

ELEKTRİK ÜRETİM SANTRALLARINDA BAKIM YÖNETİMİ

Süreyya POYRAZ Levent KILIÇ

Şair Arşı Cad. No:52/8 Göztepe-İstanbul

Bilim, Teknoloji ve Tasarım Merkezi
Cumhuriyet Mah. Şişecam Yolu Sok. No:2 41400 Gebze-Kocaeli
sureyyapoyraz@hotmail.com.tr lkilic@sisecam.com

ÖZET

Bakım Yönetiminin Uygulanması ile ekipman imalatçısı tarafından belirtilen sürelerde ve edinilen tecrübeler göz önüne alınarak ekipman ya da parçalar değiştirilecek, ekipmanların bazı noktalarındaki parametrelerinin ölçülerek yaşanabilecek arızaların önceden tespiti sonucu üretimin kesintiye uğraması önlenecektir. Kritik ekipmanlarda arızalanabilecek parçaların yedeklerinin sağlanarak herhangi bir arıza yaşanması durumunda en kısa sürede ekipmanın çalışmaya hazır hale getirilmesi iyi eğitilmiş, tecrübeli teknik personel ile gerçekleştirilecektir. Etkin bakım politikaları bakım aralıklarının uzamasını, arızaların az sayıda meydana gelmesi sonucu emre amadeliğin yüksek olmasını, santral güvenilirliğinin artmasını tüm bunların sonucunda üretim miktarının artmasını ve üretim-bakım maliyetlerinin azalmasını sağlayacaktır.

1. GİRİŞ

Elektrik üretimi yapan santraller kullanılan yakıt ve üretim ekipmanına bağlı olmak üzere,

- Kömür yakıtlı buhar türbinli santraller,
- Fuel-oil yakıtlı buhar türbinli santraller,
- Gaz türbinleri kombine çevrim santralleri,
- Gaz motorlu santraller
- Diesel makineler,
- Jeotermal santraller,
- Biogaz-Biokütle yakıtlı santraller,
- Rüzgâr santralleri,
- Güneş santralleri olarak adlandırılır.

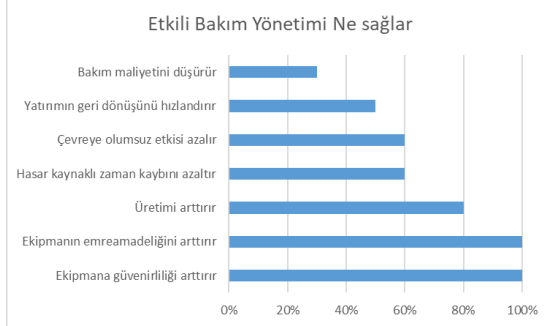
Ana bileşeni elektrik enerjisi üretim ekipmanı olan elektrik üretim santrallerindeki bakımların kapsamı bazı ekipmanlarda benzerlik gösterse de bazı ekipmanlarda önemli farklılıklar bulunmaktadır.

Enerji üretim santrallerinin işletme performansının tespitinde tasarım parametreleri esas alınmaktadır ve devreye alma işlemlerinin başarılı olarak tamamlanması, tasarım parametrelerine ne

kadar yaklaşıldığı ile ilgilidir. Ancak, bu değerlere ulaşılması; işletme sırasında ekipmanın aşınması, kirlenmesi, korozyona uğraması, bozulması, sızdırması, algılayıcı (sensör) ve enstrümanların arızalanması, kalibrasyonun bozulması ve benzeri kök nedenlerden dolayı olumsuz etkilenebilmekte ve bu da santraldan sağlanması beklenen verim eğrisinden uzaklaşılmasına neden olmaktadır. Doğru seçilmiş sistemin doğru işletilmesinin en önemli bileşenlerinden biri de iyileştirilmiş bakım ve parçaların metodolojik izlenerek, ekipman bazlı değişim ile kendisinin ve bağlı olduğu sistem parçalarının kırılmasının önüne geçebilmektir. Bakım yönetim sistemi, ekipmanı, parçalarını, stoklanmasını, ölçüm toleranslarını, neyin nasıl yapılacağını/manuelini, personel eğitiminden takibine kadar bir dizi işlemi içermelidir. Diğer yandan, kayıt altına alınıp (logbook) tarihsel (historian) veritabanı oluşturulması, sadece anlık değil, ayrıntılı analiz ve kestirim yapılabilmesine de olanak sağlamalıdır.

Uluslararası bakım yönetimi ile ilgili çeşitli kaynaklarda, elektrik sektöründe, her

seviyede çalışan kişiler ile yapılan görüşmelerde katılımcıların santrallarda yapılacak bakımlar ile ilgili düşünceleri aşağıda Şekil 1’de grafik halinde verilmiştir.



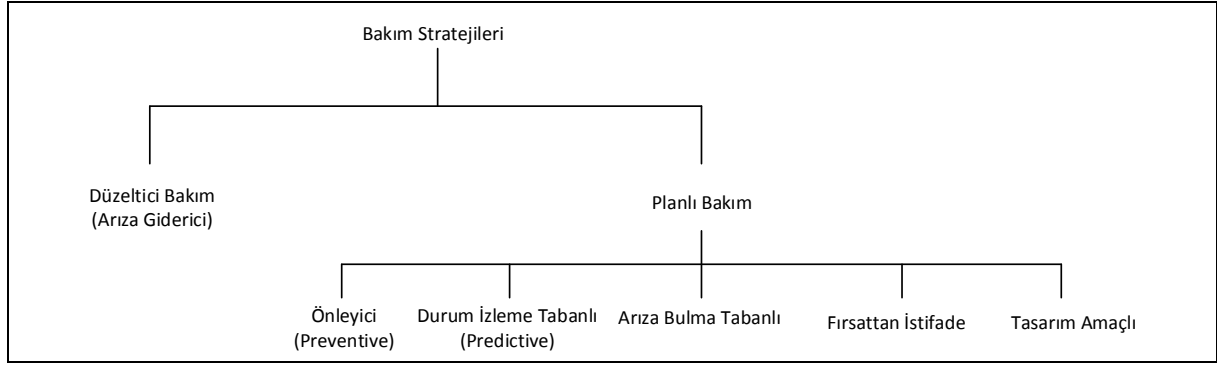
Şekil 1. Etkili Bakım Yönetimi Faydaları

2. BAKIMLAR

Bakım stratejisini;

- Arızanın ivedilikle ve minimum maliyetle giderilmesi,
- Planlı bakımların yürütülmesi

şeklinde tanımlamak uygun olacaktır. Planlı bakım kapsamı ise, Şekil 2’de verilen topolojide kategorize edilmektedir.



Şekil 2. Bakım Strateji Ağacı

2.1. Arıza Giderici Bakım

Bakım, arıza oluşuktan sonra yapıldığından, büyük parasal kayıplara, yakınında bulunan insan ve/veya diğer ekipmana, santralin tamamına ve çevresel hasarlara neden olabilir.

Ekipmanın tamiri, çalışır hale getirilmesi ya da arızalanan parçaların değiştirilmesi amacıyla yapılan çalışmalardır. Ekipmanın tamiri/bakımı, ekipman hasarlandıktan sonra gerçekleştirilir.

Plansız yani arıza duruşları elektrik üretim santralindeki her bölümü farklı şekilde etkilemektedir:

- Satış ve Lojistik birimleri için geç teslimat,
- Satınalma ve Muhasebe bölümleri için Tedarik ve Maliyetlerde farklılaşma,
- Üretim birimleri için Kalite,
- İşletme birimleri için yeniden ölçme ihtiyacı ve ayar kayıpları,
- İnsan Kaynakları birimleri içinde çalışanların iş saatlerinde değişim sorunu olarak kendisi gösterir.

2.2. Planlı bakımlar

2.2.1. Önleyici (preventive) bakım

İmalatçı firma tarafından verilen ekipmanın işletme talimatlarında belirtilen, çalışma saatlerine veya zamana bağlı olan bakım ve kontrollerini kapsayan bakım stratejisidir.

Önleyici bakımın stratejisinde, bakım ve kontrollerin aralıklarının belirlenmesinde ekipmanın güvenilirliği ve bakım maliyetleri göz önüne alınır.

Bakım planının hazırlanmasında problem santralin önleyici bakım amacıyla durdurulmasıdır, ancak yapılacak bakım ünitenin emreamadelikliğini, güvenilirliğini yükseltecek, genel işletme maliyetini düşürecektir.

Tüm ekipmanlar arızalanmadan önce bazı işaretler verir, bu işaretlerin algılanıp gereken önlemlerin alınması ile, ekipmanın arızalanması önlenir. Belli bir süre çalışan tüm ekipmanlar bakım ihtiyacı duyar. İhtiyaç duyulan bu bakım, önleyici bakım başlığı altında değerlendirilir. Eğer önleyici bakım yapılmaz ise ekipmanın bazı parçalarının veya tamamının arızalanması söz konusu olabilir.

Bu stratejide bir bakım planı hazırlanır ve bu program takip edilir, yapılan kontrollerin sonucu bir “Bakım Kayıt Defteri’ne” kaydedilir.

Bu bakımda önceden belirlenen zamanı dolan ekipman veya parçaları değiştirilir, açılması gereken yerler açılır, ekipman göz ile kontrol edilir, hasarlı, arızalı yerler tespit edilir, giderilir ve ekipman tekrar devreye alınır.

2.2.2. Koşullara dayanan (predictive) bakım

Koşullara dayanan öngörücü bakım, ekipmanın çalışma koşullarında yapılan belli ölçümlerin sonuçlarına dayanan bir bakım şeklidir. Vibrasyon ölçümü, kızılötesi termografi, akımölçer, ultrasonik, vb cihazlar ile yapılan ölçümler ekipmanın hangi koşullarda çalıştığını göstermektedir. Eğer herhangi bir parametre anormal değer

veriyorsa, ekipmanın uygun koşullar altında çalışmadığı ve ekipmanın tamir edilmesinin ya da bazı parçalarının değiştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Doğru zamanda doğru veri elde edilerek beklenmeyen arızaların oluşması önlenilmekte, plansız duruşların süresi kısaltmakta ve ayrıca emreamadelik yükselmekte, ekipmanın ömrü ve emniyetli çalışması süresi artmaktadır.

Sonuç olarak çok daha az kaza ve duruş yaşanmakta, çevreye olumsuz etkileri azalmaktadır.

Bakıma hakettiği ilginin gösterilmemesi durumunda ise, ekipmanın kısa zaman içerisinde arızalanabilmesi olasılığı yüksek olabilecektir. Bu bakım kapsamındaki bazı aktiviteler altta belirtilmiştir:

- Yatakların değiştirilmesi,
- Filtre elemanlarının değiştirilmesi veya temizlenmesi,
- Motorun tekrar sarılması,
- Rölenin değişimi, vs.

Hangi ekipmanın ne tür bakıma ihtiyacı olduğunu bilmek, (yedek parçaların sağlanması, bakım ekibinin oluşturulması, bakım planının yapılması, vb. gibi) bakım işlerinin daha iyi planlanmasını sağlayacaktır.

Bu bakım stratejisinin uygulandığı saha deneyimleri ile emreamadelik değerinin gaz türbinlerinde % 99’a ulaştığı ve bakım maliyetlerinin aşağılara düşürülebildiği görülmüştür.

2.2.3. Arıza bulma bakımı

Yedek ve koruyucu ekipmanlar beklenen performansı vermediğinde ekipmanların kontrollerinin yapılarak performansını yerine getiremeyen ekipmanların tamir

edilmesi ya da yenisi ile değiştirilmesi yoluna gitmektir.

2.2.4. Fırsat bakımı

Santraldaki bir ana ekipmanın büyük bakımı veya herhangi bir nedenle uzun süre durması sırasında, zamanı gelmek üzere olan planlı bakımların veya arıza sinyali

veren ekipmanların tamiri ya da değişiminin yapılmasını tanımlamaktadır.

2.2.5. Tasarım bakımı

Bir ekipman, sistem veya ekipman parçasının geliştirilmesi, iyileştirilmesi ya da tekrar dizaynı yada işletme ve bakım tecrübesine bağlı olarak bakım aralıklarının uzatılmasını tanımlamaktadır.

Tablo 1. Bakım Karşılaştırmaları

<i>Bakım Stratejisi</i>	<i>Bakım Yaklaşımı</i>	<i>Açıklama</i>
Arıza Bakımı	Arızanın Giderilmesi	Büyük Bakım Bütçesi
Önleyici Bakım	Bakım Programının Yapılması	Ekipman Parçalarının Periyodik Olarak Değişimi
Koşullara Dayalı Bakım	Çalışma Koşullarının İzlenmesi	Ekipmana Dayanan Bakım Kararı

3. UYGULAMA

Hem gaz türbini + buhar türbini, hem de gaz motorları bulunan santrallerin beş yıllık verilerinin bulunduğu karşılaştırma Tablo 2’de verilmektedir.

Gaz motorlarında bakımlar imalatçı tarafından verilen çalışma saatlerine bağlı olarak kısa aralıklar ile yapılmaktadır ancak

gaz türbinlerinde uzun aralıklar ile yapılan bakımların sonunda imalatçı tarafından verilen çalışma saatlerine ulaşıldığında büyük bakım yapılmaktadır.

Buhar türbinlerinde uzun aralıklar ile imalatçı tarafından verilen çalışma saatlerine ulaşıldığında bakım yapılmaktadır.

Tablo 2 5 Yıl Ortalamalı Gerçek İşletme Verileri

5 yıllık işletme verileri ortalaması	Gaz Türbini (2XGT+BT)	Gaz Motoru (2xGM)
Arıza süresi	13.5 s /yıl	169.9 s /yıl
Bakım süresi	113 s/yıl	291.7 s/yıl
Bakım maliyeti	0.009 TL/kWh	0.003 TL/kWh
Güvenilirlik (RL) ¹	0.98-0.99	0.97-0.98
Emreamadelik (AV) ²	0.97-0.98	0.95-0.96
Verim	0.39-0.40	0.40

¹Güvenilirlik,

$$RL = \frac{D - (B + A)}{(D - B)}$$

²Emreamadelik

$$AV = \frac{D - (B + A)}{D}$$

D = Dönem zamanı (Saat, Gün, Ay, Yıl)

B = Bakım zamanı (Saat, Gün, Ay, Yıl)

A = Arıza zamanı (Saat, Gün, Ay, Yıl)

Tablo 2'deki verilerin elde edildiği farklı makineleri haiz santrallerin 2005 yılındaki gerçek değerleri Tablo 3'te görülmektedir

[1,3]. Farklılığın bazı opsiyonel işletme koşulları nedeniyle oluştuğunu belirtmek gerekir.

Tablo 3 1 Yıllık Karşılaştırmalı Veriler

	%100 Emreamadelik için üretim miktarı (kWh)	Garanti edilen emreamadelik için üretim miktarı (kWh)	Fiili üretim miktarı (kWh)	Fiili kapasite kullanımı (%)	Fiili emreamadelik (%)	Garanti edilen verim (%)	Fiili verim (%)
2xGT+BT	226.176.000	208.081.920	166.379.319	74%	90,1	41	36,7
2xGM	87.552.000	83.174.400	62.549.190	71%	88,4	40	36,3
2xGM+İSİ	87.552.000	83.174.400	66.379.725	76%	94,4	40	36,3

Tablolardan, buhar türbinli santrallerin yapıları gereği, %95 emreamadelikle çalışabildikleri, bu santrallerin plansız veya arıza duruşları % 2'den veya yılda bir haftadan daha az olduğu söylenebilecektir. Modern büyük kapasiteli (>500 MW kapasiteli) buhar türbinlerinin verimlerinin ise yaklaşık % 40-45 olduğu kabul edilecektir.

600 MW'lara ulaşana gaz türbini ve buhar türbininden oluşan kombine çevrim santrallerin çevrim verimliliğinin ise % 60'lara geldiği görülmektedir.

4. BİLGİSAYARLI BAKIM YÖNETİM SİSTEMİ

Sanayideki her sektörün vazgeçilmez bir parçası haline gelen bilgisayarlar, elektrik üretim santrallerinde (EÜS) üretim miktarı, güvenilirlik ve emreamadelik değerlerini doğrudan etkileyen bakımların yönetiminde de kullanılmaları ile EÜS'na olumlu yönden çok önemli katkılarda bulunmaktadır. Bazı örnekler alttaki şekildeki gibi özetlenebilir:

- Verimlilik parametreleri kapsamında, Performansın izlenmesi ve ölçülmesi,

- Verilerin analiz edilmesi,
- Bakımda kullanılacak malzemelerin ambar takibi, kritik miktarın altına düşenler için
 - Satınalma Bölümüne otomatik sipariş açılması,
 - Bakımı yapılacak ekipmanın bakım talimatlarının ilgili personele sağlanması,
 - Bakım maliyetlerinin oluşturulması,
 - Gerçekleştirilmiş bakımlar ile ilgili bir arşiv oluşturulması,
 - Sarf ve yedek malzemelerin kontrolü,
 - Süreklilik arz eden arızalar için kök sebep analizlerinin yapılması,
 - Hangi bakımda hangi iş güvenliği malzemelerinin kullanılacağını belirtilmesi,
 - Bakım raporunun oluşturulmasıdır.

Bilgisayarlı bakım yönetim sistemleri (BYS), işletmelerde planlanan bakım işlemlerinin bilgisayarlar vasıtasıyla planlanması, süreçlerinin yürütülmesi ve sonuçlarının takip edilmesini amaçlayan yazılımlardır [2].

Sistemle, sadece termik santrallerle sınırlı kalmamak üzere, santral ve ihtiyaç duyulan ekipman bazında performans izlemeye yönelik teknolojik altyapı kurulmakta ve ilk adım olarak kayıt kütüğü açılmaktadır.

BYS'nin EÜS'de uygulamaya konulması ile;

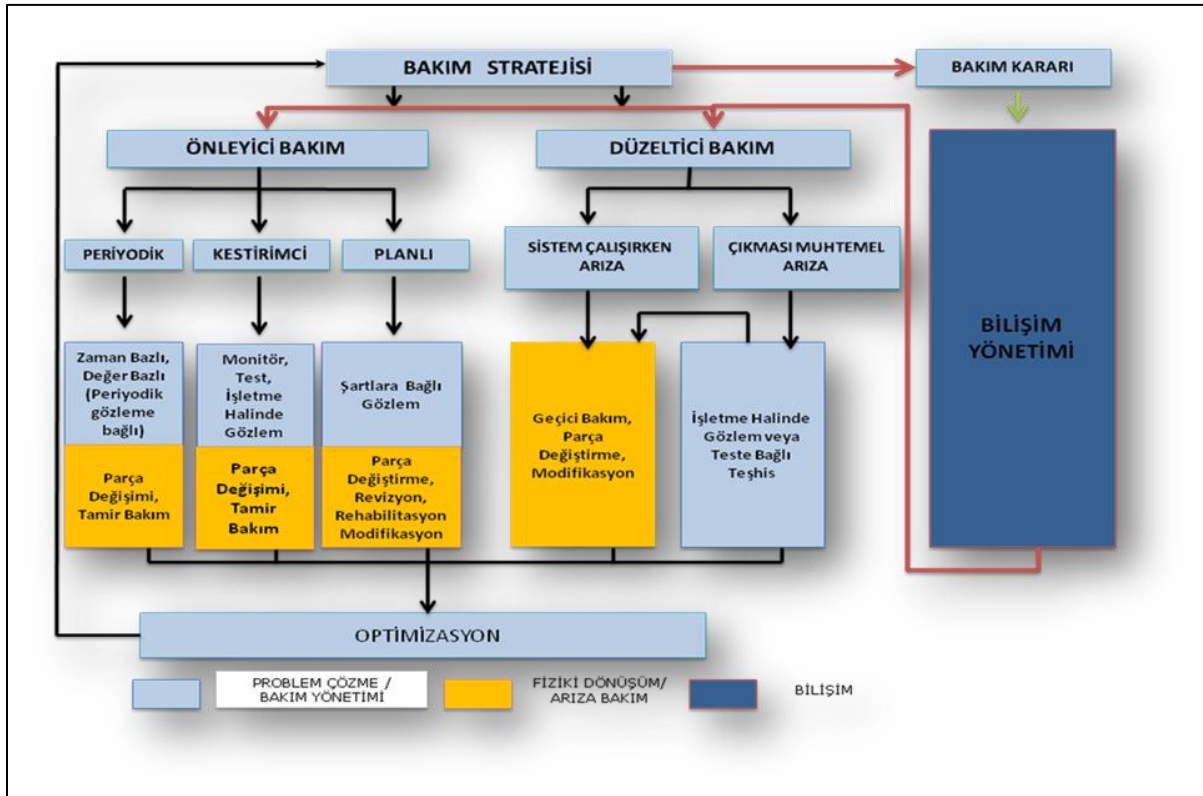
- Performans bazlı takip ve yönetimin yapılabilmesi,
- Tek merkezden bilgi depolama yapabilmesi ve paylaşım ağı ile haberleşmesi,
- Merkezi yönetim ve kontrol kabiliyeti,
- Web tabanlı yazılım kullanabilmesi,
- İnternet üzerinden yazılımı kullanım,
- Diğer sistemlere entegrasyon edilebilmesi,

- ERP paketleri, SCADA-sinyalizasyon, kiosk, vd. entegrasyonu,
- Etkili planlama uzmanı ve karar verme asistanı olarak kullanılma

imkanı sağlanmaktadır.

Ayrıca, lokal ve merkezi takip ve kontrol ile yönetme, denetleme ve raporlama yapabilme imkanı mevcuttur.

Santrallar Yönetimi tarafından uygulanan Bakım Stratejilerinin BBYS ile bağlantısı aşağıdaki Tablo 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Bakım Yazılım Karakteristiği

BYS'nin kullanılması sonucunda uluslararası kaynak ve istatistiklere göre;

- Önleyici bakım yapılması ile düzeltici bakımın %55 oranında azaldığı,
- Periyodik bakımın yapılması ile arıza bakımının %12-18 düştüğü,
- Koşullara dayanan bakım kapsamındaki ölçümlerin yapılması

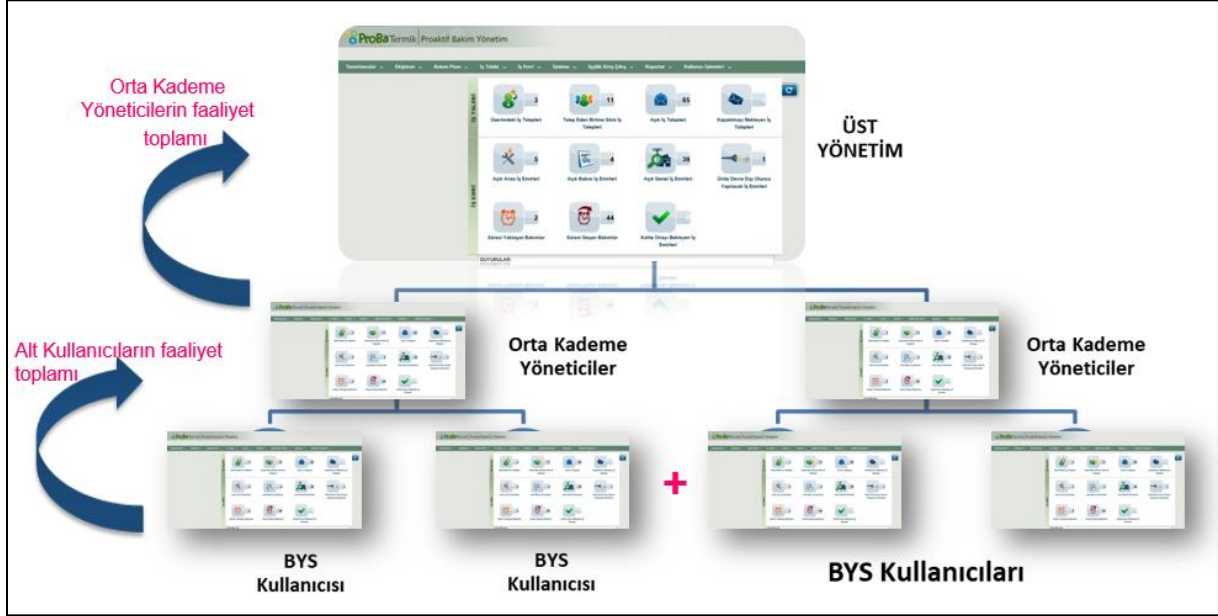
ile %8-12 oranında periyodik bakımda azalma sağlandığı,

- Bakım işçiliği performansında yıl içerisinde %20-40 arasında artış sağlandığı,
- Bakım işçiliği maliyetlerinde %15 azalma sağlandığı

belirtilmiştir.

EÜS’lerde sistemleri izleme modülü, bulut bilişimi altyapısı sayesinde “Merkezi İzleme & Değerlendirme Sistemine” sahiptir. Bakımları takip kolaylığı

bulunmakta ve BBYS’ye girme izni bulunan kişiler kendi faaliyetlerini Şekil 4a-b’de verilmiş olan ekranda görüldüğü gibi toplu olarak izleyebilmektedir.



Şekil 4a. Lokal ve Merkezi Hiyerarşik Takip



Şekil 4b. Lokal ve Merkezi Hiyerarşik Takip

5. BYS’NİN ELEKTRİK ÜRETİM SANTRALINA OLUMLU KATKILARI

5.1. İş emri

Bir diğer madde, işlerin kolaylaştırılmasına yönelik “iş emirleri”dir. Bakım ve tamir ihtiyacı olan ekipmanlar için şekil 5’teki gibi “iş emri” açılmakta, açılan iş emirlerinde talep edilen iş ile ilgili durumlar BBYS’nin iş emri sahifesinde, her kademe yönetici tarafından takip edilebilmektedir.

[Bakım] - Açık Genel İş Emirleri								
İş Emri No	Beklenen Bakım Tarihi	Talep Eden Kullanıcı	Ekipman No	Ekipman	Bakım Birimi	İş Emri Durumu	Açıklama	
2011051300023	13/05/2011	MUSTAFA ALIÇ			İnşaat Bakım Servisi	Personel Bekliyor	su alma ağız gözlemci odası ve pompa odasının duvarlarının boyanması	...
2011051800005	16/05/2011	REMZİ GÜRCÜ			İnşaat Bakım Servisi	Malzeme Bekliyor	yeni yapılan yağhane bölümünün zeminine ve yağ varilleri kanallarına ...	...
2011052700006	17/05/2011	HÜSEYİN YAZAR			Kazan Bakım Servisi	Açık	Akaryakıt istasyonunda, fuel-oil tanklarının çevresindeki duvarın iç v...	...
2011052500012	24/05/2011	REMZİ GÜRCÜ	01NU01D005	YENİ CURUF KIRICI [NU01D005]	Mekanik Atölye Servisi	Açık	TEKNİK RESME GÖRE YENİ CURUF KIRICI MİL İMALATI 2 ADET.	...
2011052500014	24/05/2011	REMZİ GÜRCÜ			Mekanik Atölye Servisi	Açık	TRANSPORT ARKA KAPAK SIKMA LAMASI 6 ADET 40*40*900, VE 10 ADET Ø150*30...	...
2011052500018	25/05/2011	YALÇIN YAŞAR			İnşaat Bakım Servisi	Malzeme Bekliyor	sasyal sitede bulunan çocuk parkındaki sundurma çabda bulunan hasarlı...	...
2011052500020	25/05/2011	YALÇIN YAŞAR			İnşaat Bakım Servisi	Malzeme Bekliyor	işletme müdürlüğü lojmanları 39/5 nolu dairenin 2 adet salon camı takı...	...
2011052600050	26/05/2011	YALÇIN YAŞAR			İnşaat Bakım Servisi	Personel Bekliyor	personel servisine ait 105cm x 75cm x 30cm ebatlarında evrak dolabı ya...	...
2011052700007	27/05/2011	YALÇIN YAŞAR			İnşaat Bakım Servisi	Malzeme Bekliyor	SİTE ÇEVRE GÜVENLİK DUVARININ HASARLANAN (DEVRIK OLAN) 80 METRELİK KIS...	...
2011060100001	01/06/2011	YALÇIN YAŞAR			Mekanik Atölye Servisi	Açık	şahı iş emridir. özgür çaylan tarafından ödenecektir. 35/4 nolu daired...	...
2011060100011	01/06/2011	MEHMET SÖNMEZ			İnşaat Bakım Servisi	Açık	Kül-curuf hatları vana istasyon yanındaki toprak kaymasının önlenmesi ...	...
2011060100012	01/06/2011	MEHMET SÖNMEZ			İnşaat Bakım Servisi	Açık	Kül-curuf hatları vana istasyon yanındaki toprak kaymasının önlenmesi ...	...
2011060100420	01/06/2011	YALÇIN YAŞAR			İnşaat Bakım Servisi	Personel Bekliyor	SİTEDE BULUNAN CAMİNİN ALTINDAKİ BOŞ DAİRENİN AHŞAP KAPI VE PENCERELE...	...

Şekil 5. İşemri Takibi

5.2. Bakım talimatları

Bakım işlerinden sorumlu yönetici bakım ekibini oluştururken BYS’ de “Bakım Talimatları” bölümündeki ilgili talimatlara giderek bakım için hazırlanmış talimatları göz önüne alarak, Şekil 6’da örneklenen görevlendirmeyi yapabilir.

Talimat Detay Listesi		Bakım Talimatları detayları - BAKIM				
Başlık	Adım No	İçerik				
TRANSFORMATÖR STANDARTLARI	1	Güç transformatörleri Bölüm 1: Genel - Güç transformatörleri Bölüm 2: Sıcaklık artışı - Güç transformatörleri Bölüm 3: Yalıtım seviyeleri, dielektrik testleri ve hava ile soğutma - Güç transformatörleri Bölüm 4: Kılavuzu Yıldırım darbe ve şalterleme darbe test - Güç trafolar ve reaktörler - Güç transformatörleri Bölüm 5: Kısa devre dayanıklılık - Yağlı trafolar için yüklenme kılavuzu - Güç transformatörleri Bölüm 8: Uygulama kılavuzu - Kademe değiştiriciler Bölüm 1: Performans gerekleri ve deney yöntemleri - Trafo ve kesiciler için yağlar, yalıtım, elektro teknik uygulamalar, atıklar - Yağlı transformatörleri için yüklenme rehberi - Trafo içindeki kılavuz gazların ve serbest çözünmüş gazların analizi - Yüksek Alttında kademe değiştiricileri - 1000 Volt ve üstü gerilim seviyesi buşing ızalasyonu - Arıza sonucunda yağda yalıtım test yöntemi				
	2	TS Standardı: Güç transformatörleri				
BAKIM	3	Trafonun giriş çıkış ve topraklama bağlantılarının temizlenmesi ve sıkılması				
	4	Topraklama irtibatları yayılma direnci ölçülür.				
	5	Koruma rölelerinin çalışıp çalışmadığının kontrol edilmesi				
	6	Primer ve sekonder sargıların yalıtım direncinin ölçülmesi				
KADEME DEĞİŞTİRİCİ BAKIMI	7	Her 3 yılda bir kademe yağının test etmek ve gerekirse değiştirmek.				
ELEKTRİKSEL TEST	8	Trafo Sargı D.C Direnç ölçümü.				
Talimat Malzeme Listesi		Bakım Talimatları detayları - MALZEME				
	Malzeme Adı	Malzeme Türü				
☐	BUŞING-ORTA GERİLİ/ALÇAK GERİLİM	Yedek Parça				
☐	BUŞING-ORTA GERİLİ/ALÇAK GERİLİM CONTALARI	Sarf Malzeme				
☐	CİVATA, SOMUN	Sarf Malzeme				
☐	ÇEŞİTLİ NORMAL VE YAYLI RÖNCE					
☐	HAVU HORTUMU					
☐	İLGİLİ BUŞING BAĞLANTI KLEMEN					
☐	KAPUT BEZİ	UZMAN	1	1.920	1.920 Dakika	
☐	SİLİĞAĞEL	TEKNİSYEN	2	1.920	3.840 Dakika	
☐	TEMİZLİK MALZEMESİ	TOPLAM			5760	
☐	TRAFO YAĞI					
☐	ZİMPARA					
Talimat İşçilik Listesi		Bakım Talimatları detayları - İŞÇİLİK				
	Yetenek	İşçi Adedi	Süre	Toplam Süre	Ölçü Birimi	
☐	UZMAN	1	1.920	1.920 Dakika		
☐	TEKNİSYEN	2	1.920	3.840 Dakika		
☐	TOPLAM			5760		
Talimat Araç, Gereç Listesi		Bakım Talimatları detayları - ARAÇ ve GEREÇ				
	Araç Gereç Grubu	Araç Gereç				
☐	Bakım Araç Gereçleri	AVOMETRE (MULTİMETRE)				
☐	Bakım Araç Gereçleri	AYDINLATMA SEYYAR LAMBA, ARA KABLOSU				
☐	Bakım Araç Gereçleri	İZOLASYON TEST ÇİHAZI 5000V				
☐	Bakım Araç Gereçleri	TAKIM ÇANTASI, EL ALETLERİ DAHİL (AVADANLIK)				

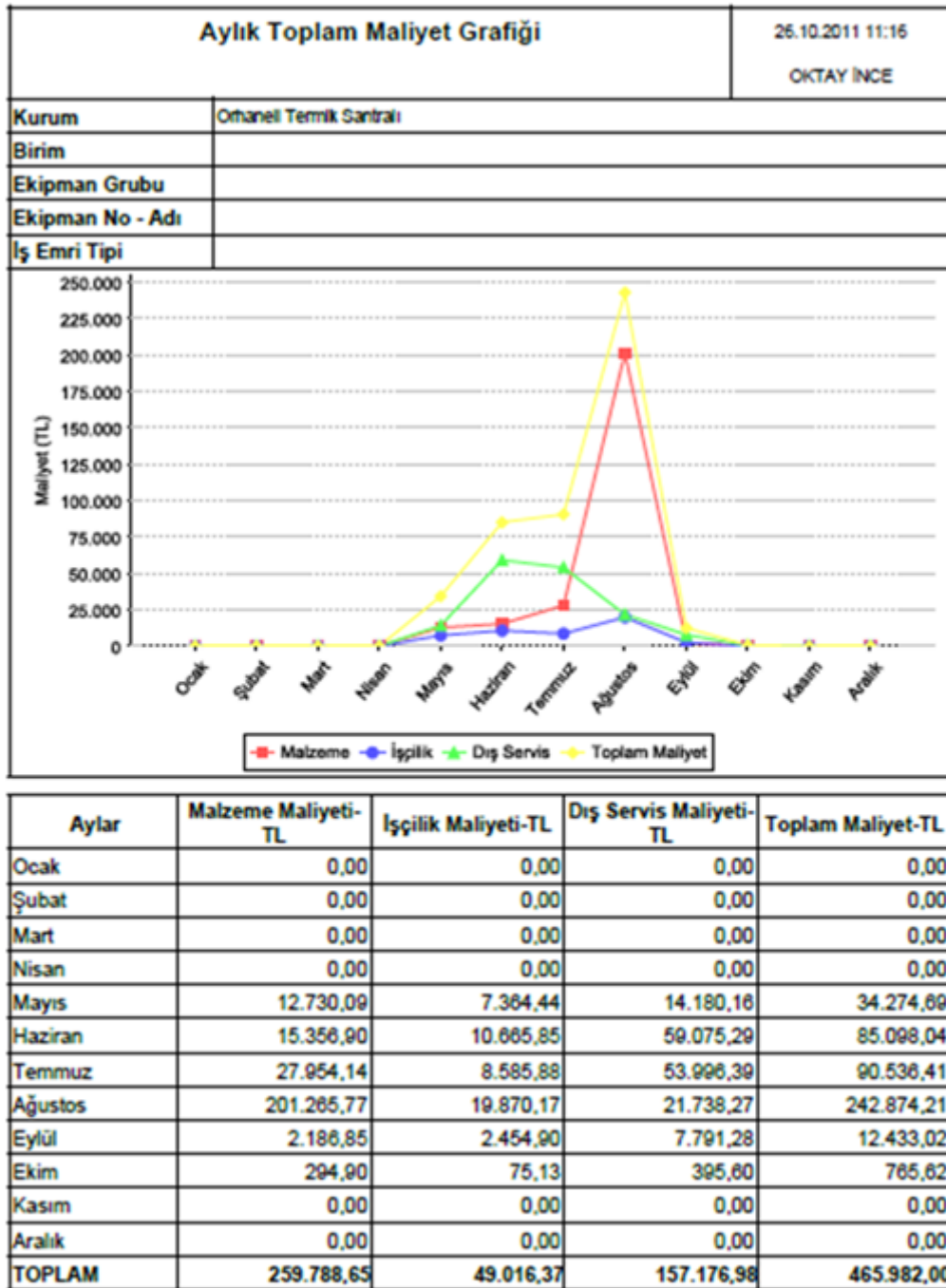
Şekil 6. Ayrıntılı Bakım Talimatları

5.3. Malzeme ve işçilik maliyetleri

BBYS tarafından oluşturulan raporlarda;

- Malzeme
- İşçilik,
- Dış Servis

harcamalarından oluşan toplam maliyet tablo ve grafiği Şekil 7’de görülebileceği format ve özelliklerde oluşturulabilmektedir.



Şekil 7. Maliyet İncelemesi

5.4. En çok oluşan arızaların takibi

Şekil 8a-b-c, BBYS' deki veritabanına alınmış, istendiğinde geriye dönük analiz edilerek, gelecek senaryoların uygulanabileceği ve çeşitli istatistiksel analizlerin yapılabileceği bazı örnekleri göstermektedir.

- 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

bilgilerine ulaşılır.

Arıza Kodu ve Sayıları Raporu			26.10.2011 11:41	
2011			OKTAY İNCE	
Kurum		Orhaneli Termik Santrali		
Birim				
Ekipman Grubu				
Ekipman No - Adı				
Arıza Kodu	Tanımı	Arıza Sayısı	Duruş Saati	Duruş Saati Yüzdesi
145	Yanma ayar düzeni, kumanda ve tahrik tertibatı da dahil olma...	2	133,50	14,15 %
900	ENERJİ ÜRETİMİ İLE DİREKT OLARAK BAĞLANTILI OLMAYAN	2	191,43	20,29 %
821	Ham su yumuşatma ve demineralizasyon tesisi	2	444,60	47,13 %
230	BESLEME SUYU POMPA TESİSATI (giriş ve çıkış ventilleri -224-...	1	22,87	2,42 %
200	KAZAN YARDIMCILARI (CEBRİ ÇEKME)	1	0,00	0,00 %
790	DİĞERLERİ	1	0,00	0,00 %
420	KONDENSAT POMPASI	1	0,00	0,00 %
812	Katı yakıt alma noktasından (811) kazan bunkerine (251) kada...	1	43,13	4,57 %
820	ORTAK SU ALMA VE HAZIRLAMA TESİSATI (850 hariç)	1	65,10	6,90 %
233	Besleme suyu pompası tahrik düzeni: Elektromotor	1	5,28	0,56 %
419	Diğerleri	1	5,72	0,61 %
100	BUHAR KAZANI (yardımcılar hariç)	1	0,00	0,00 %
000	BLOK (Yardımcıları ile birlikte komple ünite)	1	0,00	0,00 %
814	Sıvı yakıtların boşaltma ya da alma yerinden (yedek tank, po...	1	31,63	3,35 %
135	Tuğla örgüsü dahil sıcak gaz kanalı ve hava, çürük gaz toz k...	1	0,00	0,00 %
Toplam		18	943,26	100,00 %

Şekil 8a. İstatistiki İnceleme

Ekipman Arıza Raporu						
Orhaneli Termik Santrali						
04.06.2011 17:27						
OKTAY İNCE						
Ekipman No	01AT10	Ekipman Adı	START-UP TRAFOSU			
Sıra No	Arıza Tanımı	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Talep Eden Personel	İş Emri No	Bakım Birimi
1	090 - DİĞERLERİ	10/05/2011 17:24		MEHMET ÖZÇAKAL	2011051100080	Mekanik Atölye Servisi
2	090 - DİĞERLERİ	10/05/2011 17:03		MEHMET ÖZÇAKAL	2011051300006	Ölçü Kontrol Servisi
Ekipman Arıza Sayısı 2						
Ekipman No	01CT01	Ekipman Adı	6,3 KV/0,4 KV TRAFÖ A AKSI [1BU01]			
Sıra No	Arıza Tanımı	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Talep Eden Personel	İş Emri No	Bakım Birimi
3	719 - Diğerleri	10/05/2011 22:17	12/05/2011 15:33	MEHMET ÖZÇAKAL	2011051100081	Elektrik Bakım Servisi
Ekipman Arıza Sayısı 1						
Ekipman No	01CT06	Ekipman Adı	6,3 KV/0,4 KV TRAFÖ SU TAŞIYEHANE [01BU13]			
Sıra No	Arıza Tanımı	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Talep Eden Personel	İş Emri No	Bakım Birimi
4	822 - Ham su berraklaştırma tesisatı (taraklar,	11/05/2011 08:30		ARIF YUSUF TAHTALI	2011051100086	Türbin Bakım Servisi
Ekipman Arıza Sayısı 1						
Ekipman No	01CT62	Ekipman Adı	ÇÖRELER İÇME SUYU TRAFÖ			
Sıra No	Arıza Tanımı	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Talep Eden Personel	İş Emri No	Bakım Birimi
5	233 - Besleme suyu pompası tahrik düzeni:	11/05/2011 12:53	11/05/2011 17:06	YUSUF GÜLEÇ	2011051100086	Elektrik Bakım Servisi
6	233 - Besleme suyu pompası tahrik düzeni:	11/05/2011 13:43	17/05/2011 14:30	YUSUF GÜLEÇ	2011051700001	Türbin Bakım Servisi
7	233 - Besleme suyu pompası tahrik düzeni:	11/05/2011 13:43	17/05/2011 10:40	YUSUF GÜLEÇ	2011051100084	Elektrik Bakım Servisi
8	900 - ENERJİ ÜRETİMİ İLE DİREKT OLARAK	30/05/2011 07:40	01/06/2011 16:04	MUSA YENİLMEZ	2011060100006	Türbin Bakım Servisi
9	900 - ENERJİ ÜRETİMİ İLE DİREKT OLARAK	30/05/2011 07:40	01/06/2011 11:54	MUSA YENİLMEZ	2011060100005	Türbin Bakım Servisi
Ekipman Arıza Sayısı 5						

Şekil 8b. İstatistiki İnceleme

[Bakım] - En Çok Analizleri		
Kurum / İşletme	Orhaneli 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
812	Katı yakot alma noktasından (811) kazan bunkerine (251) kada...	28
900	ENERJİ ÜRETİMİ İLE DİREKT OLARAK BAĞLANTILI OLMAYAN TESİSLER...	27
811	812 hariç olmak üzere santrale katı yakot (kömür vb.) alma n...	10
822	Ham su berraklaştırma tesisatı (taraklar, süzgeçler, çökeltm...	8
149	Diğerleri	6
865	Curuf için ortak iletim (curuf atma) tesisatı	6
290	DİĞERLERİ	6
810	ORTAK YAKIT ALMA TESİSATI	6
821	Ham su yumuşatma ve demineralizasyon tesisatı	4
890	DİĞERLERİ	4
000	BLOK (Yardımları ile birlikte komple ünite)	4
139	Diğerleri	4
813	Katı yakotların ortak depolanma yeri (kömür parkı vb.) ile k...	3
868	Kül ve curuf için ortak iletim (kül curuf atma) tesisatı	3
180	İŞLETME SIRASINDA KIZGIN YÜZEYLERİ TEMİZLEME DONANIMI	3
135	Tuğla örgüsü dahil sıcak gaz kanalı ve hava, çürük gaz toz k...	3
750	KONDENSAT HAZIRLAMA TESİSATI (820 ile karıştırılmamalıdır)	3
829	Diğerleri	3
130	ÖĞÜTME TESİSATI	2
431	Komple yüksek basınç ön ısıtıcıları	2
800	BLOKTAN BAĞIMSIZ TESİSLER (Enerji üretimi ile direk bağlantı...	2
690	DİĞERLERİ	2
200	KAZAN YARDIMCILARI (CEBRİ ÇEKME)	2
269	Diğerleri	2
100	BUHAR KAZANI (yardımlar hariç)	2

Şekil 8c. İstatistiki İnceleme

5.5 BBYS uygulaması ile;

- Santrallerin işletme ve bakımlarının sistematik ve metodik bir şekilde yapılması ile emreamadelik oranının

yükseldiği, işletme verileri ile ispatlanmaktadır. EÜS'nın performansında iyileşme sağlanmakta, kapasite kullanım oranı artmakta, kayıplar azalmakta böylelikle, üretim,

kalite ve güven indeksinde olumluluk sağlanabilmektedir.

- Santral işletmeleri, bakım ve işletmecilik verilerini ve performansını sürekli olarak izleyen ve iyileştiren bir yapıya kavuşmaktadır.
- BBYS'nin kurulumu ve işletilmesi neticesinde EÜS'de;
 - Plansız Duruşlarda % 20
 - Malzeme Giderlerinde % 20
 - Stoklarda % 18 azalma hedefleri gerçekleştirilebileceği görülmektedir.

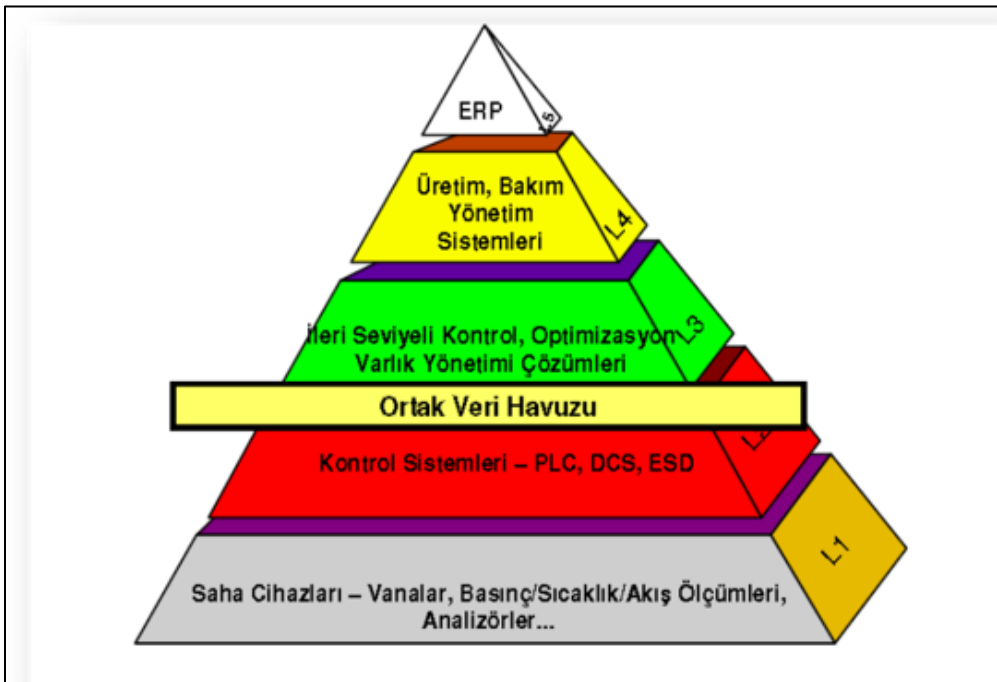
6. BBYS SİNYALİZASYON YAPISI

BBYS'de saha cihazlarından ve saha kontrol sistemlerinden toplanan veri sinyalleri ortak bir havuzda toplanır ve ileri seviyeli kontrol ve optimizasyon sisteminden geçirilerek BBYS software'ne aktarılır. Optimize edilen saha veriler gerekiyorsa SAP yada ERP gibi yazılımlara aktarılmaktadır.

Sahadan toplanacak verilere, Şekil 9'da görüldüğü üzere “Koşullara Dayanan Bakım” ekranının altında yer alan “Cihaz Numarası” ve “Kanal Numarası” kullanılarak ulaşılabilir.

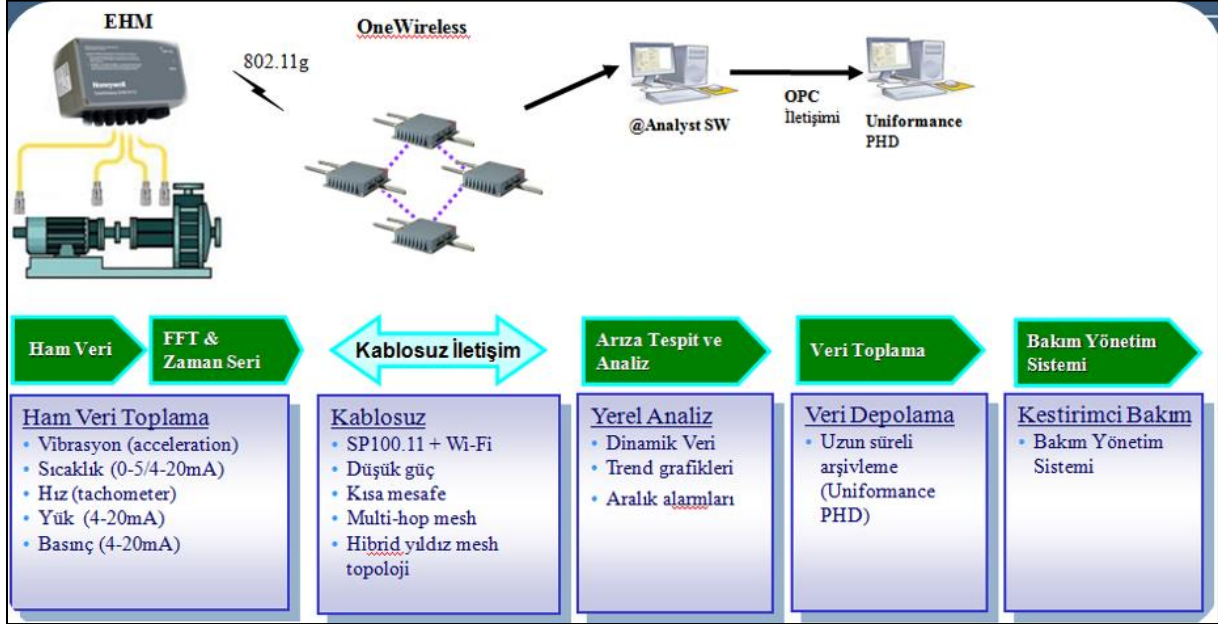
Şekil 9. Senkronizasyon

Sinyal akış yapısını gösteren piramit çizim Şekil 10'da gösterilmektedir.



Şekil 10. Sinyalizasyon

Ekipman izleme sistemi (equipment monitoring) üzerinden gelecek veriler ya mevcut bir SCADA sistemine veya bu amaçla kurulacak yeni bir sisteme entegre edilerek veri akışı, Şekil 11a-b-c’de görüleceği şekilde gerçekleştirilmektedir.



Şekil 11a. Ekipman İzleme Haberleşme Protokolleri

[Bakım] - Bakım Planı

Kurum / İşletme: T - 1. Bölge Seyitömer Termik Santrali İşl. Hd.

Bakım Birimi: Ölü Kontrol Servisi

Bakım Planı No: SEYKB001

Ekipman Grubu: 01NR91B105

Ekipman: 1 NOLU CEBRİ ÇEKME FANİ

Bakım Türü: Kestirimci Bakım Ölçüm

Tanımı: 1 NOLU CEBRİ ÇEKME FANİ Kestirimci Bakım Ölçüm

Tahmini Bakım Süresi: SA

Tahmini Duruş Süresi: SA

Bakım Esnasında Ekipmanın Çalışma Durumu: -----

Açıklama: -----

BAKIM PLANI

☒ Zaman Bazlı Plan

☒ Düzenli mi?

Frekans/Periyot: Hx1 - HAFTADA BİR

Hesapla

Bakım Tarihleri: -----

Başlangıç Tarihi: 01/01/2010

Bitiş Tarihi: 31/12/2010

Son Gerçekleşen Bakım Tarihi: 01/01/2010

Uyarı Verilsin mi? ☒

3 gün önceden uyar

Yeni Kayıt Güncelle Sil Kopyala Onayla İptal Et Bakım Planı Listesi

Talimatlar Araç Gereçler Malzeme İşçilik Dış Servis Kestirimci Bakım

Şekil 11b. Ekipman İzleme Haberleşme Protokolleri

[Bakım] - Ekipman Ölçüm Listesi

Kurum / İşletme: T - 1. Bölge Seyitömer Termik Santrali İşl. Md. ▼

Ekipman Grubu:

Ekipman No:

Ölçüm Tarih Aralığı: 22/12/2010 - 22/12/2010

Ölçüm Yapan Kullanıcı:

Kestirimci Bakım Parametresi:

Temizle Lister

Ekipman Ölçüm Listesi

Ekipman No	Tanımı	Kestirimci Bakım Parametresi	Ölçüm Tarihi	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapan Kullanıcı	Ölçüm Değeri	Ölçü Birimi	Alt Alarm Değeri	Üst Alarm Değeri	
04NR91D001	1 NOLU CEBRİ ÇEKME FAN MOTORU	Vibrasyon Kontrolü	22/12/2010	15:14	Sistem Yöneticisi	20	mikron	5	10	
04NR91D001	1 NOLU CEBRİ ÇEKME FAN MOTORU	Vibrasyon Kontrolü	22/12/2010	15:14	Sistem Yöneticisi	20	mikron	5	10	

Text Excel XML HTML Pdf Rtf

25

Şekil 11c. Ekipman İzleme Haberleşme Protokolleri

7. SONUÇ

Bakım yönetiminde amaç, çok fazla değil, etkili ve gerekli bakım yapmak olmalıdır. Artan bakım maliyetleri, bakımların hiç yaptırılmamasına yol açmaktadır. Yedek parçalar belirlenirken, sadece arıza durumlarını gidermek amaçlı değil, aynı zamanda bakım sürelerini ve işçiliğini de düşürecek şekilde düşünülmeli ve kullanılmalıdır.

Bakım yöntemlerinin geliştirilmesi, işletme bilgi ve tecrübelerinin paylaşılması, kayıt altına alınması, ölçme ve kontrol sistemlerinin sağlanması ile işletmedeki ekonomik bakım ve üretiminin sağlanması ve bir yönetim sistemi yapısı ile mümkün olacaktır.

Burada etkili bakım takibi amacıyla geliştirilmiş yerli ve milli bakım yönetim sistemi kazanımları kısmen verilmeye çalışılmıştır. Kapsamın özelleştirilebilen ve genişletilebilen bir yapıyı haiz olması, sadece enerji kaynaklarında değil, enerji

makinelerinde de dışa bağımlılığımızı azaltacak ve sistem ve ekipmanlardan sağlanacak faydayı maksimize edecektir.

KAYNAKLAR

1. Camış Elektrik Üretim A.Ş. Topkapı EÜ-Çayırova Kojenerasyon – Trakya Kombine Çevrim Elektrik Santrali İşletme Verileri
2. Gelişim Park, Bakım Yönetim Sistemi Yazılımı, <http://gelisimpark.com.tr/en/>, son ziyaret tarihi 16.06.2019.
3. Levent Kılıç, Mustafa Özcan, Argun Çizmeci, İşletme Deneyimi ve Verilerine Göre Optimum Kojenerasyon Santrali Seçimi, III. Elektrik Tesisat Ulusal Kongre ve Sergisi, 2013.