sanattır. Örneğin bazı mühendisler, formenler ve teknisyenler diğerlerinin kazandığından daha fazla ustalık kazanmakta ve daha fazla yetenek sergilemektedirler. Bir takım elbiseyi giyen kişiye elbisenin olması gibi bakımın etkinliğini şekillendirecek olan işletme veya kuruma dikkatli bir biçimde uydurulması gerektiğinden, bakım aynı zamanda bir felsefedir.

3.2. Dünyada Bakım Felsefesinin Gelişimi

Bakım uygulamaları incelendiğinde görülecektir ki bakım felsefesi üç farklı tarihsel gelişim evresinden geçmiştir.

1. Nesil olarak adlandırılabilen ilk evre II. Dünya Savaşına kadar olan dönemi kapsamaktadır. O günlerde sanayi henüz çok mekanize değildi ve ekipmanların arızalı durumları çok önemli değildi. Birçok tesis yöneticisi ve mühendisi tarafından, ekipmanların arızalanmasının önlenmesi yüksek öncelikte bir husus olarak kabul edilmiyordu. Dahası bu dönemlerde birçok ekipman çok basit tasarıma sahipti ve bu ekipmanları tamir etmek çok kolaydı. Dolayısıyla arıza önleme tekniklerine fazla ihtiyaç duyulmamaktaydı. Bu yıllarda, tesislerin çoğunda temizleme, tamir ve yağlama dışında kapsamlı ve sistematik bir bakım yönetim sistemi yoktu.

Çizelge 3.1. Dünya bakım felsefesi



II. Dünya savaşı sırasında bakım konusunda işler birdenbire dramatik bir şekilde değişti. Savaş sırasında artan üretim talepleri, tesislerdeki makineleşmeyi büyük ölçüde arttırdı. 1950'li yılların ardından, tesislerde çok sayıda ve çok karmaşık makineler kullanılmaya başlandı. Sanayi de hızla bu makinelere bağımlı hale geldi. Makinelere olan bu bağımlılık arttıkça, makinelerin emre amadelikleri de büyük önem kazanmaya başladı. Makinelerin arızalanması büyük üretim kayıpları anlamına gelmişti. Bu da arızaların önlenebileceği fikrinin doğmasına sebep oldu ve "önleyici bakım" felsefesi geliştirilmeye başlandı.

1960'lı yıllara gelindiğinde, sanayi tesislerinde "periyodik önleyici bakım" çalışmaları hızla yaygınlaşmıştı. Bütün bu gelişmeler, bakım maliyetlerinin de hızla artmasına sebep oldu. Bu maliyet artışları "bakım yönetimi" ve "bakım planlama ve kontrol" sistemlerinin geliştirilmesine sebep oldu. Bakım yönetim sistemleri sayesinde, bakım maliyetleri büyük ölçüde kontrol altına alınabildi ve "bakım yönetim sistemleri" artık bakım faaliyetlerinin standart bir bileşeni haline geldi.

1970'li yılların ortalarından itibaren sanayi sektöründeki değişim petrol krizi gibi nedenlerden dolayı büyük bir ivme kazandı. Değişim temel olarak, yeni beklentiler,

yeni araştırma çalışmaları ve yeni yöntemler üzerinde odaklandı. Tesislerdeki arıza durumlarının, fiziksel varlıkların üretim kapasitelerini azalttığı, üretim maliyetlerini arttırdığı ve müşteri memnuniyetsizliğini tetiklediği görüldü. Sanayi tesislerinden güvenilirlik ve emre amadelik çok daha fazla önem kazandı. Örneğin, ekipman arızalarının bir binadaki iklimlendirme sisteminin durmasına, toplu taşıma araçlarının dakikliğinin kaybolmasına, üretim sektöründe ürünlerin kalite özelliklerinin etkilenmesine, güvenlik ve çevrenin olumsuz etkilenmesine sebep olduğu daha iyi anlaşıldı. Güvenlik ve çevre konularında hızla yükselen standartlar ve halk bilinci, şirketleri ya çevre ve güvenlik etkilerine sebep olan arızaları en aza indirme ya da tamamen işletmeyi kapatma arasında tercih yapma noktasına getirdi. Tesislerdeki varlıkların etkin bakımları ve sağlam halde tutulması, şirketler için ölüm-kalım meselesi haline geldi. Gelişen teknoloji ile beraber, varlık yönetimi, kestirimci bakım gibi kavramlar hızla geliştirildi. Bu yöntemlerin 3. Nesil bakım felsefesi olarak yaygınlaşma çalışmaları halen devam etmektedir.

3.3. Düzeltici Bakım

Düzeltici bakım "bozulana kadar ekipmanlara dokunma, ekipmanı çalıştır, bozulunca tamir et" yaklaşımıdır. (Çizelge 3.2.) Bakım arıza gerçekleşikten sonra yapılmaktadır. En düşük seviye bakım sistemi olarak bilinmektedir. Reaktif yaklaşımın bir aracıdır. Düzeltici bakım arıza çıkmadığı sürece bakım gerektirmez. Fakat arıza çıktığından maliyet, zaman ve üretim kaybı büyük olabilir. Düzeltici bakım sistemi uygulayan tesislerin özellikle kritik parçalar olmak üzere büyük bir yedek parça stoğunu tutmaları gerekmektedir.

Çizelge 3.2. Bakım felsefesi

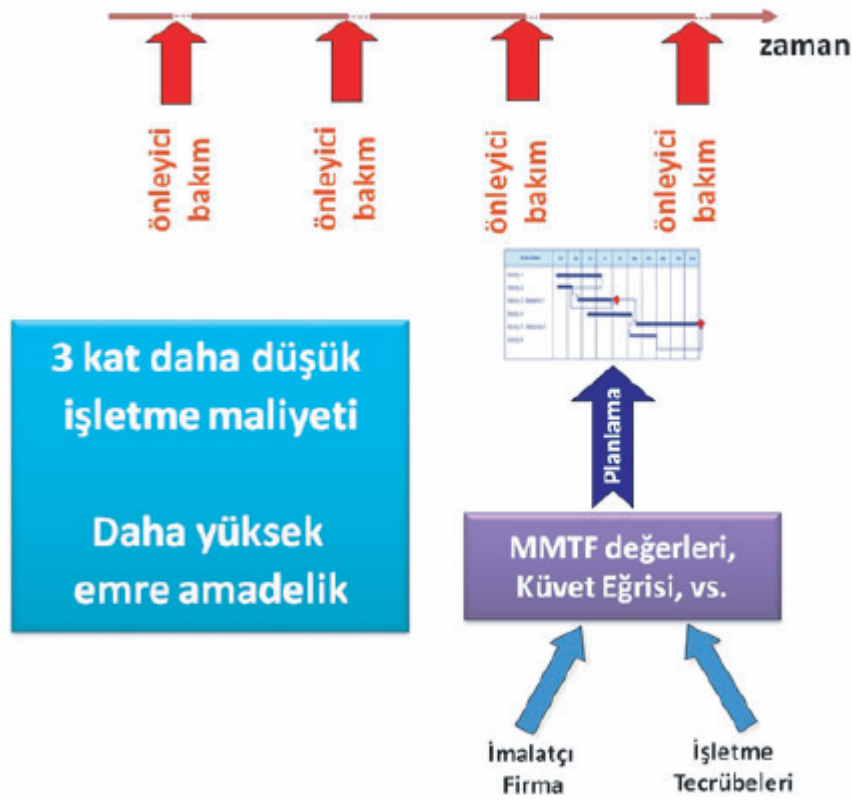


3.4. Önleyici Bakım

Bir ekipmanı ve tesisi, yeterli bir işletme düzeyinde tutabilmek amacıyla, sistematik denetim ve gözlem, problemleri belirleme, henüz başlangıç aşamasındaki arızaları tespit etme ve hemen düzeltici faaliyetleri bağlama gibi, arızalar gerçekleşmeden veya ciddi arızalar olarak ortaya çıkmadan önce tesis personeli tarafından ekipmanlara ve tesise karşı gösterilen bütün ilgi ve hizmete önleyici bakım adı verilmektedir. Önleyici bakım için kullanılan bir başka tanım da, bir tesiste arızaların oluşmasını engellemek amacıyla gerçekleştirilen test, ölçme, ayarlama, parça değiştirme gibi faaliyetlere verilen addır. Önleyici bakımda, bakım yapmak için arızanın oluşması beklenmez. Önleyici bakımın amacı zaten arızanın oluşmasının engellenmesidir. Önleyici bakımın en önemli özelliği planlamadır ve bakımın planlı yapılmasıdır. Günlük hayatta önleyici bakıma verilebilecek en güzel örnek her 5000 km'de bir otomobil yağının değiştirilmesidir. Önleyici bakım için genellikle ekipmanların üreticileri tarafından sağlanan veya işletme tecrübeleri sonucunda belirlenen ortalama arızalanma zamanı (MTTF) değerleri veya ekipman için kuvvet

eğrisi gibi istatistiksel veriler kullanılmaktadır. Önleyici bakımın, düzeltici bakıma oranla 3 kat daha düşük işletme maliyetine ve daha yüksek emre amadelğe sebep olduğu belirlenmiştir. Önleyici bakımın da seviyeleri bulunmaktadır. Bu seviyeler Çizelge 3.3.'te gösterilmiştir. Bakım seviyesi yağlama veya küçük ayarlamalardan tamirlere hatta ekipmanın yeniden montajına kadar değişik bir aralıkta olabilmektedir.

Çizelge 3.3. Önleyici bakım felsefesi



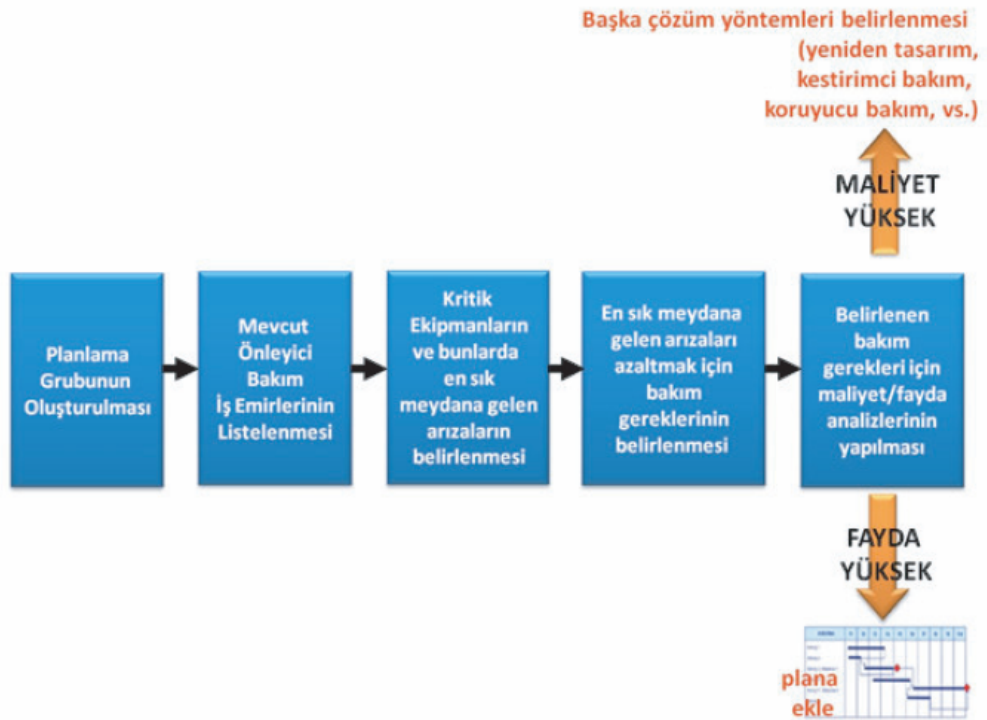
Bütün bunlardaki amaç makine ve ekipmanların mümkün olan en üst performans düzeyinde çalışmasını sağlamaktır. Önleyici bakımın da avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

Avantajları arasında aşağıda verilenler sayılabilir:

- En başında önleyici bakım uzun vadede tasarruf sağlar (tamir çoğu zaman bakımdan pahalıdır).

- Önleyici bakım zaman kazandırır (tamir çoğu zaman bakımdan daha fazla zaman alır).
- Önleyici bakım üretimin sürekli olmasını sağlar, üretim kesintilerini ve üretim kayıplarını en aza indirir.
- Önleyici bakım ekipman performansın artmasına, hiç olmasa aynı seviyede kalmasına yardım eder (ekipmanlar arızalanmasa bile performansı azalabilir).
- İnsan kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlar.

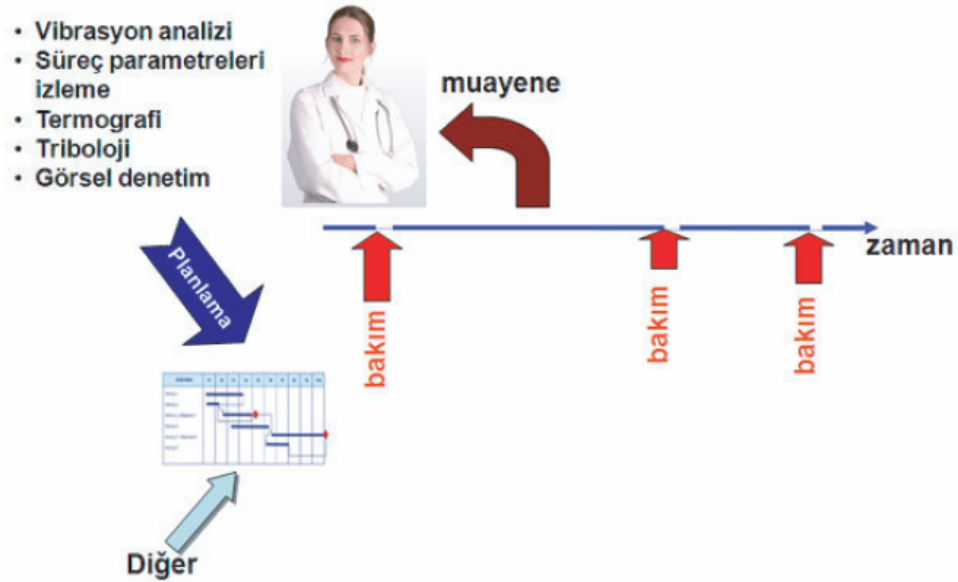
Çizelge 3.4. Bakım fayda analizi



3.5. Kestirimci Bakım

Kestirimci bakım “toplam santral işletmesini optimize etmek için santral ekipmanlarının gerçek işletme durumlarını kullanması gerektiğini belirten işletme felsefesi ve yönetim tavrıdır.” Kestirimci bakım hizmet halindeki ekipmanın o anki gerçek durumunu sürekli veya belirli aralıklarla belirlemek suretiyle, bakım işleminin ne zaman yapılması gerektiğinin kestirilmesi esasına dayanmaktadır. Önleyici bakımın daha gelişmiş hali olarak düşünmek mümkündür. Kestirimci bakımda MTTF ve kuvvet eğrisi gibi istatistiksel değerler yerine, aynen bir doktorun hastayı muayene etmesi gibi ekipmanların muayenesinden çıkan sonuçlar kullanılmaktadır. Vibrasyon analizi, termografi (ısı dağılımı), triboloji (sürtünme bilimi) gibi yöntemler kullanılarak kritik ekipmanların o anki gerçek işletme durumları belirlenmekte ve bakım ölçüm sonuçlarına göre ihtiyaç oldukça yapılmaktadır.

Çizelge 3.5. Kestirimci bakım yaklaşımı



Kestirimci bakımın amacı, ekipman arızalanmadan önce tam zamanında bakımın gerçekleştirilmesidir. Kestirimci bakımın birçok faydaları bulunmaktadır. Bunlar arasında ekipmanın gerçek mekanik durumunun göstergesi olan gerçek verilerle çalışılıyor olması bulunmaktadır. Bakım planları gerçek veriler ışığında

gerçekleştirilmekte ve güncellenmektedir. Kestirimci bakım gereksiz bakım faaliyetlerini engellemekte, problemleri çok erken aramalarda belirlemekte, bu da tamir masrafını, tamir süresini, işgücünü ihtiyacını, üretim kaybını en düşük düzeye indirmektedir. Kestirimci bakım plan dışı arızaları büyük ölçüde önlemesinin yanı sıra, gerçekleşecek arızaların diğer sistemleri yıpratmasını da engellemekte, ayrıca tamirden sonraki durum hakkında da gerçek veri sağlamaktadır.

3.5.1. Kestirimci bakım yöntemleri

Kestirimci bakım için çok farklı teknikleri geliştirilmiştir. Bunlar arasında önemli olanlar aşağıda kısaca açıklanmaktadır:

1. Vibrasyon analizi: Bu en etkin kestirimci bakım tekniği olarak bilinmektedir. Amacı hareketli, döner parçalarda mekanik sorunların/arızaların belirlenmesidir.
2. Akustik emisyon: Yapılardaki ve boru sistemlerindeki arızaları, sürekli bir biçimde ses dalgaları yardımıyla izlemek ve oluşabilecek çatlakları belirlemek amacıyla kullanılmaktadır.
3. Yağ analizi: Bu teknikte makine yağı analiz edilmekte, içindeki çok küçük boyuttaki parçacıklara bakılmakta, böylece mil yataklarının, dişlilerin, vs. durumları hakkında bilgi edinilmektedir.
4. Parçacık analizi: Aşınmış makine parçaları, bulundukları ortama küçük parçacıkların dağılmasına sebep olmaktadır. Bu parçacıkların toplanması ve analizi, ekipman bileşenlerinin durumu hakkında önemli bilgiler taşıyabilmektedir.
5. Korozyonun izlenmesi: Ultrason kalınlık ölçümleri yardımıyla, borularda, tanklarda ve proses ekipmanlarındaki paslanma kaynaklı aşınmalar belirlenmektedir.

6. Termografi: Bu ekipmanlardaki işletme problemlerini belirlemek açısından önemli bir yöntemdir. Bu yöntem, jeneratörlerde, kazanlarda ve birçok diğer ekipmanda termal ve mekanik birçok problemi önceden belirleyebilmektedir.

7. Performansın izlenmesi: Bu yöntem de ekipmanlardaki işletme problemlerini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Makinenin performansı ölçülebildiği takdirde, bu performans verileri makinenin iç durumu hakkında önemli bilgiler taşımaktadır.

Her makine için öngörülecek bakım stratejisinin (düzeltici, önleyici, kestirimci, vs.) tesis bazında gerçekleştirilecek analizler yardımıyla belirlenmektedir. Kestirimci bakıma karar verilen ekipmanlarda, hangi kestirimci bakım yönteminin kullanılacağına çok dikkatli bir şekilde karar verilmelidir. Bir bakım yönetim sistemi için, tüm tesis kapsamında gerçekleştirilecek analizler, bakım programının başarısı açısından önem taşımaktadır.

Kestirimci bakım teknikleri açısından önem taşıyan bir diğer husus da, analiz sonucunda toplanan verilerden anlamlı sonuçlar çıkartabilecek ve bunları bakım programlarına etkin bir şekilde yansıtabilecek uzman personelin ve örgütsel yapının varlığıdır. Aksi halde toplanan verilerin, arşiv oluşturmaktan öte bir anlamı kalmayacaktır.

3.6. Tesis Ekipmanlarının Sınıflandırılması

Bakım sistemi kurmadan önce tesislerde kritik ekipman analizlerinin yapılması gerekmektedir. Bu analiz sırasında bir tesisi oluşturan bütün ekipmanlar 3 ana kategoriye ayrılmaktadır:

1. Kritik ekipmanlar,
2. Önemli ekipmanlar,
3. Genel amaçlı ekipmanlar.

Kritik ekipmanlar;

- Arızalanması tesis güvenliğini olumsuz etkileyebilir,
- Arızalanması üretim sürecinin durmasına sebep olabilir,
- Yedeği olmayan büyük donanım sistemleri, büyük güçlü ekipmanlar,
- Yüksek maliyete sahip, tamir edilmesi zor ve pahalı ekipmanlar (yüksek hızlı turbo makineler vs).
- Bakım işlevinin aksatılması durumunda çabucak arızalandığı bilinen sorunlu makine bileşenleri,
- Daha iyi çalışması halinde maliyet tasarrufu ve üretim artışı sağlanacağı bilinen ekipmanlar.

Proaktif ve kestirimci bakım felsefesi genellikle söz konusu kritik ekipmanlar için uygulanmaktadır. Tercihen bu ekipmanların sürekli izlenmeleri ve problemlere karşı hızlı analiz kabiliyetlerinin sağlanması gerekmektedir.

Önemli ekipmanlar;

- Arızalanması tesis güvenliğini etkileyebilir,
- Tesis işletmesi için önemli ekipmanlar, arızalanması üretim açısından önem taşıyan bir alt sürecin devre dışı kalmasına sebep olan ekipmanlar,
- Yedek parçaları bulunabilir veya bulunmayabilir,
- Bu ekipman olmadan üretim süreci başlatılabilir, fakat yine de işler halde bulunması üretim süreci için önemlidir,
- Yüksek güçte ve hızda çalışan ekipmanlar, fakat sürekli çalışmaları gerekmez,
- Bu ekipmanlardan bazıları zaman bazlı periyodik bakıma ihtiyaç duyanlardır,
- Bu ekipmanlar orta seviyede masraf, uzmanlık ve tamir zamanına ihtiyaç duyarlar,
- Sorunlu olduğu bilinen ve belirli aralıklarla arızalanan ekipmanlar.

Önemli ekipmanlara genellikle önleyici bakım stratejisi kullanılmaktadır. Bazı durumlarda daha az karmaşık veya sürekli olmayan kestirimci bakım teknikleri de kullanılabilir. Örneğin taşınabilir kestirimci bakım analiz cihazları ile belirli aralıklarla kontrol edilebilirler.

Genel amaçlı ekipmanlar;

- Arızalanmaları tesis güvenliğini etkilemez,
- Üretim açısından kritik bir önem taşımazlar,
- Ekipmanlar ancak talep halinde çalışmaktadır ve/veya bir yedekleri mevcuttur,
- Ekipmanlar düşük masraf, uzmanlık ve tamir zamanına ihtiyaç duyarlar.
- Başka ekipmanların arızalanmasına sebep olmazlar.

Genel amaçlı ekipman sınıflandırılmış olanlarda genellikle düzeltici bakım yönetimin kullanılması kabul edilebilmektedir. Fakat modern tesislerde, bu ekipmanlar bile kendi haline bırakılmamakta ve önleyici ve kestirimci bakım yöntemleri kullanılmaktadır.

3.7. Santral Bakımında Temel Yaklaşımlar

Üreticiler, üretimi yüksek hızda tutmak ve rekabetçi piyasada ayakta kalabilmek için düzeltici bakım zihniyetinden, geleneksel bakımın dışında görülen dikkatli bir planlama dahilinde çalışanların anlamlı katılımının sağlandığı ve iyi eğitilmiş personelin etrafında örgütlenmiş, proaktif bir bakım zihniyetine geçmek zorunda kalmışlardır. Bu hamle etkin bir önleyici bakıma ve toplam kalite yönetimine yapılan toplam bakım yaklaşımıdır. Dünya Klâsında Bakımın (DKB) temelinde Toplam Ekipman Etkinliğini geliştirmek amacıyla üretim, işletme, bakım ve mühendislik ile teknik hizmetlerde çalışan personel arasında kurulan yeni bir tür ortaklık yatmaktadır. DKB işi felce uğratan altı iş kaybını yok ederek veya en aza indirerek sıfır plansız duruş ve sıfır hata hedefleyen bir programdır:

- Ekipman arızaları

- Ayar ve kurma kayıpları
- Rölanti ve kısa süreli duruşlar
- Kapasitedeki düşüş
- Kalite kayıpları
- Yol verme kayıpları

Dünya Klasında Bakımın kısa bir tarifinin yapılması oldukça zordur ancak bu tanımda ekipman etkinliğinin artırılması ön plana çıkmaktadır. Ortaklık fikri bu sistemin çalışmasına esas teşkil eden husustur.

3.7.1. Santral bakımın beş temel ögesi

Yukarıda anlatılanlardan yola çıkarsak santral bakımında emre amadeliği düşüren ve kapasite kullanım faktörünü azaltan 6 ana kaybı önlemeye yönelik olarak yapılacak sistemli bir bakım programı, bakım işleri ile ilgili yapılan iyi uygulamalara vurgu yapmaktadır.

Bu yaklaşımın beş temeli aşağıda açıklanmaktadır:

1. Ekipman Etkinliğinin Geliştirilmesi: Altı büyük kayba bakarak ekipmanın verimsiz olmasına yol açan nedenleri belirlemek ve gerekli iyileştirmeleri yapmaktır.
2. Operatörlerin Günlük Bakım İşlerine Dahil Edilmesi: Operatörlerin gerçekten bakım yapması anlamına gelmemektedir. Pek çok başarılı programda operatörler aktif olarak bakım yapmamaktadır bunun yerine bakım planlamasında, programında ve ortaklığında yer almaktadır. Ancak, tıpkı bir şoförün aracı kullanmadan önce lastiklerin hava basıncına bakması veya yağı kontrol etmesi gibi standart kontrollerin operatörlerce yapıldığı uygulamalar vardır.
3. Bakım Verimliliği ve Etkinliğinin Artırılması: Pek çok dünya sınıfı bakım uygulamasında operatör bakımın bir seviyesine kadar doğrudan müdahildir. Bu çaba, daha iyi planlanma ve programlama, daha iyi koruyucu bakım, kestirimci bakım, Güvenilirlik Merkezli Bakım, yedek parça ambarı, teçhizatların

bulunduğu yerlerin düzenlenmesi kısacası bakıma girdi teşkil eden ortak alanları ve bakım teknolojilerini kapsamaktadır.

4. Eğitim: Dünya Klasında Bakımın belki de en önem verdiği ögedir. Eğitim işletmedeki herkesi ilgilendiren bir husustur öyle ki operatörler makineleri nasıl doğru bir biçimde kullanacağını, bakım personeli de bu makinelerin nasıl doğru biçimde bakımını yapacaklarını öğrenmelidirler. Operatörler makine ve ekipmanların bazı muayenelerini, rutin ayarlarını ve diğer koruyucu işlerini yapacaklarından, verilecek olan eğitim operatörlerin bu işleri nasıl yapacaklarını ve bakımla nasıl birleştireceklerini de kapsamalıdır. Burada bahsedilen eğitimler proaktif bir takımda görev alacak olan yöneticilerin de eğitilmesini göz önünde tutmalıdır.
5. Bakım İçin Ekipman Yönetimi ve Tasarımı: Ekipman ve makineler pahalı sistemlerdir ve bu sistemler ömürleri boyunca üretken birer varlık olarak görülmelidirler. Eskisine göre daha kolay işletilebilen ve bakılabilen tasarımlar yapmak proaktif yaklaşımın temel öğelerinden biridir. Operatörlerden ve bakım ekibinden gelen öneriler mühendis ve teknik personelin daha etkin makine ve ekipman tasarlamasına, belirlemesine ve satın almasına yardımcı olacaktır. Yeni ekipman ve makinelerin ömürleri boyunca işletme ve bakım maliyetlerinin değerlendirilmesiyle uzun vadeli giderlerin indirgenmesi mümkün hale gelecektir. Düşük fiyat düşük gider anlamına gelmeyebilir [Mobley, 2002].

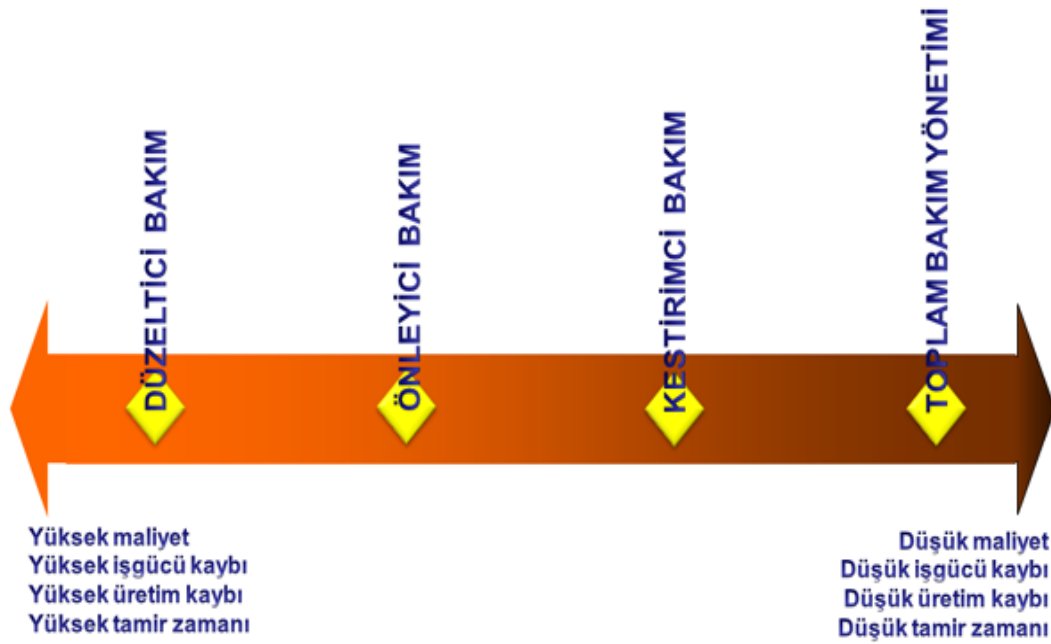
Görüldüğü üzere bakım yapma standartlarınız size aslında teknik anlamda geldiğiniz noktayı da göstermektedir. Yukarıdaki altı maddenin her biri ayrı ayrı değerlendirmekten çok toplu bir biçimde sizin sistem sahibi olup olmadığınızı ve bakım kabiliyetlerinizi gösterir. Özünde de sistemsiz bakımın bakım olmadığı gerçeği yatar.

3.8. Bakım Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Bakım yöntemleri arasında en yüksek maliyet, işgücü ve üretim kaybı ve yüksek tamir zamanına sahip olanın, "düzeltici bakım" olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan

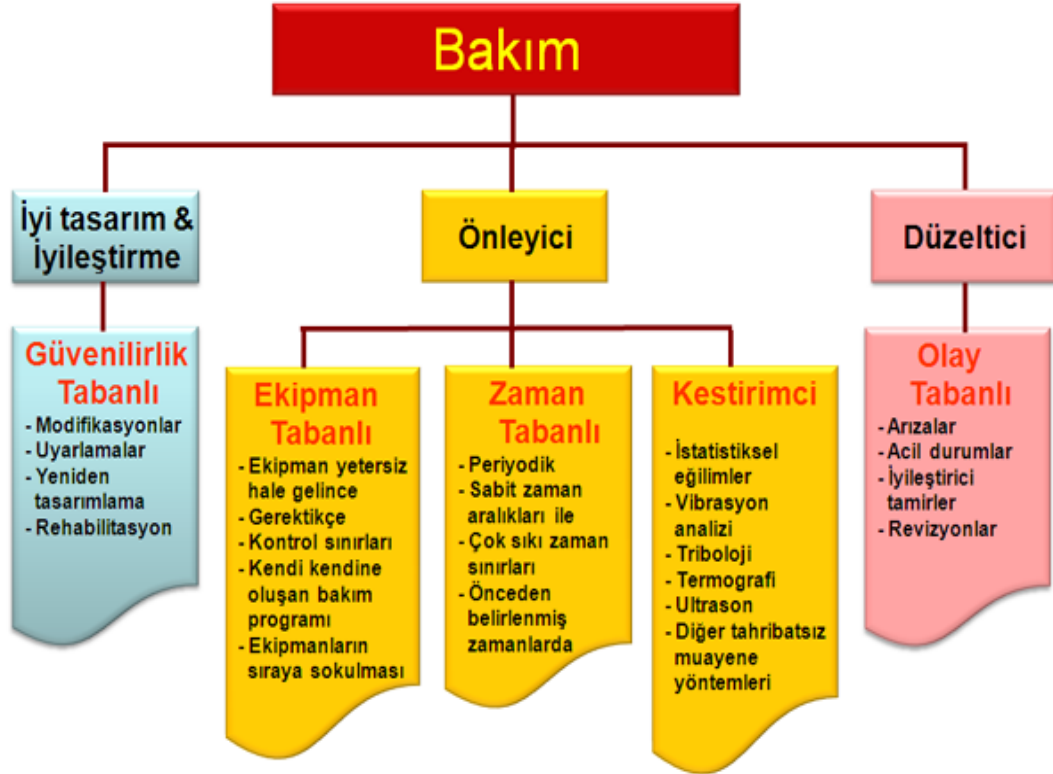
Japonların uygulamakta oldukları Toplam Bakım Yönetimi (Toplam Verimli Bakım), bu konudaki en etkin ve gelişmiş bakım yaklaşımı olduğu bilinmektedir (bakınız Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Düzeltici kestirimci ve önleyici bakım yöntemleri



Diğer taraftan bütün bakım yöntemleri Çizelge 3.7. de toplu olarak gösterilmiştir. Burada verilen bakım yöntemlerini insan sağlığı korumak amacıyla yapılan faaliyetlere benzetebiliriz. Örneğin, düzeltici veya arıza bakım yöntemi kalp krizi geçiren bir hastaya müdahale etmeye benzer. Amaç hastanın kurtulması ve hayata dönmesidir. Nasıl böyle bir krizin sonuçları pahalı yöntemlerle giderilebilirse arıza bakım da yüksek bakım bütçesi gerektirmektedir. Eğer hastalığın ortaya çıkması önlenmek istenirse doktor hastanın kolesterol ve kan değerlerini ölçer, diyet yapmasını ister tıpkı bu yaklaşımda olduğu gibi koruyucu bakım ile kök neden analizi yapılır ve daha sorun ortaya çıkmadan düzeltme yoluna gidilmiş olur. Yine kalp hastalığının EKG veya ultrasonla tespitini önleyici ve kestirimci bakım yaklaşımına benzetebiliriz. Vibrasyon analizi, termografi, eksen kaçıklığı ve parçacık aşınması gibi yöntemlerle makine ve ekipmanların durum tespiti yapılabilir. Son olarak, bypass veya organ nakli ameliyatı periyodik parça değişimine benzetilebilir.

Çizelge 3.7. Bakım yöntemleri ağacı



Modern bakım yönetim sistemi basamaklar halinde üst üste kurulan yapısal sistemler bütünüdür. Doğru bilgilerle ekipman bazında yapılan analizlerle hangi tür bakım veya bakımların uygulanacağı belirlenmelidir. Bakım konusunda farklı yaklaşımlar olmasına rağmen bakım sisteminde yukarıda karşılaştırılması verilen tüm bakım türleri bulunacaktır. Bu nedenle tek bir yaklaşımın sorunların çözümü için tek başına yeterli olamayacağına özellikle dikkat edilmelidir.

3.9. Çeşitli Tanım ve Kavramlar

Çeşitli tanım ve kavramlar aşağıda verilmiştir.

Emre amadelik: Herhangi bir zaman aralığında bir santralin çalışabilir olduğu yani şebekenin elektrik ihtiyacına göre ya işletmede olduğu ya da işletmeye alınabilir olduğu sürenin seçilen zaman aralığına yüzdece olan oranıdır.

Kapasite faktörü: Belirli bir zaman aralığında bir santralin tam güçte ve belirtilen sürenin tamamında teorik olarak üretebileceği elektrik enerjisinin yine bu santralin aynı dönemde üretmiş olduğu elektrik enerjisine olan yüzdece oranıdır. Santral emre amade olmadığı zaman işletilemeyeceğinden, elektrik talebindeki değişimler ve enerji fiyat dengelemesi nedeniyle her zaman tam güçte çalışmayacağından kapasite faktörü emre amadelikten küçük veya emre amadelige eşittir.

Toplam Ekipman Etkinliği: Toplam ekipman etkinliği, Toplam Verimli Bakım programlarında kullanılan bir endekstir. Toplam ekipman etkinliği endeksi ekipman performansı ölçülerek elde edilir. Ekipman etkinliğinin ölçümü, sadece emre amadelik veya makinenin çalıştığı süre gibi parametrelerden ileri gitmeli, ekipman performansı ile ilgili tüm noktaları içermelidir. Toplam ekipman etkinliği, emre amadelik, performans oranı ve kalite oranının çarpımına eşittir:

$$\text{Toplam Ekipman Etkinliği} = \text{Emre amadelik} \times \text{Performans Oranı} \times \text{Kalite Oranı}$$

Toplam Verimli Bakım kavramının ortaya çıktığı Japonya’da bu alandaki ulusal ödüle aday olabilmek için kriter Toplam Ekipman Etkinliği’nin %85’den yüksek olmasıdır. Amerika Birleşik Devletleri’ndeki pek çok şirketin toplam ekipman etkinliği endeksleri ancak %50’ler seviyesindedir. Bu değer tipik bir ekipman bakım yönetim programıyla büyük oranda gelişmesini beklemek gerçekçi bir yaklaşım olmayacaktır [Eüaş., 2008].

Performans Oranı: Performans oranı bir ürünü elde etmek için ideal veya tasarım ömrünün, üretim değeri ile çarpımının işletme süresine bölümü ile elde edilen ifadedir. Söz konusu ifade performans oranını verecektir:

$$\text{Performans Oranı} = \frac{\text{Tasar.Ömrü} \times \text{Üretim}}{\text{İşletme Süresi}} \times 100$$

Bu formülde, tasarım ömrü veya üretim miktarı örneğin parça/saat gibi bir üretim birimidir. Üretim ise verilen zaman zarfındaki toplam üretim değeridir. Performans oranı endeksi kapasite düşümüne yol açan arızaların ortaya çıkarılmasında oldukça yararlı bir parametredir. Japonya'daki pek çok şirket için hedef performans oranı %95'den yukarıdır [Eüaş, 2008].

Kalite Oranı: Bir süreçteki üretim girdisinden kalite hatalarının sayısı veya miktarının çıkarılarak üretim girdisine bölümüyle elde edilen ifadedir:

$$Kalite Oranı = \frac{\text{Üretim Girdisi} - \text{Kalite Hataları}}{\text{Üretim Girdisi}} \times 100$$

Üretim girdisi, sürece veya üretim çevrimine giren ürünün birimidir. Kalite hataları süreç veya üretim çevrimi tamamlandıktan sonra kalite standartlarının (defolu olan ürünler değil) altında kalan ürün miktarıdır. Kalite oranı endeksi, müşteriler düşük kaliteli ürünleri kabul ediyor olsa da, üretim kalitesinden kaynaklanan sorunların ortaya çıkarılmasında kullanılan bir parametredir. Japon firmalarının bu endeks için hedefleri %99'dan yukarıdadır.

3.10. Bakım Yönetimi Kavramı

Bakım yönetimi bir tesisin işlevselliğini garanti altına almak amacıyla gerçekleştirilen etkin planlama ve bu planların uygulanması sırasında gerçekleştirilen teknik, idari, yönetim ve denetim faaliyetlerinin bir bütünüdür. Bakım yönetimi çok farklı alt faaliyetlerden ve sorumluluklardan oluşmaktadır. Bunlar arasında bakım iş talimatlarının hazırlanması, bakım görevlerinin belirlenmesi, işi tamamlamak için kaynakların belirlenmesi ve bunların planlanması gibi birçok faaliyet bulunmaktadır. Maliyetlerin belirlenip bunlar için ödeneklerin sağlanması, doğru bütçelendirmelerin yapılması, arızaların analiz edilmesi gibi birçok önemli fonksiyonu içermektedir.

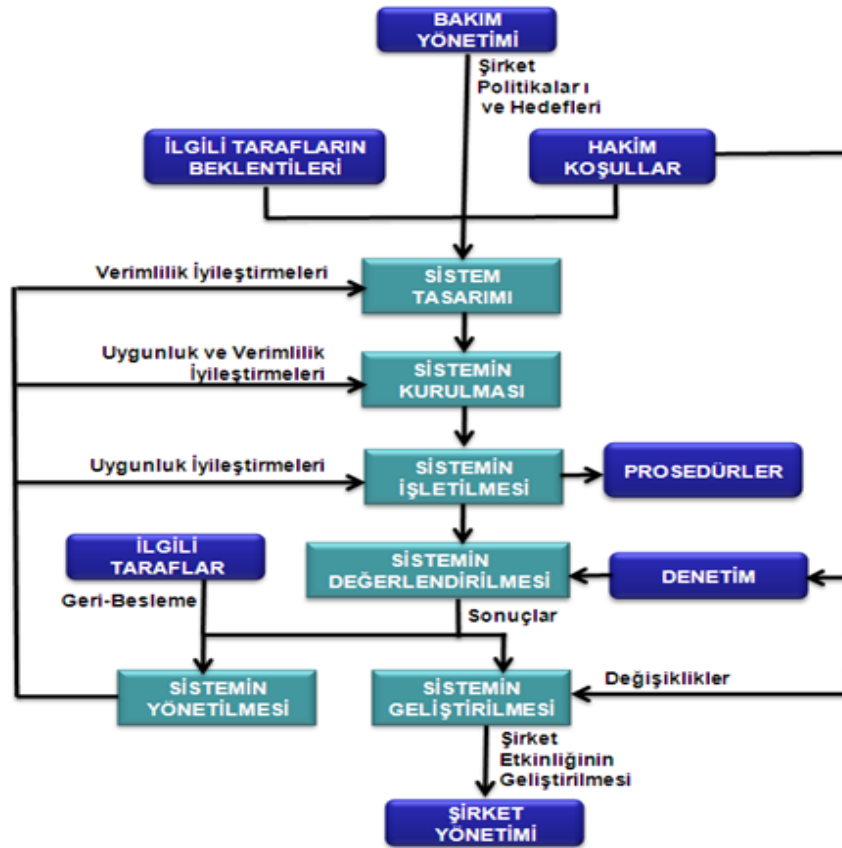
Bakım sürecinin bir sistem dahilinde yönetilebilir olması için en azından aşağıdaki şartların karşılanması gerekmektedir:

- Şirketin bir bakım vizyon ve misyonuna sahip olması, bakım politikasının belirlenmesi,
- Bakım ile ilgili ölçülebilir şirket amaç ve hedeflerinin belirlenmesi,
- Yapı içerisinde bakım ile ilgili yeterli ve uygun bir örgütsel yapının bulunması, görev ve sorumlulukların açık ve net bir şekilde belirlenmiş olması,
- Yeterli kaynakların zamanında sağlanmasını garanti altına alan destek süreçlerin bulunması,
- Ana bakım işlevlerinin belirlenmesi, politika ve süreçlerin oluşturulması, mevcut süreçlerin elden geçirilmesi, süreç yaklaşımın izlenmesi, süreçlerin geliştirilebilmeleri amacıyla sürekli etkinliklerinin değerlendirilmesi,
- Planlama, kontrol ve iç denetim süreçlerinin yerli yerinde bulunması, planlamanın bilimsel analizler çerçevesinde gerçekleştirilmesi,
- Etkin bir ambar/malzeme yönetiminin sağlanması, etkin bir iş-emri sisteminin kurulması, bakım planlama çalışmalarının etkinliğini arttıracak tedbirlerin oluşturulması, ekipman ve arıza kayıtlarının düzenli bir biçimde tutulup bunların kolayca analizlere tabi tutulmasını sağlayacak teknik altyapının oluşturulması,
- Bakım faaliyetlerinin önleyici ve kestirimci öğeleri sistematik bir şekilde içermesinin sağlanması,
- Performansın sürekli ölçülmesi, problemlerin düzenli aralıklarla üst yönetimin dikkatin çekecek mekanizmanın yerleştirilmesi, düzeltici faaliyetlerin başlatılabilmesi için süreçlerin yerli yerinde bulunması,
- Dokümantasyonun güncel ve kontrol altında olması (bakım el kitabı, üst prosedürler, bakım talimatları, ekipman çizimleri, vs)

- Çalışanlara kendilerini sürekli geliştirebilecekleri, sürekli eğitim için imkan sağlayan bir çalışma ortamının sağlanması

Bakım yönetiminde, bakım konusunda deneyimli, tecrübeli ve eğitilmiş mühendisler, üretim planlamacıları ve bakım teknisyenleri ile beraber bakım gereklerini belirlemektedir. Her türlü bakım ve tamir sürecinin tanımlanmış, planlanmış olması ve bunların plana uygun bir şekilde gerçekleştiriliyor olması büyük önem taşımaktadır.

Çizelge 3.8. Bakım yönetim sistemleri kurulum amaçları



Sağlıklı bir bakım yönetim sisteminde bakım ihtiyaçlarını anlamada ve belirlemede sistematik bir yaklaşımın bulunması ve bu ihtiyaçların sürekli ve tam olarak karşılandığının garanti altına alındığı ve bunun da sürekli olarak doğrulandığı mekanizmaların mevcut bulunması gerekmektedir.

Bakım yönetim sistemi diğer örgütsel sistemler gibi şirketin örgütsel hafızasının bir parçası haline gelmeli, sürekli değişen, beslenen, adapte olan, genişleyen, değişik seviyelerde uygulanan bir özellik taşımali, yaşayan bir sistem olmalıdır. Örgütsel hafızanın iki bileşeni bulunmaktadır. Bunlardan ilki bakım gereklerini belirlemek ve yerine getirmek için örgüt bünyesinde neler yapılması gerektiğini açıklayan dokümanlardır. İkinci bileşen ise bu sonuçların sağlanmasına yönelik gerekli bilgi ve beceriyi uygulayan ehil çalışanlardır.

Ayrıca dokümanlarda açıklanan sistemin uygulanıp uygulanmadığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen iç denetimler ve çalışmaların planlandığı gibi gerçekleştirildiğini kanıtlayan kayıtlardır. Tipik sistemin kurulma aşamaları bakım sistemi kurulumu için uyarlanarak şekilde verilmiştir. Bakım yönetim sisteminin kurulma aşamalarının da benzer bir süreçten geçeceği düşünülmektedir.

İyi bir bakım yönetim sisteminde işi gerçekleştirmeye yönelik standart yöntemlerin belirlenip belgelendirilmesi gerekmektedir. Bakımı etkileyen süreçlerin belirlenmesi, bilinmesi ve etkinliklerinin garanti altına alınması için gözden geçirilmesi, izlenmesi ve sürekli iyileştirilmesi gerekmektedir.

3.11. Bakım Yönetimi Stratejileri

Bakım yönetiminde amaç çok sık veya çok fazla bakım yapmak değil, etkili ve optimum bakım yapmak olmalıdır. Bugün pek çok işletme ve tesisin artan bakım maliyetleri maalesef bakımların hiç ya da yetersiz yapılmasına neden olmaktadır. Bakım maliyetlerini sıfırlamak elbette mümkün değildir ancak etkili stratejiler ile bu giderleri minimuma indirmek çeşitli teknolojiler ve bakım yöntemleri sayesinde mümkün hale gelmiştir. Bu bağlamda işletmecilik bilgisi, teknik altyapı ve araştırmacı-inceleme bir yapı oluşturulması çok büyük öneme sahiptir. İşletmenin performansı, ömrü ve sürekliliği; yıpranma, korozyon gibi doğal süreçlerden ve işletme hataları ile belirlenmektedir. Bu faktörler doğru malzeme seçimi, doğru bir tasarım ve etkin bakım stratejileri oluşturularak en aza indirgenebilir.

Bakım yöntemlerinin geliştirilmesi, işletme bilgi ve tecrübelerinin paylaşılması, kayıt altına alınması, ölçme ve kontrol sistemlerinin sağlanması ile işletmedeki ekonomik bakım ve üretiminin sağlanması mümkün olacaktır. Bu nedenle işletmelere yönelik malzeme, hammadde ve bakım yönetim sistemlerinin kurulması ve bakım yönetimine girdi teşkil eden tüm süreçlerin de sağlıklı bir biçimde oluşturulması ve kurulması kesinlikle bir gerekliliktir.

3.12. Bakım Yönetimine Yönelik Yapılanma

Temel kurumsal düzenleme kuralları olmakla beraber, bakım yönetiminin mevcut teknik, coğrafi ve personel durumuna göre dikkatli bir biçimde özel olarak biçimlendirilmesi gerekmektedir. Bununla beraber bakım yönetimi işinin nasıl yönetileceğine ilişkin belirli şartları kapsayan bazı genel kurallar bulunmaktadır. Bu yapılanma, içerisinde ne bürokratik sınırlamaları içermeli ne de işletme içerisinde imparatorluk kurulmasına imkan tanımalıdır.

Disiplin, sorumluluk ve hesap verebilme sınırlarının sağlam bir biçimde tasarlanması için tanımlanmış resmi bir yapı oluşturulmalıdır. Evrensel gerçeklerle donatılmış, yerel durumlara göre düzenlenmiş ve birbirleriyle olumlu biçimlerde etkileşerek işbirliği ruhu oluşturmuş bir organizasyon muhtemelen başarılı olacak olan bir yapılanma olacaktır.

Mevcut yapılanma yönetim teorisinin aşağıdaki belirli temel kavramları göz önünde tutularak yeniden yapılabilir:

Minimum yetki çatışması olan kesin ayırımların oluşturulması: Yetki işlevsel biçimde, coğrafi olarak veya çözüm getirecek bir biçimde veya bu her üçünün de birleşimi olacak tarzda bölüştürülebilir. Ancak, çalışanlar ve yönetici personelin yetkilerinin çakışmasından kaynaklanabilecek karışıklıklardan ve anlaşmazlıklardan kaçınmak için her zaman için net bir sınır belirlenmelidir.

Yetki ve sorumluluk düşey hattının mümkün olduğunca kısa olması: Üst üste dizilmiş denetleme ve yönetici veya özelleşmiş personelin aynı işleri birden fazla yapma durumu en aza indirgenmelidir. Bu tip uygulamaların yapılması gereği “zorunlu” olarak görülürse görevlerin net ayrımlarının yapılması şarttır.

Bir kişiye karşı sorumluluğu olan çalışan sayısının optimize edilmesi: İyi yapılanmış organizasyonlarda bir kişiye karşı sorumluluğu olan kişi sayısı üç ile altı arasında sınırlanmıştır. Doğal olarak bu sınırlamayı etkileyebilecek olan pek çok faktör vardır. Oldukça küçük bir grubun gerektiği durumlarda bir kişi on iki veya daha çok çalışanın faaliyetlerini yönetebilir.

Aşağıda verilen temel kavramlar her tür yapılanma için geçerlidir. Bakım yönetiminde özellikle yerel faktörler yapılanma açısından önem arz edebilir.

- 1- İşletme Türü: Bakım tek bir alanda – binalar, makineler, işletme ekipmanları, borular veya elektrik sistemleri - ağırlıklı faaliyet olabilir ki bu da yapılanmanın ve gereken yöneticilik veya denetlemenin karakterini etkileyecektir.
- 2- İşletmenin Sürekliliği: İşletmenin 5 günlük tek vardiyalı veya 7 günlük 3 vardiyalı düzende çalışıyor olması bakım yönetiminin yapılanması ve personelin sayısının belirlenmesi açısından hatırı sayılır bir fark yaratır.
- 3- Coğrafi Durum: Bakım yönetimi yapılanması küçük bir alanda bulunan bir tesis ile çok geniş bir alana yayılmış bir tesis arasında farklı olacaktır. Tesisin büyük bir alana yayılması durumunda bölge atölyeler ve bu yerlerde sorumlular bulunmasını gerektirecektir. Farklı coğrafi bölgelerde bulunan farklı yapıdaki tesisler için daha farklı yapılanmalar göz önünde tutulmalıdır.
- 4- Tesisin Büyüklüğü: Yukarıda bahsedilen coğrafi faktörlerle beraber tesis büyüklüğü bakım personeli ve bunları yönetecek sorumlu sayısının belirlenmesinde belirli olacaktır.

- 5- Bakım Çerçevesinin Belirlenmesi: Bu çerçeve doğrudan yönetim politikasınca belirlenecek bir işlemdir. Bakımın tamamen ya da kısmen taşeronlaştırılması ya da tamamının kendi kaynaklarınca yapılması ve süpervizörlük hizmeti alınmasıyla sınırlanması vs. gibi politikalar bu çerçeveyi belirleyecektir.
- 6- İş gücü eğitim ve güvenilirliği: Bu değişken karakteristiğın bakım yapılanması üzerine oldukça güçlü bir etkisi vardır çünkü bu değişken ne kadar iş yapılabilceğini ve ne kalite iş yapılabilceğini belirleyen bir parametredir.
- 7- Sisteme yönelik inanç: Kurulan bakım yönetim sistemleri temelinde incelendiğinde ne kadar istekleri karşılıyor olursa olsun ya da ne kadar işlem kolaylığı ve zaman kazanımı sağlıyor olursa olsun ki bunlar kurulan bir bakım yönetim sisteminin santralda özellikle bakım personeli açısında kabulü ve desteklenmesi adına çok önemlidir. Bakım personeli kurulan bakım yönetim sisteminin işi için faydalı olacağına inanmaz ise ya da sistem üst yönetimden gerekli desteği almazsa zaman içerisinde kaybolmaya mahkumdur. Bu bağlamda bakıldığında sisteme yönelik inanç madde içerisinde anlatılmış hususlar doğrultusunda sürekli gözden geçirilmedir.

Yukarıda bahsedilen faktörler esaslı bir bakım yönetim sistemi kurulmasında önemli olan faktörlerdir. Genellikle ileride oluşabilecek olan değişikliklere cevap verebilen ve istenilen sonuçların elde edilebileceği yeterince esnek bir yapılanmanın oluşturulması oldukça yararlı olabilir.

3.13. Üretim Tesisi Bakım Usulleri

Yaygın kanının aksine bakım, arızanın “tamir” edilmesi değil ekipman veya sistemle ilgili sorunlardan kaynaklanan tüm kayıpların önlenmesi ve ekipman ya da sistemin ömrünün uzatılarak maksimum verimde kullanılmaya çalışılmasının sağlanması faaliyetleridir. Dünya Klasındaki bir üretim kuruluşun bakım usulleri aşağıdaki öğelerin gerçekleştirilmesini ve sürdürülmesini içermelidir:

1. Maksimum emre amadelik
2. Maksimum işletme koşulları
3. Bakım kaynaklarından en üst derecede yararlanma
4. Optimum ekipman ve makine ömrü
5. Minimum yedek parça ve malzeme stoku

Bu öğeler aşağıdaki bölümlerde kısaca açıklanmaktadır.

3.13.1. Optimum emre amadelik

Bir tesisin üretim kapasitesi kısmen üretim sistemlerinin ve yardımcı ekipmanlarının emre amadeliğince belirlenmektedir. Bakım yapılanmasının en temel görevi tüm makine, ekipman ve sistemlerin her zaman emre amade olmasını ve bu ekipman ve cihazların iyi çalışma koşullarına sahip olmasını sağlamaktır.

3.13.2. Optimum işletme koşulları

Kritik ekipman ve makinelerin emre amadeliğinin sağlanması, kabul edilebilir işletme performansının elde edilmesi için tek başına yeterli değildir. Bakım yapılanması doğrudan ya da dolaylı olarak üretime etkisi olan makine, ekipman ve sistemlerin sürekli olarak optimum çalışma koşullarına sahip olacağı biçimde oluşturulmalıdır. Ne kadar küçük olursa olsun oluşabilecek küçük sorunlar bile ürün kalitesinin azalmasına, üretim hızının düşmesine veya işletme performansını belirleyen diğer faktörlerin sınırlandırılmasına yol açabilir.

3.13.3. Bakım kaynaklarından en üst derecede yararlanma

Çoğu tesiste bakım işleri toplam işletme bütçesinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. İşletmenin toplam iş gücü bütçesinin hatırı sayılır bir bölümünü oluşturmasının yanında yedek parça stoku, dışarıdan iş gücü veya süpervizörlük hizmeti alınması, rehabilitasyon hizmetleri gibi milyonlarca liralık kalemlerin söz

konusu olduğu bir işletmede bakım yapılanması kaynaklarını etkin bir biçimde kullanmak zorundadır.

3.13.4. Optimum ekipman ve makine ömrü

Bakım giderlerini azaltmanın bir yolu da işletme ekipman ve makinelerinin faydalı ömürlerini arttırmaktır. Bakım yapılanması işletme varlıklarının yararlı ömürlerini arttıracak programları uygulamaya koymalıdır. Yapılan bu programda varsa kullanım ömrünü tamamlamış olan ekipman ve makineler belirlenmeli, bu sistemler yapılan analizler sonucunda eğer gerekiyorsa yenileri ile değiştirilmelidir. Tüm ekipmanlar üretim esnasında tasarlanmış işletme ömürlerine sahiptir. Örneğin bazı özel ekipmanlar 5000 saat çalışacak şekilde tasarlanmışken bazı ekipmanlar 15000 duruş-kalkışa göre dizayn edilmişlerdir [School, 2008]. Özünde bakım ekiplerinin temel görevi tasarlanmış bakımları zamanında yaparak bu ekipmanlar için önceden tasarlanmış ekonomik ömrünü tamamlamaları ve bu ekipmanlar ile üretilecek ürünün istenen kalitede ve standartta olmasını sağlamaktır.

3.13.5. Minimum yedek parça ve malzeme stoku

Yedek parça ve malzeme stokunun azaltılması bakım yapılanmasının temel amaçlarından biri olmalıdır ancak bu azaltma yukarıda bahsedilen dört amacı sekteye uğratmaktan kaçınacak biçimde düzenlenmelidir. Bugün kestirimci bakım teknikleri ile bakım yönetimi gerekli olacak olan ekipman ve parçaları yeterince önceden (ihtiyaç oldukça) sipariş verebilme yeteneğine sahiptir.

3.14. Genel Değerlendirme

Bir işletmedeki mevcut bakım felsefesini ölçmenin bir yolu geçen iki ya da üç yıl içindeki bakım işlerinin analiz edilmesidir. Bu yapılırken bakım felsefesini belirleyen endekslerin belirlenmesine özel bir önem verilmelidir.

Yönetim karakterini ve bakım etkinliğinin değerlendirilmesindeki en önemli endekslerden biri, bakımdan kaynaklanan sorunlar yüzünden oluşan üretim kayıplarının sayısı ya da süresidir. Eğer bu sebeple oluşan üretim kayıpları toplam üretim zamanının %30'undan fazlasını oluşturuyorsa o işletmede reaktif ya da düzeltici bakım yönetimi felsefesinin geçerli olduğu söylenebilir. Bugünkü piyasanın koşullarında rekabetçi olabilmek için bakım kaynaklı sorunların veya gecikmelerin toplam üretim saatinin % 1'inden daha azını oluşturması gereklidir.

Eğer bakım giderleri ek mesai toplamı tüm iş gücü bütçesinin %10'undan daha fazlasını oluşturuyorsa yine bu durumda o işletmede reaktif ya da düzeltici bakım yönetimi felsefesinin geçerli olduğu söylenebilir. Belli bir miktar ek mesai mutlaka ve her zaman olacaktır. Bazı özel proje veya rehabilitasyon çalışmalarında ve makinelerin arızalanması sonucu oluşan kayıp ve gecikmelerin %1'i ek mesai ödenmesini gerektirecektir ancak olağanüstü olan bu giderler toplam iş gücü giderleri içinde çok küçük bir yüzdeyi oluşturmaktadır.

İş gücü kullanımı yönetim etkinliğinin belirlenmesinde bir diğer anahtar endekstir. Bakım iş gücü saatinin mevcut toplam iş gücü (normal tamirat ve önleyici bakım işlerine ayrılan) saatine olan oranı belirlenmelidir. Reaktif bir bakım yönetimi felsefesinin geçerli olduğu işletmelerde bu oran %50'den az olacaktır. İyi organize olmuş bir bakım yönetimi yapılanmasında iş gücü kullanımının %90'nın üzerinde kalması sağlanmalıdır. Bir başka deyişle mevcut bakım iş gücü saatinin en az %90'ı, bir şeylerin kırılıp dökülmesini beklemek için harcanması yerine, kritik tesis sistemlerinin iyileştirilmesi için etkin bir biçimde kullanılmalıdır [Mobley, 2002].

Etkin bakım yönetimine yönelik en önemli hususlardan birisi de bakım işlerinin yapılmadan önce planlamasıdır. Bakım faaliyetlerine yönelik olarak yapılması gereken birçok şey bulunmaktadır. Örneğin, yedek parçaların, malzemelerin, ekipmanların satın alınması, bakım yönteminin belirlenmesi, diğer ilgili birimlerle koordinasyon ve güvenlik izninin alınması gerekebilmektedir. Geçmiş tecrübeler, bakım faaliyetlerinin planlanmasının, bakım sürecinin etkinliğini önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Hatta bakım grubunda her 20 bakım işçisi için 1 planlama

uzmanının görev alması tavsiye edilmektedir. Etkin bir bakım yönetim sistemi, performanslarını farklı yöntemler kullanarak belirli aralıklara ölçmeyi gerektirmektedir. Bakım biriminin etkinliğini arttırmada performans analizleri büyük önem taşımaktadır. Plansız duruşlarla ilgili birçok önemli neden bu analizler sonucunda ortaya çıkartılabilmektedir.

Daha önceki tecrübeler, toplam bakım masraflarının yaklaşık %30-40'ının malzeme masraflarından kaynaklandığını göstermiştir. Bakım personelinin etkin bir şekilde görevlendirilebilmesi, malzemelerin koordinasyonunun etkinliği ile de yakından alakalı bulunmaktadır. Malzeme problemleri, yeterli ve istenen özelliklerde malzemeler olmadan bakım çalışmalarına başlanmasına, ihtiyaç duyulan malzemeler için uzun süreler beklenmesine, planların zamanında uygulanamamasına ve büyük gecikmelere neden olabilmektedir. İş planlaması, satın alma birimi ve ambarlarla kurulacak etkin koordinasyon, ambar ve malzeme yönetimi süreçlerinin etkinlik açısından yeniden düzenlenmesi, geçmiş bakım faaliyetlerinde yaşanan sıkıntıların gözden geçirilmesi, belirlenen problemlere yönelik düzeltici planların yapılması, bu tür problemlerin çözüme kavuşturulmasına yardım edebildiği görülmüştür. Bu kapsamda Enerji üretim tesisleri için bakım yönetimi ve enerji ekonomisi ilişkilerinin varlığı çok önemli bir gerçek olup Makina ve tesislerin verimli olarak işletilmesi için performans standartları oluşturulmalıdır [Yakut, 2009].

4. HEDEF SANTRAL VE BYS KURULUMU

Teknik sistemlerin verimliliği, güvenilirliği ve ekonomik ömrü gibi kritik parametreler bakım-onarım faaliyetlerinin etkinliği ile doğrudan ilişkilidir [Çebi, 2008]. Pratikte bu süreç; işletilen sistemin karakteristik özellikleri doğrultusunda, Toplam Üretken Bakım, Periyodik Bakım, Önleyici Bakım, Kestirimci Bakım, Arızı Bakım ve Güvenilirlik Merkezli Bakım gibi yaklaşımlarından uygun olanın seçilmesi ile oluşturulan bakım-onarım prosedürleri çerçevesinde yürütülmektedir.

Toplumsal refahı ve yaşam standartları düşünüldüğünde belki de her bireyin elektrik kadar doğrudan ilişkili olduğu bir nesneyi üreten teknik tesis bulunmamakta olduğu düşünülürse Elektrik üreten tesislerin sürekli ve istenen kalitede elektrik üretmesi için yapılacak bakım işlemlerinin önemi daha da dikkat çekicidir.

Bakım Yönetim Sistemi Konusu ele alındığında göze çarpan önemli noktalardan biri de verimlilik ilkesidir. Verimli çalışma özellikle elektrik üretim tesisi ekipmanları için ciddi önem taşımakta; zamanında bakımları yapılan ekipmanlar sayesinde gerek iç ihtiyaçlar düşmekte gerekse ekipmanların verimli çalıştırılmaları ile aynı kaynaklarla daha fazla elektrik üretimi yapılabilmektedir.

Örneğin zamanında bakımları (kestirimci,önleyici) yapılan bir ekipman (soğutma suyu pompası,kompresör,vb..) arıza yapmadan önce tespit edilir ve erken müdahale ederek gerek santralin zorlanmalarla oluşan iç ihtiyaç kayıplarının önüne geçilir gerekse oluşabilecek ciddi arızalar ve santral durmaları ile oluşabilecek sistem kayıplarının önüne geçilmiş olur. Bir diğer başlık olan verimli üretim açısından baktığımızda ise elektrik üretimine yönelik bir ekipman (hidrolik türbin,kazan,vb..) kestirimci bakım ile arızı bakıma girmeden çok önce tespit edilerek verimsiz çalışma bölgesine girmeden gerekli müdahale yapılarak aynı elektrik üretim kaynağı ile daha fazla üretim yapması sağlanabilir. Bu da gerek arz güvenliği gerekse enerji kaynaklarının verimli kullanılması açısından son derece önemlidir.

Enerji verimliliği ülkemiz için giderek artan önemli bir sorundur. BYS projeleri ile işte bu üç önemli noktada verimliliği olabildiğince arttırmak amacındadır.

- Etkin Bakım Teknikleri ile ekipmanların verimli kullanılması ve santral iç elektrik tüketimlerinin olabildiğince minimumda tutulması.
- BYS proje sisteminin tamamen uygulamaya geçirilmesi ile aynı enerji kaynaklarını olabildiğince verimli kullanmak ve santral üretimlerini arttırmak.
- Bakım maliyetlerini azaltmak ve santral bakım personelinin en etkin biçimde kullanmak.

Bakım yönetim sistemi insan kaynaklarından yazılıma süreç yönetiminden eğitim programına kadar uzanan farklı pek çok ögenin bileşiminden oluşan bir “sistem”dir. Bu çerçevede oluşturulan Bakım Yönetim Sistemleri bünyesinde temelde beş iş paketinden oluşmaktadır: süreç yönetimi ve doküman piramidi, bakım altyapısı, BYS-yazılım ve donanım gereksinim süreci, insan kaynakları yönetimi ve örgütsel tasarım ve BYS’ye yönelik eğitim programıdır. Bakım Yönetim sisteminin bir elektrik üretim santrali için önemine yönelik olarak aşağıdaki 2 örneği incelemek istersek

Örnek Bir Çalışma: Brindisi Termik Santrali [Marco and De Francesco, 2008]. 2006 yılında, Ijungström hava-gaz ısıtıcıları için 45 günde bir kestirim çalışması yapılmakta idi. Bu çalışmalarda Brindisi santralının 1. Ünitesinin 2 hattında da başlatma motoru ve redüktör dişlilerinde titreşim tespit edildi. Titreşim analizi oleodinamik birleştirme elemanlarında bir anormallik olduğuna dikkat çekmişti. Bu her ne kadar santrali plansız durdurmak için ya da kapasiteyi düşürmek için önemli yeterlilikte olmasa da, problem daha da kötüye gitmeden çözülmeliydi. Santral durduğunda daha detaylı analiz yapılması sonucu analizin doğru olduğuna karar verilerek birleştirme elemanları 5000 £ maliyetle değiştirildi. Bu çalışma sayesinde yük atımı olmamış işletme bu sebepten dolayı durdurulmamıştır. Kazancın yaklaşık 250000€ olduğu tahmin edilmektedir.

Örnek Bir Çalışma: Bakımı yapılmış düzgün değirmenler ve değirmen içeriği olan ekipmanların (çekiç, çekiç başı vb.) periyodik bakımlarının yapılması ve bu sayede yakma için kullanılacak olan kömürün istenen boyutta olması neden önemli; kömür hazırlamanın termik santral verimi açısından değerlendirilmesi [Arslan, 2009].

Kömür Yakma ve mineral madde ilişkisi: Kömür değirmende yeterli tane iriliğine ulaştığında, yanma ortamına geçmektedir. Mineral maddeler yanma ortamında geçirdikleri süreçlerde inert olarak kalabildikleri gibi, ergime, buharlaşma, sinterleşme, reaksiyonlara girerek yeni bileşikler oluşturma gibi sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu sonuçlara göre de, kazan içerisindeki kül birikimleri ve curuf oluşum mekanizmaları belirlenmektedir.

Major, minör ve eser miktardaki inorganik maddelerin yanma ortamındaki miktarları, kalış süreleri, diğer bileşenlere oransal miktarları, ortamdaki hızları, yanma ortamındaki gaz fazı bileşenleri, yanma ortamı sıcaklığı, oluşmuş curuf kütleleri yüzeylerinin fiziksel özellikleri vb; curuflaşma, sinterleşme ve kül birikim mekanizmalarını belirlemektedir.

4.1. Seyitömer Termik Santrali

Bakım Yönetim Sistemi kurulum çalışmaları EÜAŞ bünyesinde 2007 yılında başlamış 2 faz olarak anılan çalışmanın birinci kısmı olan analiz fazından sonra 3 pilot santral seçilmiştir. Bu bağlamda 3 santralden biri olan Seyitömer T.S. tez çalışmamızın da hedef santralını oluşturmaktadır.

4.1.1. Seyitömer termik santrali tarihçesi

Dünyada elektriğin gün geçtikçe artan önemi karşısında Yurdumuzda mevcut fosil ve hidrolik kaynakların elektrik enerjisine dönüştürülmesi amacıyla yapılacak etüt ve proje hizmetlerini yürütmek üzere 1935 yılında özel bir kanunla kurulan Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) 1936-1939 döneminde Kütahya Linyit havzalarında kurulması düşünülen termik santrallerin ilk etüt ve projesi üzerinde çalışmalar yapmıştır. Aynı kuruluş 1940-1944 döneminde Seyitömer Linyit havzasında bir

Termik Santralin tesis edilmesi çalışmalarını sürdürmüş ancak II. Dünya Savaşı nedeniyle bu çalışmalar sektöre uğramıştır.

I. Beş yıllık (1962-1967) Kalkınma devresine kadar herhangi bir çalışma olmamış ancak II. Beş yıllık kalkınma planına girecek büyük üretim tesislerini tespit etmek gayesiyle 1966 yılında yapılan çalışmalarla Seyitömer Linyit havzasının genel Amenajman Planı ve burada kurulacak Termik Santralın fizibilite raporlarını ve ön projesini hazırlamıştır. Daha sonra ETİBANK tarafından Fransız SOFRELEC ve STEIN et ROBAIS firmalarına bölgede bilinen 203 milyon ton linyit ile 140 milyon ton bitümlü sist (marn)'ın öğütülmesi ve yanma deneyleri ile fizibilite etütleri yaptırılarak önce 67. D. 02/0220 proje no'su ile 150 MW'lık bir ünite bilahare 67. D. 02/0221 proje no'su ile ikinci 150 MW'lık ünitenin tesisi öngörülmüş ve Aralık 1968 ile Şubat 1969 yıllarında Fransız Stein Industrie (SI) ve İtalyan Gruppo Industrie Elektro Meccaniche Per Impianti All'entero (GIE) firmaları ile sözleşme imzalamıştır. Bilahare 1974-1978 döneminde III. Ünite ve 1984-1989 döneminde ise IV. Ünite tevsii edilmiştir.

4.1.2. Termik santral işletme tanıtımı

İşletme müdürlüğü 1970 yılında 1312 Sayılı Kanunla kurulmuş ve 08.06.1984 tarih, 233 sayılı Kamu İktisadi Teşebbüsleri hakkında Kanun Hükmünde Kararname Hükümlerine tabi olarak faaliyet gösteren Kamu İktisadî Kuruluşu statüsündeki Türkiye Elektrik Kurumu Genel Müdürlüğüne bağlı iken yeniden yapılanma doğrultusunda Kurumun 15.09.1993 tarih ve 93/4789 sayılı Bakanlar Kurulu kararıyla;

1- Türkiye Elektrik Üretim-İletim A.Ş. (TEAŞ)

2- Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ)

Ünvanlı iki ayrı İktisadi Devlet Teşekkülü şeklinde teşkilatlandırılmasına müteakip 102896 Ticaret Sicil no'lu Türkiye Elektrik Üretim-İletim A.Ş. (TEAŞ) Genel

Müdürlüğü Termik Santraller İşletme ve Bakım Daire Başkanlığına bağlı bir üretim birimi iken;Türkiye Elektrik Üretim - İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü Bakanlar Kurulu'nun 05.02.2001 tarih, 2001/2026 sayılı Kararı ile

1-Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ)

2-Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ)

3-Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş.(TETTAŞ)

ünvanlı üç ayrı İktisadi Devlet Teşekkülü şeklinde yeniden teşkilatlandırılmıştır. Elektrik Üretim A.Ş. Genel Müdürlüğünün Yönetim Kurulunun oluşması ile 01.10.2001 tarihinde fiilen faaliyetine başlamış, İşletme Elektrik Üretim A.Ş. Genel Müdürlüğü Termik Santraller ve Maden Sahaları Daire Başkanlığına bağlı bir üretim birimidir.Santral hızla kalkınmakta olan yurdumuz ekonomik ve sosyal yaşamında vazgeçilmez yeri olan ve her geçen gün artan elektrik enerjisinin karşılanmasında katkıda bulunmak ve Seyitömer Havzasında istihsal edilen ticari değeri bulunmayan düşük kaliteli linyit rezervlerinin değerlendirilmesi amacıyla tesis edilmiştir.

Kütahya' nın 28 km Kuzeybatısındaki Seyitömer Bölgesinde TKİ Tesisleri ile entegre olarak beheri 150 MW ve toplam 600 MW gücünde dört (4) ünite halinde inşaa edilen Santral,

I.Ünitesi : 1973

II.Ünitesi : 1974

III.Ünitesi : 1977

IV.Ünitesi : 1989 yılında üretim faaliyetine geçmiştir.

Santral ünitelerinin her birinin yıllık üretim kapasitesi 975 Milyon kWh olup dört ünitenin toplam yıllık üretim kapasitesi 3.9 Milyar kWh' dır. Üretilen bu enerji I.-II. ve IV. ünitelerde 380 kV çıkışlı olarak, III. ünite de ise 154 kV çıkışlı olarak Enterkonnekte sisteme verilmektedir. Üretim için gerekli olan kömür TKİ/Seyitömer

Linyitleri İşletmesinden, Su ise 13 km mesafede bulunan ENNE Barajından temin edilmektedir. Her ünitenin 500 t/h buhar üretim kapasiteli tabii sirkülasyonlu ve kızıdırıcılı tip kazanlarında yakılan kömürün;

I-II-III. Üniteler için;

-Kalorifik Alt Isıl Değeri	: 1750 +- 100 kCal/Kg
-Kül nispeti	: % 35 (Orijinal)
-Rutubet	: % 40 (Orijinal)

IV. Ünite için;

-Kalorifik Alt Isıl Değeri	: 1600 +- 100 kCal/Kg
-Kül nispeti	: % 45 (Orijinal)
-Rutubet	: % 40 (Orijinal)

değerlerinde olup kWh başına yaklaşık 1500 gr ve Santralın nominal üretimine karşılık 5,850 milyon ton kömür tüketilmektedir. kWh başına 2.5 litre olarak tüketilen su ise; 4.5 milyon m³ rezerv kapasiteli Enne Barajından pompa ve isale hattı vasıtasıyla temin edilmektedir.Çevre temizliğine ve sorunlarına ayrı bir özen gösterilen Santralda IV. Ünite proje kapsamında inşaa ettirilen "Curuflu ve Kireçli Atık Sular Arıtma Tesisleri" 1990 yılında servise alınarak su kirliliği önlenmiştir.

Bunun yanında kül döküm sahalarının toprakla kaplanması ve yeşillendirilmesi çalışmaları da devamlı olarak yapılmaktadır.

4.2. BYS Projesi Başlangıç Durum Analizi

Teknik Bilgiler: Dört ünite ve toplam kurulu gücü 600 MW olan Seyitömer termik santralının, 7000 saat/yıl teorik çalışma zamanı kabulüne göre teorik üretim kapasitesi 4.200.000.000 kWh/yıl dır. Ana yakıt olan linyitin alt ısı değeri 1500 kcal/kg, üst ısı değeri ise 2000 kcal/kg dır. Santralın, kazanı; Stein Industrie ve VKW-Babcock firmaları tarafından, buhar türbini; Franso Tosi, Mitsubishi ve Brawn Boveri (BBC) firmaları tarafından, jeneratörü Ercole Marelli, Mitsubishi ve Brawn

Boveri (BBC) firmaları tarafından, elektrik işleri Gie-Magrini ve Comsip firmaları tarafından, soğutma kulesi Marley ve Hamon firmaları tarafından, kömür tesisleri Stein Industrie ve Vkw-Pwh firmaları tarafından, kül curuf tesisleri; Stein Industrie ve Vkw-Pwh firmaları tarafından ve su tesisleri ise Gie ve Vkw-Babcock firmaları tarafından yapılmıştır.

Otomasyon: Otomasyon çalışmaları devam etmektedir.

BYS Tarzında Bir Çalışmanın Seviyesi: 1993 yılında, 6 kişi tam zamanlı olarak, bir yıl süre ile çalışarak bilgisayar programlı bakım için çalışmalar yapılmıştır. Awocs isimli bilgisayar programı ile sistem kurma çalışmaları bir yıl sürmüştür. 1994 yılında uygulamaya başlanmış ve 1998 yılının sonunda kullanım terk edilmiştir. DOS ortamında kullanılıyordu. Veri tabanı “Progress 7.3 C05” dir. Koruyucu ve kestirimci bakım desteği vardı. Tek PC ile çalıştırıldı. Her servise bir PC verilmiştir.

Ar-Ge Uygulamaları: Bilinen anlamda Ar-Ge çalışmalarının yapılmadığı fakat bireysel olarak yapılmış, Ar-Ge olarak değerlendirilebilecek çalışmaların yapıldığı gözlenmektedir.

Bakım Uygulamaları: İşletmenin sahip olduğu bakım ekipleri tarafından, türbin, kazan, jeneratör ve arıza bakım işleri yapılmaktadır. Bir yıllık, altı aylık, üç aylık, bir aylık bakım planları hazırlanmakta ve yük tevzi ile yapılan planlamaya göre uygulanmaktadır. Hizmet satın alımı ile ilgili işler yapılmaktadır.

İşletmede yıllık revizyon planlaması yapılmaktadır ancak planlamaya uyulması bir dizi faktör nedeniyle genellikle tesadüf olarak gerçekleşmekte ve %30 planlı bakım seviyesindedir.

Arıza raporu uygulaması 2000 yılına kadar devam etmiş ancak daha sonra yapılmamıştır. Bu nedenle ustabaşı bir arızayı giderdiğinde mühendisin bundan haberi olamayabilmektedir. Ancak üretim kaybı olması durumunda arıza raporu tutulmaktadır.

Kestirimci bakım uygulamaları et kalınlığı ölçümünde kullanılmaktadır. Vibrasyon analizi cihazı ile ölçümler yapılmakta ve sonuçlar analiz edilmektedir. Yakın bir gelecekte termal kamera kullanımı da söz konusu olacaktır. Alışkanlıklardan vazgeçmenin zor olması nedeniyle ayrı bir kestirimci bakım ekibinin kurulmasının yararlı olacağı dile getirilmiştir.

İşletmede hizmet alımı uygulamaları yapılmaktadır. Bakım işini yapan firma işçi ve malzemeyi temin ederek bakım işini gerçekleştirmekte ve bakım işinin kontrolü işletme teknisyen ve ustabaşları tarafından yapılmaktadır. Yıllık veya 2 yıllık işçi ve hizmet alımı uygulaması önce temizlik işlerinde başlatılmış daha sonra bakım işlerine de uyarlanmıştır. Aylık hizmet alımları ise revizyonlarda kullanılmaktadır. Şartnameler hazırlanarak yapılan bu bakım işleri arasında malzemenin işletmeden sağlandığı ve kontrolün de yine işletme tarafından yapıldığı boru bükme işleri, kaynak hizmet alımı sayılabilir.

Dokümantasyon Yönetimi: Tesis ve ekipmanların İngilizce doküman ve katalogları var olup, ekipmanların sicil kartları hazırlanmamıştır. Arıza takip ve bakım işleri ilgili defterlere kaydedilerek takip edilmektedir. Word ve Excel gibi bilgisayar programları kullanılarak raporlama ve diğer işlemler yapılmaktadır. Eski tarihli dokümanların bazı açılardan problem yarattığının belirlenmesine karşın kütüphanede bulunan talimat, çizelge ve çizim gibi teknik verilerin elektronik ortama alınma çalışmalarının başarı ile devam ettiği gözlemlenmiştir.

İnsan Kaynakları: İşçi ve mühendis olarak çalışanların sayısal olarak yetersiz olduğu, çalışma yılı dağılımlarının ise 0-5 ila 25-30 yıl arasında olduğu gözlenmiştir. İş gücü kadrolarında büyük eksiklikler olduğu göze çarpmaktadır. En deneyimli mühendisin 15-20 yıllık olduğu işletmede teknisyenler 30-35 yıllık tecrübeye sahiptirler. Bu nedenle mühendisler bazı konularda teknisyenlere sıkça danışmak zorunda kalmaktadır. 34 mühendis kadrosunun olduğu işletmede bu sayının çok altında mühendis görev yapmaktadır. İşletmedeki çalışan işçi ve mühendislerin 2/3'ünün emekliliği hak etmiş olduğu ve bu durumun çeşitli riskleri içerdiği

gözlemlenmiştir. Bilgisayar kullanım seviyesinin teknisyen ve ustabaşı düzeyinde var olduğu gözlemlenmiştir.

Eğitim: Çalışanlara, Eğitim ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığı tarafından düzenlenen eğitim programları uygulanmaktadır. Kestirimci bakım teknikleri konularında eğitime ihtiyaç duydukları ifade edilmiştir.

Stok ve Malzeme Yönetimi: Ambar malzeme stok kayıtları el ile kartlara kaydedilerek ve Word, Excel gibi bilgisayar programı kullanılarak tutulmaktadır. Ayrıca kurumun ERP çalışması çerçevesinde bilgisayar programına veri girişi çalışmalarının sürdüğü gözlemlenmiştir. İşletmede, koltuk ambarı olarak adlandırılan ambar uygulamasının var olduğu gözlemlenmiştir.

Kapasite Kullanım Faktörü: Termik santrallerde yıllık çalışma zamanı 8760 saat üzerinden planlama yapılmaktadır. Santralin ürettiği elektrik miktarının, tesisin teorik üretim kapasitesine oranı olarak tarif edilmiştir. Termik santrallerde yıllık üretilebilecek elektrik miktarı programı yapılırken, santralin sürekli çalışması, mümkün ise programının dışında hiç durdurulmaması temel düşüncesi göz önüne alınarak, santralin optimum verimlilikte kullanılacak şekilde üretim miktarı planlaması yapılmaktadır. Çizelge 4.1.'de, elektrik üretim programını gerçekleştirme oranı verilmiştir.

Çizelge 4.1. Seyitömer termik santrali elektrik üretim gerçekleştirme oranı

YIL	TESİSİN TOPLAM KURULU GÜCÜ (MW)	ÜNİTENİN TEORİK ÇALIŞMA ZAMANI (SAAT/YIL)	TESİSİN TEORİK ÜRETİM KAPASİTESİ (kWh/YIL)	ÜRETİLECEK (PROGRAM) ENERJİ MİKTARI (kWh/YIL)	ÜRETİLEN BRÜT ENERJİ MİKTARI (kWh/YIL)	KAPASİTE KULLANI M FAKTÖRÜ (%)
2006	600	8.760	5.256.000.000	2.995.000.000	2.986.695.000	56,82
2007	600	8.760	5.256.000.000	2.710.000.000	3.121.865.000	59,40
2008	600	8.760	5.256.000.000	3.582.592.000	4.051.385.000	76,87
2009	600	8.760	5.256.000.000	3.875.925.000	4.021.980.000	76,52
2010	600	8.760	5.256.000.000	3.338.066.000	3.623.385.000	68,94

Duruş Oranı: Duruş analizleri tabloları, santralin verimli işletilebilirliğinin analizi için hazırlanmıştır. Çizelge 4.2.-4.3.-4.4.-4.5.-4.6.'da yıllara göre duruş süreleri ve üretilmeyen enerji miktarları bu arızaların nitelikleri anlatılmaktadır. Tablo incelendiğinde, santralin arızadan dolayı duruş oranının yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. 2006 yılı santral duruş analizi

	SAATİ	ÜRETEMEDİĞİ	SAYI
BORU PATLAKLARI	1052:41	157905002	12
KAZAN ARIZALARI	764:06	114617502	27
TÜRBİN ARIZALARI	247:36	37142001	9
ELEKTİK ARIZALARI	496:40	74502502	11
YTM TALİMATI	243:35	36538000	2
GENEL REVİZYON	9860:55	1479138000	2
DİĞER	9:36	1440000	3
TOPLAM	12675:09	1901283008	66

Çizelge 4.3. 2007 yılı santral duruş analizi

	SAATİ	ÜRETEMEDİĞİ	SAYI
BORU PATLAKLARI	1574:58	236245000	24
KAZAN ARIZALARI	455:26	68315000	31
TÜRBİN ARIZALARI	795:37	119343000	30
ELEKTİK ARIZALARI	384:34	57685000	9
YTM TALİMATI	0:00	0	0
GENEL REVİZYON	8092:38	1213895000	2
DİĞER	123:10	18475000	8
TOPLAM	11426:23	1713958000	104

Çizelge 4.4. 2008 yılı santral duruş analizi

	SAATİ	ÜRETEMEDİĞİ	SAYI
BORU PATLAKLARI	1681:12	252180000	29
KAZAN ARIZALARI	130:28	19570000	12
TÜRBİN ARIZALARI	636:34	95485000	13
ELEKTİK ARIZALARI	163:20	24500000	12
YTM TALİMATI	0:00	0	0
GENEL REVİZYON	3330:42	499605000	1
DİĞER	0:00	0	0
TOPLAM	5942:16	891340000	67

Çizelge 4.5. 2009 yılı santral duruş analizi

	SAATİ	ÜRETEMEDİĞİ	SAYI
BORU PATLAKLARI	1595:00	239195000	33
KAZAN ARIZALARI	235:00	35415000	18
TÜRBİN ARIZALARI	544:00	81560000	26
ELEKTİK ARIZALARI	46:00	6960000	10
GENEL REVİZYON	3181:00	477340000	3
DİĞER	203:00	30355000	6
TOPLAM	6009:00	901635000	97

Çizelge 4.6. 2010 yılı santral duruş analizi

	SAATİ	ÜRETEMEDİĞİ	SAYI
BORU PATLAKLARI	1420:00	212980000	26
KAZAN ARIZALARI	208:00	31325000	17
TÜRBİN ARIZALARI	137:00	20510000	3
ELEKTİK ARIZALARI	16:00	2445000	7
YTM TALİMATI	3290:00	493535000	4
GENEL REVİZYON	3024:00	453590000	1
DİĞER	15:00	2270000	2
TOPLAM	8110:00	1216655000	60

Dünyada ve Türkiye’de pek çok şirket ve kuruluş bilgisayar destekli bakım yönetim sisteminin getirdiği avantajlardan yararlanmaktadır. Bakım yönetimi yazılımları bir tesisin işletme geçmişi, fiziksel dağılımı ve ekipman bakımlarına ilişkin verilerin izlenmesine, kayıt altına alınmasına ve bu bilgilerden analizler yapılmasına imkan tanımaktadır. Bakım yazılımları işletmelerin uzun dönemli güvenilirliği ve emre amadeliği için önemli olan verilere erişimi ve bu verilerin görselleştirilmesi için bir araçtır. Hedef santralda da bu bağlamda çizelgelerin analizleri özellikle santralin duruş oranların azaltılması ve emre amadeliğinin artırılması açısından önem taşımaktadır. Hedef santralin çizelgelere dikkat edilirse en büyük duruş kaynağı 5 yıl ortalaması 1464.4 saat olan Boru patlaklarıdır. Yine dikkat edilmesi gereken bir oran kazan arızaları olup 2006-2010 yılları arası kazan arızaları sebebi ile duruş süresi ortalama 358.4 saattir.

Genel revizyon başlığı ise özellikle yurdumuzda tam anlamıyla planlanamamaktadır. Fakat yurtdışı elektrik üreten firmaları için örneğin İspanya’daki La Robla Termik Santralında revizyona ayrı ve özel bir önem verildiği ve revizyonların oldukça detaylı bir biçimde planlandığı anlaşılmaktadır. Temel olarak malzemenin kendileri tarafından revizyon öncesinde temin edildiğini ve revizyon öncesi satın alma işlemlerinin tamamlandığı bilinmektedir. Normal şartlarda tipik bir santral revizyon dönemi 3-4 yılda bir gelmektedir. Uzun zamanlı revizyona girme nedeniyle malzeme satın alma işlemleri revizyon öncesi kolayca tamamlanabilmektedir. Her revizyondan

sonra 2 ay içinde ilgili revizyona yönelik ekonomik kapanış yapılmaktadır. Revizyondan sonra sistemin 24 ay sorunsuz çalışması hedeflenmektedir. Bu süreç sonunda 3-4 aylık bir süre için bir sonraki revizyonun kapsam ve tarihi tespit edilmektedir. Revizyona 12 ay kala, santralin problemleri ve revizyon tarihleri biliniyor buna göre hizmet ve materyal bütçesi, yedek parça ve malzeme ihtiyacı planlanıyor. Revizyona 8 ay kala, bakım yönetim sisteminden, birimlerden ve tüm kaynaklardan bilgiler gelmekte, tüm problem ve çözümleri CMMS ile desteklenerek hazırlık yapılmaktadır. Revizyona 7 ay kala, dış kaynakla hizmet alınacak işler belirlenip detaylandırılıyor ve bütçeleniyor. Revizyona 6 ay kala, dış kaynaklı işlere yönelik teklifler alınıyor, 3 ay kala bu teklifler sonuçlandırılıyor, 2 ay kala üst yöneticilere sunumlar yapılarak iş kapsamı tanıtılıyor, 1 ay kala iş sağlığı kalite çevresel etki değerlendirme çalışmaları tamamlanıyor. Revizyon dönemlerinde 600-800 kişilik dış kaynak ve kendi personelleri ile tüm çalışmalar yapılarak 30-45 günlük sürelerde revizyon çalışmaları tamamlamaktadır [Özek ve Ark., 2010]. Burada dikkat edilmesi gereken bir hususta burada kullanılan kömürün kalitesidir. Seyitömer T.S.'da kullanılan yerli linyitlerin sahip olduğu yüksek nem kil ve kül oranlarının yakıt yakma sürecinde kazan ve borulara verdiği aşınma ve korozyon sebepli zarar ve bundan sebepli duruşlar ile revizyon gereksinimi muhakkaktır. Lakin burada esas dikkat edilmesi gereken husus planlı bir bakım yönetim yaklaşımı ile sistemin kısa duruş anlarında olanaklı bakımların yapılarak revizyon sürelerini kısaltılması ve bu sayede santral emre amadeliğinin yükseltilmesidir.

Tablolardan da anlaşılacağı üzere 5 yıllık revizyon bakım ortalama süresi 6870 saattir. Bu da bize yıllık neredeyse 1 ünitenin revizyon sebebi ile tamamen durduğunu göstermektedir.

4.3. Seyitömer Termik Santralı BYS Kurulumu

Bilindiği üzere işletmelerin daha verimli çalışabilmesi için makine, takım, alet ve tezgahların her zaman çalışmaya hazır durumda olması; kısacası arızasız durumda olması gerekmektedir. Teknolojik gelişmeler ve işletmelerle ilgili organizasyon değişiklikleri, makineleri faal durumda tutmanın önemini arttırmaktadır. Ayrıca

piyasa rekabeti, makine ve tesislerin daha verimli kullanılması için işletmeleri zorlamaktadır. Faal durumda tutmada önemli üç faktör vardır. Bunlar: bakım, arıza tespiti ve onarımdır [Megep, 2006].

Hedef santrale Bakım Yönetim Sistemi kurulumunda aşağıdaki 5 başlık uyarınca bir çalışma yapılmıştır.

Sistem Öğeleri;

- 1) Süreç yönetimi
- 2) Bakım alt yapısı
- 3) BYS- Yazılımı ve donanım
- 4) İnsan kaynakları ve örgütsel tasarım
- 5) BYS' ye yönelik eğitim programı

Bakım çalışmalarına yönelik etkin planlama ve bu planların uygulanması sırasında gerçekleştirilen teknik, idari, yönetim ve denetim faaliyetlerinin tanımlanmasıdır.

4.3.1. Süreç tasarımı

Bakım yönetimi için süreç tasarımı; bir tesisin işlevselliğini garanti altına almak amacıyla bakım çalışmalarına yönelik olarak gerçekleştirilen etkin planlama ve bu planların uygulanması sırasında gerçekleştirilen teknik, idari, yönetim ve denetim faaliyetleridir.

4.3.2. Bakım altyapısı

Santrallerde uluslararası standartlara uygun olarak yapılması gereken bakımların belirlenmesi, santralin envanterindeki ekipmanların detaylandırılarak bilgisayar ortamına aktarılması ve gerekli her türlü bakımın gerçekleştirilmesi amacıyla altyapının hazırlanmasıdır. Bu çalışma kapsamında Envanter listesinin belirlenmesi, Ekipman ağacının oluşturulması, Ekipman veritabanının oluşturulması, Makine ve ekipman uluslararası bakım standartlarının belirlenmesi, Ekipman bakım modlarının

oluşturulması, Bakım gereklerine uygun malzeme ihtiyacının belirlenmesi ve Rehabilitasyon ve yatırım projelerinin listelenerek bakım modlarına uyarlanması çalışmaları yapılmıştır.

Bakım personelinin çok iyi bildiği üzere Makine üreticileri; ürettikleri makinelerin nasıl kullanılacağına ve periyodik kontrollerinin ne zaman yapılacağını makine ile ilgili birçok bilgi içeren kataloglar hazırlarlar ve her ekipmanla birlikte bu katalogları verirler. Makinelerin imalat, montaj ve demontajı için gerekli olan bakım katalog ve kullanım kılavuzlarında bu vb. bilgiler bulunur. Lakin özellikle hedef Seyitömer santrali ve bu noktada yani 25-30 yıllık çalışma süresine sahip santrallarda bu tip bilgileri edinmek kolay değildir.

Proje kapsamında bu kısımda Seyitömer Termik Santralında mevcut ekipman kataloglarının incelenmesi yapılmıştır. İnceleme kapsamında katalogların içeriği, hangi bazda ayrıştırıldığı, dosyalarının kodlama mantığı, katalogların ne kadarının mevcut olarak arşivde tutulduğu gibi önemli konular üzerinde çalışmalar yapılmış ve işletme/bakım talimatları çıkartılmıştır.

Seyitömer Termik Santralında tüm ünitelerde mevcut bakım talimatları ve firma kataloglarının büyük bir çoğunluğu incelenmiş olup, bahsi geçen birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü üniteler için bakım talimatları çalışmaları yapılmıştır.

Ayrıca bir ekipmanın bakım tipi ve modu düzenlenirken muhakkak o ekipmanın bakımını yapan personelin tecrübeleri ve ekipmanın sisteme ve çalıştığı koşullara olan uyumu dikkate alınmalıdır. Yine bu tip santrallarda, işletmelerde genel olarak bakıldığında, işletme içinde yaşayanlar ve sürekli aynı ekipmanların bakımını yapanlar için aslında bir anlamda işletmeyi yaşatan çalışanlar için, oradaki hayata alıştıkları, olayları doğal karşıladıkları için, işletmeye kritik gözle bakamayabilirler. Hatta o kadar kanıksarlar ki, zaman içinde yaşadıkları ortamdaki eksiklikleri görmezler ya da eksikliklerden yeterince rahatsızlık duymamaya başlarlar. Yönetim biliminde “işletme körlüğü” olarak tanımlanan bu durum, eksikliklerin giderilmesini ve sıkıntıların çözülmesini engelleyen bir durumdur [Çiftçi, 2010]. Bu bağlamda

burada daha objektif bir yaklaşım içine girilmeli ve bu noktada bir metodoloji geliştirilerek ekipmanların bakım periyotları oluşturulmalıdır.

Türkiye'nin hızla gelişim gösteren sektörlerinden birisi olan elektrik sektörü, Ülkemizin her yerine güvenilir ve kaliteli elektrik üretimi gerçekleştirebilmesi için şüphesiz her sektörde olduğu gibi bakımın önemi tartışılmaz boyutlardadır. Bu kapsamdaki faaliyetlerin sürekli olarak geliştirilmesi gerek işletme açısından gerekse dış ve iç piyasalardaki pazar payı açısından önem teşkil etmektedir. Bu bağlamda her firmanın, her üreticinin belirli dünya standartları çerçevesinde her ekipmana tanımlamış olduğu bakım talimatları ve ekipmanların sahip olduğu karakteristik özellikler vardır. Bu bağlamda herhangi bir sistemde karşılaşılabilecek problemleri en kısa sürede çözebilme ve üretimde yaşanabilecek duraksamayı en az kayıpla en verimli şekilde çözüme ulaştırma bakım talimatlarının ve ekipmanların karakteristik özelliklerinin iyi tanınması gerektiğinin önemini açıkça ortaya çıkarmaktadır.

Bu kapsamda Seyitömer Termik Santralinde yukarıda ismi geçen bakım talimatları ve ekipman karakteristikleri tesis bazında inceleye alınmış ve işletme bakım talimatları çıkartılmıştır. Oluşturulmuş olan işletme bakım talimatları için Seyitömer Termik Santrali için belirli bir standart belirlenmiş ve talimatlar bu standarda göre hazırlanmıştır. Bu çalışmaların sonunda yazılım üzerinde çalışabilecek şekilde Nihai Ekipman ve Ünite Dokümanı incelemelerinde; Seyitömer Termik Santralinde mevcut olan tüm ekipman listeleri çıkartılmıştır. Çıkartılmış olan ekipman listeleri üzerinden her ekipmana ait kritiklik seviyesi, elektrik/mekanik, ünite ve takım sınıflandırması ve bu sınıflandırmalara bağlı olarak da sorumlu servis çalışmaları, Seyitömer Termik Santralı işletme personeli ile yapılan ortak bir çalışma gerçekleştirilerek tamamlanmıştır.

4.3.3. Doküman piramidi

Doküman piramidi; kuruluşun BYS'ye ilişkin uygulamalarını, faaliyetlerin yürütülme biçimini, süreçlerin planlanması-yürütülmesi-kontrolü için gerekli üst seviye kontrol süreçlerini, düzeltici, önleyici ve iç denetim faaliyetlerini,

doküman/kayıt/uygunsuzluk kontrol süreçlerini tanıtan belgeler ile kuruluşla ilgili diğer belgeleri bir araya getiren doküman yapısının oluşturulmasıdır. Bu kapsamda Mevcut Doküman/Sistemin Analizi, BYS Süreç haritalarının dokümante edilmesi, BYS Süreçlerinin dokümante edilmesi, BYS Süreçlerine esas talimatların dokümante edilmesi, BYS Süreçlerine esas kayıtlar/formlar/raporların dokümante edilmesi ve BYS Süreç/Doküman Piramidi Tasarımı çalışmaları yapılmıştır.

4.3.4. Yazılım

BYS'nin üzerinde çalışacağı veritabanının ve yazılımın hazırlanması, internet/intranet erişimli bir merkezi server sisteminin ve bunlara yönelik donanım temelinin kurulmasıdır. Ayrıca yazılımların lisanslanması, mevcut ERP sistemine entegrasyonudur. Bazı BYS uygulamalarında ERP modülü sistem içine dahil edilerek uygulandığı da görülmüştür. Bu kapsamda Yazılım Tasarımı ve Geliştirme, BYS Yazılımına yönelik Eğitim programı, Donanım tasarım ve kurulumu ve firmanın ERP'ye Entegrasyon çalışmaları yapılmıştır.

4.3.5. İnsan kaynakları yönetimi ve örgütsel tasarım

İnsan kaynakları yönetimi, pilot santrallere yönelik BYS'de görev alan/alacak personelden en etkin şekilde yararlanılmasını sağlayan süreçlerdir. Bu kapsamda Örgütsel Planlama, Personel Temini ve Takım Oluşturma çalışmaları yapılmaktadır. Sonucunda da bir bakım yönetim sistemi için çok önemli etkenlerden olan

- BYS Organizasyon şeması
- Görev ve sorumluluk dağılım planı
- Personel yönetim planı
- Bakım örgüt çizelgesi çıktıları elde edilmektedir.

4.4. Dünya Geneline BYS Değerlendirmesi

Termik santrallerin günümüz teknoloji standartlarına uygun hâle getirilmesi ve bu standartlarda işletilmesi özellikle yeni oluşturulacak çevre kanunları, fosil enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve elektrik üretici firmalarının kârlılığı açısından da çok önemlidir.

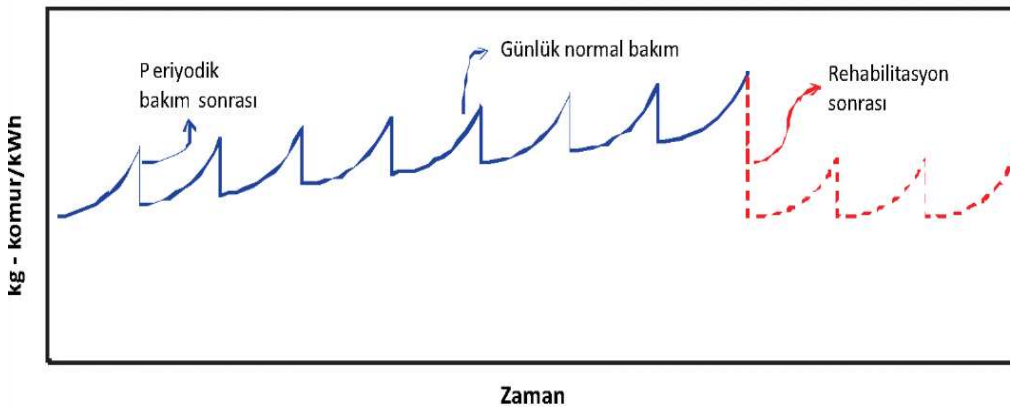
Çizelge 4.7. de bir termik santralde yapılacak iyileştirme ve rehabilitasyonların ünite verimi üzerindeki etkilerinin alt ve üst sınırlarını göstermektedir [Levy, 2010]. Bu tabloda gösterilen değerler, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki termik santrallerde uygulanan iyileştirme projelerinden elde edilmiştir. İyileştirme/rehabilitasyon yapılan ünitenin durumuna göre bu değerlerin değişeceği çok kuvvetli bir ihtimaldir.

Çizelge 4.7. Ekipman iyileştirme

	Ünite Verimliliği %	
İyileştirme/Rehabilitasyon	Alt limit	Üst limit
Yanma Optimizasyonu	0.,15	0.84
Kurum Üfleyici Optimizasyonu	0.10	0.65
Kömür Kurutma	0.10	1.70
RHT/SHT Buhar Sıcaklığı Kontrolü	0.00	0.75
Hava Ön Isıtıcılarıakım/Sızdırmazlık	0.16	1.50
Değirmen Bakım ve Ayarları	0.05	0.80
Besleme Suyu Isıtıcıları Bakımı	0 .20	2.00
Kondenser Bakımı	0.70	2.40
Türbin Modifikasyonları	0.84	2.60
Baca Gazı Isı Geri Kazanımı	0.30	1.50
Proses Kontrol/Enstrüman	0.20	2.00
Soğutma Sistemi Bakımı	0.20	1.00
Isı Transferi Yüzeyi Artırma	0.40	0.80
ID/FD Fan-VFD	0.08	0.42
TOPLAM	3.48	18.96

Çizelge 4.8.'de ünite performansının zamana göre değişimi günlük normal ve periyodik bakımlar ve rehabilitasyon sonrası durumlara göre temsili olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Bakım bazlı ekipman verim değişimi



4.5. Ekonomik Analiz

Bilgisayar teknolojisindeki son 20 yıl içinde meydana gelen baş döndürücü artış, birçok sektörü olduğu gibi enerji ve dolayısıyla elektrik üretim sektörünü de etkiledi; kullanım açısından sektörde kendine sağlam bir yer edindi. Dolayısıyla bakım konusunda da kullanım açısından rağbet gördü.

Bakımın bilgisayar ortamında takip edilmesinin getirdiği birçok fayda mevcuttur. Bu faydaları gösteren bakım yönetiminin bilgisayar ortamında takip edilmesi ile ilgili uluslararası alanda birçok teorik çalışma ve pratik uygulama mevcuttur. Bu analizinde içinde bu konu ekonomik açıdan ele alınarak tesis açısından getireceği faydalar, konulması gerekli hedefler belirlenecektir.

Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim Sisteminin Kurulumundan Elde Edilecek Faydalar: Dünya çapında bilgisayara destekli bakım yönetim sistemi konusunda anketlerde dahil olmak üzere bir çok çalışma, web sayfası ve kurumsal yayınlar

mevcut; Bu bölümün içinde bunlardan bazılarına değinilecek; Dünyanın değişik ülkelerinden 105 şirketle yapılan ankete [Plant-maintenance, 2010]; (bkz. Çizelge 4.9.) 15 Petrol rafineri, kimya şirketi, 8 Gaz yağı üretim şirketi, 7 Maden şirketi, 7 Metal sanayi şirketi, 5 Elektrik üretim şirketi de katılmıştır. Bu şirketlerin %48 nin tesislerinde 100 kişiden fazla çalışan var, % 82'sinde Bilgisayar destekli bakım programı (Özellikle SAP ve Maximo) var ve %26 bu programı 5 yıldan uzun süredir kullanıyor.

Anketten elde edilen sonuçlar şöyledir:

Çizelge 4.9. BYS fayda anketi

Elde edilen faydaların derecesinin yüzde büyüklükleri				
Faydanılan Alan	Oldukça fazla	Biraz	Hiç	Bilmiyorum
İş gücü Maliyetlerinde Düşüş	% 5,7	%32,4	%29,5	%32,4
Malzeme Maliyetlerinde Düşüş	%11,4	%32,4	%22,9	%33,3
Diğer Giderlerde Düşüş	% 8,6	%36,2	%23,8	%31,4
Ekipman Emreamadeliğinin Geliştirilmesi	% 9,5	%37,1	%21,9	%31,4
Ekipman Güvenilirliğinin Geliştirilmesi	%13,3	%41,0	%15,2	%30,5
Maliyet Kontrolünün Geliştirilmesi	%35,2	%23,8	%16,2	%24,8
Bakım Tarihçesinin Geliştirilmesi	%30,5	%37,1	% 9,5	%22,9
Bakım Planlamanın Geliştirilmesi	%30,5	%36,2	% 8,6	%24,3
Bakım Takviminin Geliştirilmesi	%28,6	%39,0	% 6,7	%25,7
Bakım Gerçekleşmelerinin Geliştirilmesi	%29,5	%35,2	% 9,5	%25,7
Yedek Parça Kontrolünün Geliştirilmesi	%21,9	%35,2	%12,4	%30,5

Bunlara ek olarak sağlanan faydalar ise:

- Bilgi g¼ncellenmesi
- Ekipman performansı
- Arıza ve yangınlarda azalma
- Farklı bakım departmanları arasında standartlaşma
- Bilgisayar ölç¼m ve bilgisinin geliştirilmesi
- Şeffaflık ve sayılabilirlik
- İyileşme
- M¼hendislerin daha iyi zaman kullanımı
- Geliştirilmiş malzeme akışı izlemesi
- Organizasyona varlık bakım programı kurulabilir
- Stok kontrol
- Bakım süreçlerinde değişiklik
- Detaylı Tedarikçi Kayıtları
- Anahtar performans göstergelerin kontrolünde artış
- Maliyet koruması

Programın Kurulumunun Başarısına Etki Eden Önemli Unsurlar:

- 1- Kıdemli Yöneticilerin Katılımı
- 2- Etkili Eğitim
- 3- Doğru CMMS'in seçimi
- 4- Değişim Yönetimi

Anket katılımcıları programın başarısı açısından en önemli etki nedeni olarak kıdemli yöneticilerin katılımını gerekçe göstermektedir.

Bilgisayar destekli bakım yönetim sistemini doğru kullanılması, gerekli alt yapının hazırlanmış olması ve işin gereklerine cevap verebilecek biçimde düzenlenmiş olması halinde iş gücünden yararlanmada % 5-25, ekipmandan yararlanmada %1-5 artış sağlarken stok envanterinde %10-20'ye varan azalma sağlayabilmektedir [Mobley and Lindley 2002]. DOE'nin O&M Best Practices çalışmasına göre de; Bakım üretkenliğinde % 28,3 artış, plansız duruşlarda % 20,1 azalma, malzeme giderlerinde % 19,4 azalma ve stoklarda % 17,8 azalma sağlamak ve sistem kendini ortalama 14,5 ayda amorti etmektedir.

4.5.1. Ekonomik getiri ve hedefler

Bilindiği üzere; Kapasite kullanım oranı: Bir tesisin birim zamanda gerçekleşen üretim miktarının, teorik olarak birim zamanda tam kapasiteyle yapacağı üretim miktarına bölünmesiyle elde edilen orandır.

www.wikipedia.com 'a bir termik santralin sahip olması beklenen kapasite kullanım oranını % 90 olarak tanımlamaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı ise kapasite kullanım oranının % 70 -% 90 aralığında olması gerektiğini ifade etmektedir. Amerika'daki kömür yakıtlı termik santrallerin kapasite kullanım oranları ortalama olarak 2000 yılı için % 71 ve 2001 yılı için % 73 olarak gerçekleştiği görülmektedir. EÜAŞ'tan İşletme Hakkı Devir yöntemiyle ayrılarak işletmesi Park Termik tarafından yapılan Çayırhan Termik Santrali 2005 yılı için % 81 kapasite kullanım oranını yakaladığını internet sitesinde gururla yayınlamaktadır. Burada temel etken elbette bakım yönetiminde disiplin ve özel sektör tedarik kolaylığı (işgücü – ekipman) ilkesi olarak gözükmemektedir. Bunun yanı sıra kamu-özel sektör ayrımının etkisinden de elbette bahsedilebilir lakin bu oranın Enerji üretim tesisleri için çok yüksek olma ihtimali yoktur. Çünkü Enerji Üretim tesisleri gerek işletmede gerekse bakımda özensizliği kabul etmez.

4.5.2. Seyitömer termik santrali özelinde bys değerlendirmesi

Tablo 4.1 ‘de Seyitömer Termik Santrali için son 5 yıllık kapasite kullanım oranları verilmektedir. Bu bilgilere göre Seyitömer Termik Santralının son 5 yıllık kapasite kullanım oranı ortalaması % 67,71 dir. Kurulan BYS ile amaç bilindiği üzere emre amadelik ve kapasite kullanım oranlarını arttırmaktır. Santralin bu 5 yıllık süreç içinde sahip olduğu en iyi değer % 76,87’ dir. Bir santralin kapasite kullanım oranı yıllara göre değişirken temel etmen ülkenin enerji üretim stratejileri ve buna bağlı talepler ile santralin kendi iç sorunlarıdır. Bu iç sorunlar ise büyük revizyonlar ve süresi geçen bakımlardır. Dış etkenlerin sabit olduğunu kabul etmek kaydı ile son 5 yıllık ortalamadaki diğer yılların en iyi yıla çekilebilmesi durumunda kazanç yıllık % 9,16 olarak karşımıza çıkar bu durumda üretim kazancı Eş 4.1 örneğinde ;

$$\% 9,16 \times 8760 \text{ saat} \times 600 \text{ MW} = 481,449 \text{ MWh/y} \quad (\text{Eş 4.1})$$

Bunu yük faktörü 0,77 kabulüne göre değerlendirirsek üretim kazancı Eş 4.2;

$$481,449 \text{ MWh} \times 0,77 = 370,715 \text{ MWh/y} \text{ ‘dir.} \quad (\text{Eş 4.2})$$

Bir termik santralin verimliliğini yüksek, emisyon değerlerini mümkün olan en minimum seviyelerde tutması ve emre amadeliliğini artırabilmesi için düzenli olarak kısa, orta ve uzun süreli bakımların yapılması şarttır [Bilirgen, 2011].

Bakımcıların en zorlandıkları konu, arıza nedeni ile durmuş olan makinanın neden arızaya girdiğini belirlemektir. Deneyim ve tecrübe ile bazı varsayımlar kurularak neden makinanın arızaya girdiği belirlenebilir. Zorluk, duran bir makinada bunu yapabilmektir. Öngörülen onarım kimi zaman sorunu arızanın teşhisi için geçen süre, o makinanın o kadar süre üretim yapamadığı anlamını taşır. Duruş süresi uzadıkça, işletmenin kârlılığı etkilenecektir [Köse, 2003]. Duruş süresinin optimum süreye indirilmesi, ancak makina sağlığının periyodik ölçümler ile izlenmesi ve bakımların bakım takvimi doğrultusunda yapılması ile mümkün olacaktır.

Çizelge 4.10.'daki Seyitömer termik santralinin üretim ve plansız duruş bilgileri incelendiğinde 2008 yılı için toplam plansız duruş süresi 2387 saat, 2009 yılı için 2567 saat, 2010 yılı için ise 1638 saat olduğu gözükmeğedir. Son 3 yılın arıza nedeni ile duruş ortalaması ise 2197 saattir. Burada bakım yönetim sistemi sayesinde genel kaniya uygun olarak plansız duruş oranların %20 lik bir iyileştirme yapılacağı kabul edilirse santral için son 3 yılın ortalaması kapsamında 439 saatlik bir üretim kazancı sağlanacağı gözükmeğedir. Bunun üretim karşılığı ise Eş 4.3 ;

$$439 \text{ h} \times 600 \text{ Mw/h} \times 0,77 = 202,818 \text{ MWh/y} \quad (\text{Eş 4.3})$$

Çizelge 4.10. Seyitömer termik santrali üretim ve duruş bilgileri

Duruş Bilgileri	
2008 Yılı Revizyonlar ve Rehabilitasyon nedeniyle (Planlı duruş süreniz) üniteler bazında toplam duruş süreleriniz nedir? (saat)	1.Ünite: 3.331 2.Ünite: 128 3.Ünite: 96 4.Ünite: 0
2008 Yılı üniteler bazında toplam (planlı+plansız)duruş süreniz ne kadardır (saat)	1.Ünite: 3.856 2.Ünite: 911 3.Ünite: 759 4.Ünite: 416
2008 yılı üniteler bazında arıza nedeni ile oluşan duruşların toplam duruş süresine oranı % kaçtır?	1.Ünite: 13,62 2.Ünite: 85,94 3.Ünite: 87,34 4.Ünite: 100
2009 Yılı Revizyonlar ve Rehabilitasyon nedeniyle (Planlı duruş süreniz) üniteler bazında toplam duruş süreleriniz nedir? (saat)	1.Ünite: 0 2.Ünite: 1.331 3.Ünite: 1.309 4.Ünite: 568
2009 Yılı üniteler bazında (planlı+plansız) toplam duruş süreniz ne kadardır? (saat)	1.Ünite: 839 2.Ünite: 2.194 3.Ünite: 1.610 4.Ünite: 1.132
2009 yılı üniteler bazında arıza nedeni ile oluşan duruşların toplam duruş süresine oranı % kaçtır?	1.Ünite: 100 2.Ünite: 39,33 3.Ünite: 18,70 4.Ünite: 49,82
2010 Yılı Revizyonlar ve Rehabilitasyon nedeniyle (Planlı duruş süreniz) üniteler bazında toplam duruş süreleriniz nedir? (saat)	1.Ünite: 0 2.Ünite: 59 3.Ünite: 1.353 4.Ünite: 1.762
2010 Yılı üniteler bazında (planlı+plansız) toplam duruş süreniz ne kadardır? (saat)	1.Ünite: 327 2.Ünite: 902 3.Ünite: 1.359 4.Ünite: 2.224
2010 yılı üniteler bazında arıza nedeni ile oluşan duruşların toplam duruş süresine oranı % kaçtır?	1.Ünite: 100 2.Ünite: 93,46 3.Ünite: 0,44 4.Ünite: 20,77

Kurulan bir bakım yönetim sisteminin iyi uygulanmasının yanında bakım/iyileştirme periyotlarının dışında üniteye kontrol dışı özellikle yakıt özelliklerinin değişiminden dolayı problemler ortaya çıkabilir. Kömürdeki değişime bağlı olarak ısı transfer yüzeylerinde curuflanma oluşması, hava ön ısıtıcılarında tıkanıklıklar, değirmen performans düşüşleri, elektro filtre toz tutma kapasitesinin azalması gibi üniteye üretim ve verim kaybına sebep veren problemler yaşanabilir. Bu gibi durumlarda problemlerin çözümü için periyodik bakım zamanlarının gelmesi beklenilmeden, çözüm için gerekli girişimler yapılmalıdır. Bunun yanı sıra, teknolojik gelişmelerin takip edilerek uygun teknolojilerin uygulanması ünite performans, emisyon ve emre amadeliği üzerinde olumlu etki yapacak ve hem periyodik bakım sıklığını azaltacak hem de rehabilitasyon süresini uzatıp rehabilitasyona kadar geçen sürede ünitenin daha verimli çalışması sağlanacaktır [Johnson, 2000].

Çizelge 4.11’de Seyitömer termik santrali için 2008-2010 döneminde üretilen ve arıza sebebi ile üretilmeyen elektrik enerjileri verilmektedir. Bakım yönetim sisteminin temel amacı üretilmeyen enerjinin üretilerek yerli kaynaklar ile çalışan linyit santrallerinin daha fazla çalıştırılabilirliğinin sağlanması, bu sayede enerji konusunda dışa bağımlılığın azaltılması ve üretimin etkin yapılarak tam yanma koşullarında sistemin devamının sağlanmasıdır.

Yeni kurulan tesislerde başlangıçta üretim kesintisiz ve ürün kalitesi de oldukça yüksek olmaktadır. Zamanla sistemin çalışması esnasında ortaya çıkan birtakım aksaklıklar, üretime engel olarak ürün kalitesini bozmaktadırlar. Belli bir süre sonra, başlangıçta hedeflenen üretim kapasitesini ve ürün kalitesini sağlamak kolay değildir.

Bu durumda üretim esnasında ortaya çıkan arızaların tespiti, bu arızaların giderilmesi ve arıza ihtimali olan durumların önceden belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu kapsamda işletmelerde yapılacak olan bir bakım organizasyonu sayesinde, bu tür olumsuzluklar büyük ölçüde azaltılabilecektir [Bartos, 1999].

Çizelge 4.11 Seyitömer termik santrali elektrik üretim ve üretilmeyenleri

2008 yılı içinde üretilen toplam elektrik enerjisi kWh ?	4.051.385.000 kWh
2008 yılı içinde arıza nedeniyle üretilmeyen toplam elektrik enerjisi kWh ?	417.770.000 kWh
2009 yılı içinde üretilen toplam elektrik enerjisi kWh ?	4.021.980.000 kWh
2009 yılı içinde arıza nedeniyle üretilmeyen toplam elektrik enerjisi kWh ?	403.600.000 kWh
2010 yılı içinde üretilen toplam elektrik enerjisi kWh ?	3.623.385.000 kWh

4.5.3. Bakım yönetim sistemi kurulum sonrası veriler

Seyitömer Termik Santralinde sistem devreye alındıktan sonra geçen 5 ay sonucunda elde edilen verileri incelemek istersek Çizelge 4.12-13-14 bize yardımcı olacaktır.

Çizelge 4.12. Seyitömer termik santrali en çok oluşan arıza analizi

[Bakım] - En Çok Analizleri		
Kurum / İşletme	Seyitömer Termik Santrali	Birim
Tarih Aralığı		Ekipman Grubu
En Çok Oluşan Arızalar En Çok Kullanılan Malzemeler En Çok Bakım Yapan Personel En Çok Bakım Yapan Birim En Çok Bakım Yapan Firma En Çok Arızalanan Ekipman Temizle		
En Çok Oluşan Arıza Listesi		
Arıza Kodu	Arıza Tanımı	Arıza Sayısı
000	BLOK (Yardımcılar ile birlikte komple ünite)	215
900	ENERJİ ÜRETİMİ İLE DİREKT OLARAK BAĞLANTILI OLMAYAN TESİSLER...	174
400	TÜRBİN YARDIMCILARI	33
800	BLOKTAN BAĞIMSIZ TESİSLER (Enerji üretimi ile direk bağlantı...	8
821	Ham su yumuşatma ve demineralizasyon tesisi	7
256	Kazan curuf boşaltma hunisinden başlamak üzere curuf çıkarma...	6
863	Islak kül için ortak iletim (kül atma) tesisi (865 değil)	5
260	BACA GAZI TEMİZLEME TESİSATI	5
300	BUHAR TÜRBİNİ (Yardımcılar hariç)	5
100	BUHAR KAZANI (yardımcılar hariç)	4
131	Elek ve yataklar dahil, tahrik düzeni hariç olmak üzere değ...	4
450	ÖLÇÜ, KUMANDA, REGLAJ, VE KORUMA TESİSATI Değer alıcılardan ...	3
251	Kazan bunker girişinde başlamak ve besleyici (transport) çı...	3
810	ORTAK YAKIT ALMA TESİSATI	3
822	Ham su berraklaştırma tesisi (taraklar, süzgeçler, çöktürme...	3
813	Katı yakıtların ortak depolanma yeri (kömür parkı vb.) ile k...	3
150	IZGARALI VEYA TAMBURLU YAKAM TESİSATI (148 hariç)	2
600	GENERATÖR YARDIMCILARI	2
240	BUHAR KAZANLARI ÖLÇÜ, KUMANDA, REGLAJ, VE KORUMA TESİSATI De...	2
500	GENERATÖR (Yardımcılar hariç)	2
868	Kül ve curuf için ortak iletim (kül curuf atma) tesisi	2
330	ORTA BASINÇ TÜRBİNİ	2
130	ÖĞÜTME TESİSATI	2
490	DİĞERLERİ	2
211	Tahrik düzeni hariç olmak üzere taze hava vantilatörü	2

Santralde sistem devreye girdikten sonra en çok oluşan arıza kazan ve yardımcı sistemler arızası olup bu diğer verilerle de uyumludur. Sistem devreye alındıktan sonra en çok arıza yapan ekipman park makinesi olup bu dönemsel bir arıza olarak kabul edilebilir veriler yeteri kadar toplandığında sistem gerçek bir veri kaynağı olacaktır.

Çizelge 4.13. Seyitömer termik santrali en çok arıza yapan ekipman analizi

[Bakım] - En Çok Analizleri

Kurum / İşletme: Seyitömer Termik Santrali

Birim: [Seçiniz]

Tarih Aralığı: [Seçiniz]

Ekipman Grubu: [Seçiniz]

En Çok Oluşan Arızalar

En Çok Kullanılan Malzemeler

En Çok Bakım Yapan Personel

En Çok Bakım Yapan Birim

En Çok Bakım Yapan Firma

En Çok Arızalanan Ekipman

Temizle

En Çok Arıza Yapan Ekipman Listesi

Ekipman No	Ekipman Adı	Arıza Sayısı
12PB55B100	PA PARK MAKİNASI	13
12PB54B100	PB PARK MAKİNASI	13
03PB55B100	PC PARK MAKİNASI	8
03PB54B100	PD PARK MAKİNASI	7
12PB51B100	T8A KONVEYÖR BANDI	6
03PB60B100	05D5 KONVEYÖR BANDI	6
03PB54B100-01	PD PARK MAKİNASI BOM BANDI	6
12PB60B100	T10A KONVEYÖR BANDI	5
12UT83B100	TC2 KÜL-CURUF BANDI	5
12PB55B100-01	PA PARK MAKİNASI BOM BANDI	5
04PB54B100	PB54B100 PE PARK MAKİNASI	5
12PB50B100	T8B KONVEYÖR BANDI	5
04PB54B100-01	PB54B100 PE PARK MAKİNASI BOM BANDI	5
03PB51B100	02D4 KONVEYÖR BANDI	5
14UT88B100	TC5A KÜL-CURUF BANDI	4
04PB55B100	PB55B100 PF PARK MAKİNASI	4
01RL01D002	1 NOLU KBP ANA POMPA	4
12PB50D002	T8B BANDI KAZIYICI PALET MOTORU (REDİKTÖR İLE AKUPLE)	4
12PB54B100-01	PB PARK MAKİNASI BOM BANDI	4
12PB50B106	T8B BANDI MAKARA VE SPOTLARI	3
04UT10B100	SİLO YÖNÜ CURUF PALETİ	3
03UT83B100	UT10D4 KÜL-CURUF BANDI	3
03PB55B100-01	PC PARK MAKİNASI BOM BANDI	3
12PB24B100	T2D KONVEYÖR BANDI	3
04UG01D001	1 NOLU FİLTRE TERSTEN YIKAMA POMPASI	3

Text Excel XML Html Pdf Rtf 25 1,2,3,4,5

Çizelge 4.14. Seyitömer termik santrali en çok bakım yapan birim analizi

[Bakım] - En Çok Analizleri

Kurum / İşletme: Seyitömer Termik Santrali

Birim: [Seçiniz]

Tarih Aralığı: [Seçiniz]

Ekipman Grubu: [Seçiniz]

En Çok Oluşan Arızalar

En Çok Kullanılan Malzemeler

En Çok Bakım Yapan Personel

En Çok Bakım Yapan Birim

En Çok Bakım Yapan Firma

En Çok Arızalanan Ekipman

Temizle

En Çok Bakım Yapan Birim Listesi

Birim Adı	İş Emri Sayısı	Çalışılan Süre (Saat)
Türbin Bakım Servisi	514	1191 sa 0 dk
Buhar Üretim Servisi	46	1060 sa 45 dk
Motor Bakım Servisi	350	511 sa 56 dk
Elektrik Bakım Servisi	190	444 sa 32 dk
Mekanik Atölye Servisi	22	90 sa 45 dk
Pnömatik Bakım Servisi	4	42 sa 30 dk
Ölçü Kontrol Servisi	17	28 sa 50 dk
Diğ. Tesisler Bakım Servisi	3	21 sa 59 dk
Değirmen Bakım Servisi	1	4 sa 3 dk
Teknik Büro	1	0 sa 20 dk

Text Excel XML Html Pdf Rtf 25

5. SONUÇ

İnsan yaşamının temel haklarından olan ve ülkelerin ekonomik büyümelerinin temel unsuru olan enerji ihtiyaçlarının topluma en düşük fiyattan, yerli ve yenilenebilir kaynaklara dayalı ve sürdürülebilir biçimde, çevreye en az zarar verecek şekilde karşılanması; çağdaş bir zorunluluk ve kamusal bir yükümlülüktür. Dünyada sınırlı olan fosil kökenli enerji kaynakları giderek azalırken, enerji tüketiminin yarattığı iklim değişikliği etkilerinin zararlarından korunmak ve bu etkileri azaltmak; bütün dünyanın son yıllardaki en önemli sorunlarından biri olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye sokulması ve enerji verimliliği ile enerji israf edilmemesi ve daha verimli kullanılması için; gerek teknolojinin geliştirilmesi, gerekse yenilenebilir enerjiye bağlı kurulu gücün artırılması amacıyla, dünya ölçeğinde ciddi çaba harcanmaktadır. Fosil enerji kaynakları hızla tükendikleri gibi, kirliliğe, küresel ısınmaya ve olumsuz çevresel etkilere de neden olmaktadır. İzlenen hatalı politikalar nedeniyle, hemen her çeşit enerji kaynağına sahip ülkemizde ise, enerji talebinin dörtte üçü ithal enerji kaynaklarıyla karşılanmaktadır. Enerjide dışa bağımlılığın diğer bir sonucu da, artan enerji fiyatları ve bu yıl 50 milyar dolara ulaşması beklenen ithalat faturalarıdır.

Bu kapsamda yerli kömür ile çalışan termik santraller daha da önem kazanmakta olup elektrik üretiminde dışa bağımlılık ve üretim verimliliği düşünüldüğünde, tesisin bir sistem dahilinde işletilmesi ve bakımının yapılmasının gerekliliği çalışma kapsamında ifade edilmiştir.

Elektrik üretim endüstrisi sürekli, garanti altına alınmış bir üretim ve duruşlar bakımından minimize edilmiş bir arz gerektirir. Buna ek olarak santral; piyasanın ihtiyaçlarına göre temelde maksimum verimliliği ve esnek çalışabilme imkânlarını da her zaman sağlamalıdır. Bu bağlamda uygun bakım prosedürlerinin seçilmesi santral yönetimi için kritik yaklaşımlardan biridir.

Kurulan sistem sayesinde daha çok arıza bakımlara kaymış ve fırsat buldukça yapılan planlı bakımlarla amatör bir ruhla ve sisteme dayanmayan kestirimci bakımlar

yerine; yıllık bakım takvimleri ışığında personel planlamalarının çok daha önce yapılacağı duruşları minimize etmek için servislerin ortak akılla hareket ettiği bunları planlayan bir stratejik Arge grubunun bulunduğu, bakımların, iş emirlerinin ve arıza kayıtlarının tamamen bilgisayar ortamında tutulduğu bir sistem inşa edilmiştir.

Çalışma kapsamında sistemin aktif kullanılması sayesinde Eş 4.2 ve Eş 4.3 örneklerinde hesaplandığı üzere yıllık 573,533 MWh 'lık bir üretim artışı olacağı kabulü ortaya çıkarılmıştır. Bu değer ortaya konulurken Dünya genellemeleri ve Santral gerçekleri kapsamında çıkarım yapılmıştır.

Sistem hali hazırda yeni kullanılmaya başlamış olması sebebi ile yeteri kadar veri üretememiş olmasına rağmen kaizen felsefesinde olduğu gibi sürekli iyiye gitmek için yıllar içinde topladığı bakım hafızasını kullanacak bu sayede bakım takvimleri yenilecek zaman içinde ekipmanların bakım tipleri ve modları değişecektir. Personelin sahip olduğu ekipman yaşam döngüsü bilgisi günden güne artacak olup böylece ekipmanların verimliliğindeki artış sisteme yansıyacak santral üretim ve emre amadelik oranları artacaktır.

KAYNAKLAR

- Arslan, V., “Enerji kaynaklarında güvenilirlik ve kömürün yeri”, *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu* , İzmir, 225-228 (2009).
- Asimov, I., “Bilim ve Buluşlar Tarihi”, *İmge Kitapevi*, Ankara, 17-23 (2009).
- Bartos, F.J., “Predictive Maintenance Maximizes Machinery Healths”, *Cahners Control Engineering*, 46 (7): 51-52 (1999).
- Bilirgen, H., “Termik santrallarda iyileştirme ve rehabilitasyon”, *Mühendis ve Makina*, Ankara, 617:107-116 (2011).
- Boles,A.M., ve Çengel,A.Y., “Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik”, *Güven Bilimsel*, 5: 552 (2009).
- Britanica Temel, “Watt”, *Ana Yayıncılık* , İstanbul, 92 (4) :48, (2007).
- Çebi, “Hava Araçları Bakım”, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 3 (4): 17-24, (2008).
- Çiftçi, Y. A., “Yönetim Değerlendirme Analizleri”, *YDD*, İstanbul, 23-24 (2010).
- Ege, A., Atmaca, M. E., “Bys Temel Yaklaşımlar”, *EÜAŞ*, Ankara, 36-64 (2008).
- Elektrik-Elo. Mühendisleri Enstitüsü, “History of IEEE” ,*The Institute of Electrical and Electronics Engineers*,78-88 (2010)
- Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, “Sektör Raporu” , *ETKB*, Ankara, 12-19 (2008)
- Gloss, J.M., “Fundemantal of Preventive Maintenance”, *Amacom*, New YORK, 52-77 (2002).
- Handbook DOE., “ Human Factors/Ergonomics Handbook Fort he Design of Ease of Maintenance”, *Doe-Hdbk-1140*, Washington, 41-88 (2001).
- IAC., “Guidelines For Maintenance of Public School Facilities in Maryland” , *School Maryland Maintenance* , Maryland, 1-14 (2008).
- İlbaş Prof. Dr. M., “Enerji ve dünya düzeni”, *Enerji-Politik Dünya ve Türkiye Konferansı*, Kayseri, (2011).
- İnternet: Elektrik Depolama Org. , “2010 Pompalı Hidroelektrik Santrallar” http://www.electricitystorage.org/site/technologies/pumped_hydro/, (2010).
- İnternet : Türkiye Elektrik İletim A.Ş. “Stratejik Plan” <http://www.teias.gov.tr/>, (2010).
- İnternet : TETAŞ Türkiye Elektrik iletim A.Ş., “ Yönetmelikler-2010” <http://www.teias.gov.tr/yonetmelikler/elektriksebeke.htm>, (2010).

İnternet : plant-maintenance “2000 bakım Yönetim İstatistikleri yılı anketi sonuçları” , www.plant-maintenance.com 2000, (2010).

Johnson B., Maxwell, H., “Predictive Maintenance-The Effect on a Company's Bottom Line”, **Lubrication Engineering**, 56:25-57 (2000).

Köse, K. R. , “Kesitimiçi bakım”, Bakım Teknolojileri Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı, **MMO**, Denizli, 197-209 (2003).

Levy E.K., Walsh, J.M., Bilirgen, H., Romero, C., Laurenzi, “Effect of Heat Rate Upgrades on Performance of Coal-fired Power Plants With Post”, **Combustion CO2 Scrubbers**, Florida, 35: 6-10 (2010).

Marco,T., Maurizio De F., “Emerson Process Management”, **Emerson**, Londra, 41-57 (2008).

Megep, “Makine Teknolojisi Periyodik Bakım Talimatı”, **Milli Eğitim Bakanlığı**, Ankara, 1-27 (2006).

Moller ,P., “Review: Elektrik Fish, BioScience”, **Bibliomania**, Salt Lake City, 41:794-796 , (1991).

Mobley, R. Keith., “An Introduction to Predictive Maintenance”, **Butterworth-Heinemann**, New York , 21-58 (2002).

Mobley, R. Keith, Lindley, R. Higgins., “Maintenance Engineering Handbook”, **McGraw-Hill**, Newyork, 27-41 (2002).

Nurcan, B., “Sürdürülebilir Enerji ve Hidrojen”, **ODTÜ Yayıncılık**, Ankara, 12 (2007).

Oymak, Dr. O. ve BATU. A. , “Kojenerasyon ve Akışkan Yataklı Kazanlar”, **Kojenerasyon Dergisi**, (2009).

Özek,S., Ege,A., Atmaca,M.E. ve Keskin,E., “Eüaş socoin inceleme raporu”, **EÜAŞ**, Ankara, 1-15 (2010).

Pişmanlık, U., “Türkiye’de İlk Elektrik Tarsus ve Barajları”, **Aratos Yayıncılık**, Mersin, 41-67 (2011).

Sirkeci, A. , “Rusya’da enerji ve kimya alanlarında kömür kullanımındaki problemler”, Kömür Teknolojisi ve Kullanımı Semineri V Kitabı, **Yurt Madenciligini Geliştirme Vakfı Yayınları**, İstanbul, 113-136 (2000).

Utes., “Çağdaş Enerji Yönetiminde Yeni Açılımlar” , **Ekolojik Çevre, iklim Değişikliği ve Yaşam Kalitesi Dergisi**, 25-36 (2008).

Yakut, A. K., “Enerji Ekonomisi”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları**, Isparta, 502-510 (2009).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖZEK, Serkan
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 26.08.1978 Bandırma
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (532) 374 69 83
Faks : 0 (312) 282 73 16
e-mail : serkan_zek@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Makine Müh.	2004
Lise	Mimar Sinan Lisesi	1995

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-2005	Alstom Power Çan Termik Santrali	Makine Müh.
2006-2007	EÜAŞ Gökçekeya HES	Makine Müh.
2007-2011	EÜAŞ AR-GE	Teknik Şef

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Tenis, Bilgisayar teknolojileri, Futbol