

DİZEL JENERATÖRLERDE SCADA UYGULAMALARI

Mustafa Yasin KARATAŞ
İstanbul Aydın Üniversitesi
mustafayasinkaratas@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0504-4814>

Dr. Öğr. Üyesi Reşit ERÇETİN
İstanbul Aydın Üniversitesi
resitercetin@aydin.edu.tr

ÖZ

Elektriğin günümüzdeki önemi aşikârken olası şebeke enerjisi kesintilerinde yaşanabilecek zaman, iş ve dolayısıyla kazanç kaybını engellemek için UPS ve dizel jeneratör gibi yedek güç sistemlerinin kullanılması da kaçınılmazdır. Lakin elektrik arızalarında olduğu gibi bu cihazlarda da zaman zaman aksamalar meydana gelebilir. Bu makinelerin SCADA ile irtibatlandırılarak sürekli uzaktan kontrol altında tutularak arızaların önlenmesi veya minimum zayıyla giderilmesi mümkün ve verimli bir yöntemdir.

Anahtar Kelimeler: *Elektrik, Elektrik Kesintisi, Dizel Jeneratör, Jeneratör Grubu, SCADA, Verimlilik*

SCADA APPLICATIONS ON DIESEL GENSETS

ABSTRACT

The importance of electricity being very obvious today, using backup power systems, such as UPS or diesel generators in order to prevent loss of time, labor and profit in possible power network outages is indispensable. However, it is also possible for these machines to fail from time to time as networks do as well. It is a very efficient and possible way to prevent these failures beforehand and/or fix with minimum damage on time, labor and profit by connecting them with SCADA systems and keeping them under constant remote control.

Keywords: *Electricity, Power Outage, Diesel Generator, Genset, SCADA, Efficiency*

GİRİŞ

SCADA yazılımları bir işletmenin tüm sistemsel alt yapısı birbiri ile irtibatlanarak sistemin uyum içerisinde çalışmasına olanak sağlamakta olup çalışan bütün personel SCADA ile işletmedeki bütün reel zamanlı ve ayrıntılı bilgiye diledikleri zaman erişebilme imkânı yaratılmaktadır. SCADA sisteminin jeneratör setleri üzerinde kullanmak elektrik enerjisinin en tasarruflu ve en verimli şekilde üretilmesi, aynı zamanda iş güvenliği risklerini ve olası kayıpları minimize etmesi açısından birçok avantaj yaratmaktadır. SCADA sistemi sürekli takip edilebilir ve izlenebilir olması meydana çıkabilecek aksaklıkları en aza indirmektedir. Sistemde anlık ve geçmişe ait verilere ulaşılabilmesi ve rapor halinde sunabilmesi ise değerlendirme açısından da çok büyük önem kazandırmaktadır.

JENERATÖRLER

Jeneratörler basit tarifi ile mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirebilen makinelerdir. Burada bahsi geçen mekanik enerji buhar türbinleri, su türbinleri, içten yanmalı motorlar hatta bir el manivelası yoluyla üretilebilmekte veya elde edilebilmektedir. Jeneratörler elektromanyetik indüksiyon prensibi ile çalışır. Elektrik üretici olarak kullanılan bu jeneratörlere ait elektromanyetik indüksiyon çalışma prensibi ise Faraday kanunu ile açıklanmaktadır. Günlük hayatımızda çok çeşitli tipleri ile karşılaştığımız jeneratörlerin tümünün yapısı hemen hemen hepsi birbirine benzemektedir. Bu benzerlik en kolay biçimde anlatılırsa, bir takım dış etkenler ile manyetik bir alanda döndürülen bir tel halkanın bu manyetik alan belirli bir hız ile dönmesi prensibine göre çalışan makinalardır. Jeneratörler içerisinde oluşan enerji, akım tipine göre AC ve DC jeneratörler olarak ikiye ayrılmaktadırlar[1].

DC Jeneratör

Faraday kanununa göre bir akım oluşması için sabit manyetik alan içerisinde dönen bir bobine ihtiyaç vardır. Eğer bunun tersini yaparsak, yani bobini sabit tutup, manyetik alanı döndürürsek de yine bir gerilim elde edebiliriz. Jeneratörlerin çoğu bu mantıkla çalışmaktadır. Jeneratörün mekanik parçaları rotor ve stator, elektriksel parçaları ise indüktör ve endüvidir.

Jeneratörler iki mekanik parçadan oluşur. Dönen kısım rotor, sabit kısım ise statordur. Manyetik alanın oluşturulduğu kısım indüktör, gerilimin oluşturulduğu kısım da endüvidir.

DC jeneratörlerin endüvisi rotor, indüktörü ise statordur. Bir komütatör aracılığıyla AC sinyal DC olarak düzenlenir ve çıkış sağlanır. DC jeneratörlerde sabit mıknatısın düşük gerilim üretmesi sebebiyle bunun yerine elektromıknatıslar vardır[1].

AC Jeneratör

Düşük kapasiteli jeneratörlerde endüvi döner tip ile karşılaşırız, daha güçlü jeneratörlerde endüvi sabittir. Alternatörlerde harici bir güç kaynağı ile manyetik alan oluşturulur. Bunlarda rotora bir dc kaynak ile akım verilir ve manyetik alan bu şekilde oluşur. İlk hareket gerçekleşikten sonra bu manyetik alanda statorda ac gerilimi yaratır. Bu manyetik alan rotorda sadece mıknatıslar kullanılarak da oluşturulabilir. Asenkron jeneratör ya da indüksiyon jeneratörlerinde manyetik alan indüksiyon yöntemi kullanılarak oluşturulur ve diğer jeneratör tiplerinden farklı olarak sabit hız ve frekansta bir gerilim elde edilmez. Genelde değişken hızlı motorlarda tercih edilir[1].

Jeneratör Setleri

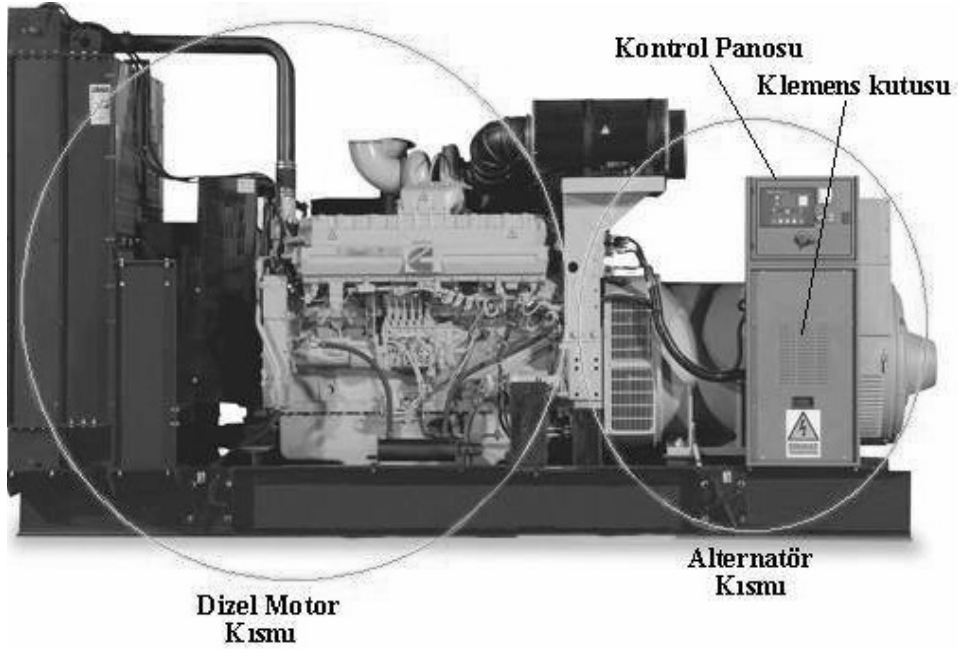
Jeneratör setleri şebeke enerjisine alternatif olarak yedek güç kaynağı amacıyla tüm dünyada kullanılmaktadır. Hatta enerjinin ulaştırılmasının ciddi maliyet yaratacağı yerler, coğrafi zorluğu olan bölgeler ve kritik önem taşıyan özel yerlerde de ana enerji kaynağı olarak tercih edilmektedir[2].

Dizel Jeneratör Setleri

Alternatör; dairesel mekanik enerjisini bir şaft aracılığıyla elektrik enerjisine çeviren dairesel elektrik makinesidir. Alternatörün dizel yakıtlı içten yanmalı bir motor ile akuplajlı olmasına dizel jeneratör seti denmektedir. Dizel motorlar tahrik kaynağı olarak kullanılır ve akaryakıt olarak motorinle çalışır. Dizel jeneratörün sigorta, kontaktör, şalter gibi üretilen enerjinin sevkiyatı kontrol edecek parçaları bulunduğu gibi jeneratörün önemli parametrelerini ölçen ve izleyen bir kontrol ünitesi de mevcuttur. Şekil 1.1’de örnek dizel jeneratör seti görülmektedir[2].

Kullanım Amacı

Jeneratör gruplarının temel kullanım amacı yedek güç kaynağı olarak kullanılmasıdır. Olası enerji kesintileri senaryolarında önem içeren hastaneler, askeri bölgeler ve stratejik açıdan önemli bölgelerde yedek güç kaynağının da yedeği şeklinde çoklu kullanım sağlanarak senkronizasyon sistemlerde kullanılmaktadır.



Şekil 1.1: Dizel jeneratör seti

SCADA

SCADA teriminin açılımı İngilizce “Supervisory Control And Data Acquisition”dır, “Denetleme Kontrol ve Veri Toplama” anlamına gelir. Çok sayıda bileşenden oluşan sistemlerin takibi, denetimi, uzaktan veya manuel kontrol ve optimizasyonu için kullanılan basit veya karmaşık tüm sistemlere verilen ortak isimdir[3].

1960’larda Bonneville Power Administration tarafından ortaya atılan “Supervisory Control and Data Acquisition” terimi ilk olarak 1973’te yayınlanan PICA (Power Industry Computer Applications) konferansında gerçek anlamda kullanılmıştır [4].

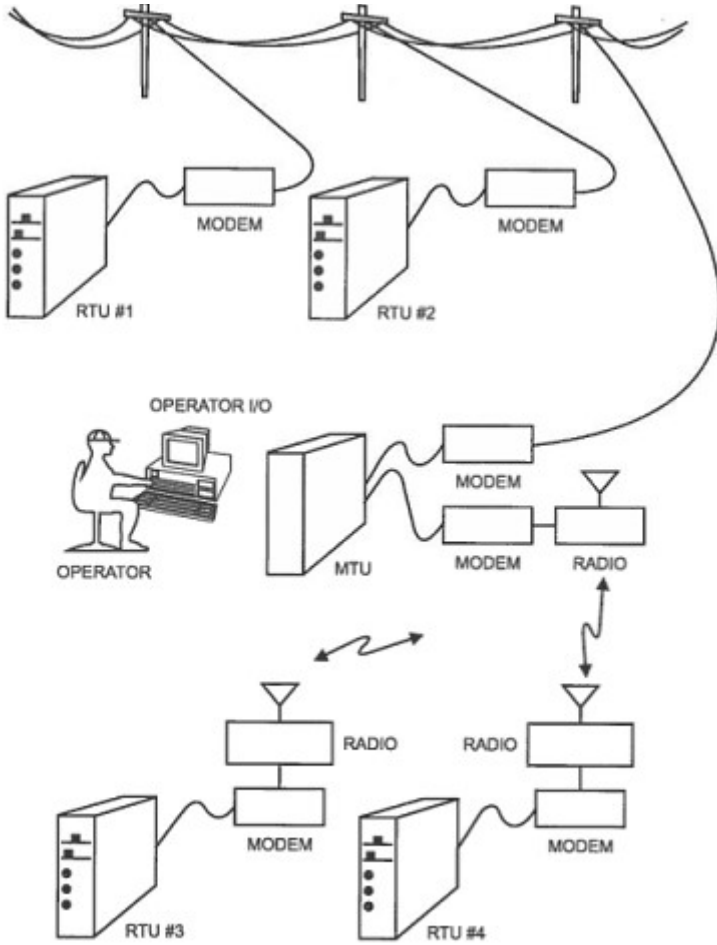
Elektronik, elektromekanik ve mekanik cihazların belli arabirimlerle birbirlerine bağlı olarak işlediği sistemler olan SCADA'lar; operatörlere merkezi bir kontrol noktasından takibi yapılan sistemin en uç noktasına kadar kontrol, takip ve izleme imkânı sağlar. Örneğin; sistemde bulunan vanaların, valflerin, anahtarların uzaktan açılıp kapanması, oluşabilecek arızaları öngörüp önleyebilmek için herhangi bir noktadaki ısı, nem, frekans, ağırlık gibi birçok ölçüm bilgisinin takibi ve oluşmuş arızaları görüntüleme imkânı sağlamaktadır. Güvenilir, emniyetli ve ekonomiktir.

SCADA Uygulama Alanları

SCADA sistemlerinin geniş bir kullanım alanına sahip olması sebebiyle günümüzde akıllı ev teknolojilerinde dahi kullanılmakta olup başlıca kullanım alanları kimya, petrokimya endüstrisi gibi karmaşık sistemlerin bulunduğu tesis ve fabrikalar, otomotiv sektörü gibi otomasyon sistemleri kullanan işletmeler, şehirlerin metro, tünel gibi yerlerinde bulunan havalandırma, aydınlatma gibi altyapı sistemleridir.

SCADA İşlevleri

SCADA sistemleri izleme, kontrol, veri analizi ile beraber raporlama ve kayıt yapabilmektedir. Bunun için sistemin bir veri tabanına bağlı olması gerekir. Bu işlevlerin gerçekleşebilmesi için sistemdeki girdi ve çıktı bilgilerinin bir veri tabanında tanımlanması gerekir. Bu bilgiler sistemde bulunan yazılım sayesinde bir takım alarm ve sınırlamalar ile değişkenlerin kontrolü ve izlemesi sağlanmaktadır. Bu kontrol sayesinde örneğin bir proseste katkı madde miktarını görülmesi ile prostedeki ürünün kalitesi hakkında bilgi alabilir veya üretilen malzeme miktarı ile üretim verimliliği hakkında da bilgi sahibi olunabilmektedir. Bütün bunlarla beraber olarak üretim hattındaki bir makine veya motor durumu hakkında bilgide sağlanarak bakım-onarım amaçlı bilgilerde edinilebilmektedir. SCADA sisteminin kuruluşu amacı ile sistemde nelerin takibi ve kontrolü sağlanmak istenmişse an ve an istenilen talebin kontrolü durumu izlenebilmektedir. Tüm prosese ait bütün istatistikleri görülebilmesi ile mevcut sistemde iyileştirme yapmaya da olanak sağlamaktadır[5].



Şekil 1.2: SCADA organizasyon şeması

SCADA Yapısı ve Temel Elemanları

SCADA sisteminin yapısını oluşturan üç ana birimden ilki uzaktan kontrol birimidir. Veri toplama ve uç kontrol işlevleri vardır. İkincisi bir iletişim sistemidir. Merkez ile uç birimlerin iletişimde olabilmesi için gereklidir. Üçüncüsü kontrol merkez sistemidir (MTU). Görevi tüm uç noktaların verilerinin toplandığı bir bilgisayar ile kontrolü sağlamak, izlemek ve yönetmektir.

SCADA sisteminde bilgi (veri) toplama üniteleri, sensörler ve algılayıcılar, yazılım, merkezi kontrol odası, kontrol panoları, SCADA sistem terminalleri, monitörler, yazıcılar, kesintisiz güç kaynakları gibi diğer birim elemanları da bulunmaktadır[5][6].

Ana Terminal Birimi (MTU)

Tüm SCADA sisteminin gerçek zamanlı olarak izlenebildiği, kontrol ve denetiminin yapıldığı birim ana terminal birimidir. MTU'lar RTU'lardan gelen bilgileri toplar, bu verileri yazılım ile işler, ve RTU'lara yeni bilgi ve komutları geri gönderir; alarm durumları, operatörü uyararak, her detayı kayıt altına almak gibi görevleri vardır[5][7].

Uzak Terminal Birimleri (RTU)

RTU (Remote Terminal Unit), fiziksel saha ekipmanları ile SCADA sistemi arasında iletişimi sağlayan, uç birimlerden gelen sinyal ve bilgileri merkez kontrol sistemine ve merkez kontrol sisteminden gelen komutları da bu birimlere ileten elektronik cihazdır. Ana terminal biriminden (MTU) gelen komutları bağlı olduğu cihaza aktarır. Uzak mesafelerdeki RTU'lar merkez ile iletişim kurabilmek için kablosuz haberleşme sistemleri kullanır. RTU'lar aynı zamanda denetleme yapar, ölçüm değerlerini kontrol eder ve merkeze bildirim yaparlar[5][8].

İletişim Ağları ve Protokolleri

Bir noktadan diğerine, tek yönde veya karşılıklı olarak bilgi transferine iletişim denir. SCADA sistemleri için iletişim donanımdan sonraki en önemli işlemdir. Sistemin birbiriyle haberleşebilmesi hayatidir. SCADA sisteminde araçlar ve cihazların iletişimi için kablolu veya kablosuz arabirimler kullanılmaktadır. Dünyada da pekçok proses ve projede standart arabirimler olan RS-232 ve RS-485 SCADA sistemlerinde de kullanılmaktadır[5][9].

Veri Toplama Üniteleri

SCADA sisteminin diğer önemli parçalarını kontrolünü ve denetimini gerçekleştiren birimleridir. Programlanabilir Lojik Denetleyiciler, kısaca PLC (Programmable Logic Controller) programlanabilir mantıksal denetleyici anlamına gelen bir otomasyon cihazıdır.

PLC'ler endüstri sektörünün büyük bir bölümünde üretim süreçleri ve makine sistemlerini denetleme amacıyla etkin bir şekilde kullanılmaktadır. SCADA sistemlerde sağlam bir temel üzerine kurulması, kontrol ve bilgi toplamanın iyi olma esasına dayanmaktadır. SCADA sistemler PC tabanlı olup bu bilgisayarlar ile Veri Toplama (Data Acquisition - DAQ) Kartı kullanılmaktadır[8].

Sensörler, İngilizce "sense" yani "algılamak" kelimesinden gelip algılayıcı görevinde kullanılan cihazlardır. Algıladıkları değişime verdikleri tepkilere göre anahtar, transdüser gibi tipleri vardır. Sensörlerin gönderdikleri veriler SCADA sisteminde tanımlanır ve işlenir[5][10].

Yazılım

Yazılım, elektronik cihazların belirli bir işi yapmasını sağlayan programların tümüne verilen isimdir; sistemde işlemesi gereken haberleşme, uygulama gibi görevlerin ortak dili olan makine komutlarıdır. Yazılım MTU içerisine yüklenir ve tüm kontrol, idare, veri takip ve kayıt altına alma görevleri bu birim olmadan yapılamaz[5].

Merkez Kontrol Odası

SCADA sisteminin ana bilgisayarı, terminalleri ve yazıcılarının kurulu olduğu, izleme yapılarak sistem hakkındaki tüm verilerin görülebildiği ve yönetimin yapıldığı yerdir.

Kontrol panoları içerisinde programlanabilir elektronik kontrol üniteleri vardır. İçerisinde kontraktörler, röleler, sigortalar gibi alçak gerilim cihazları, elektronik kontrol üniteleri bulunur.

Operatörler, sistemi SCADA sistem terminalleri aracılığıyla gözlemleyip stabil tutarak aksaklıkların giderilmesini sağlarlar. Her operatörün bir şifresi vardır. Operatörler kullanıcı, moderatör, admin ve root admin gibi derecelere sahip olabilir. Her operatör yetkisi dâhilinde sistemdeki verilere çeşitli monitörler veya çeşitli operatör panelleri (HMI) aracılığıyla görüntülenebilir. Tüm durum ve arızalar yazıcılar aracılığıyla raporlanabilir.

Kontrol merkezinde bilgisayar ve çevre donanımlarına kesintisiz akım sağlayacak bir kesintisiz AC ve DC güç kaynağı bulunmalıdır[5].

Dizel Jeneratörde Kontrol Cihazı

Elektronik kontrol ünitesi olan ve olmayan dizel jeneratörlerin otomatik çalıştırılması ve çalışma esnasında gerek dizel motordan gerekse alternatörden ve harici donanımlardan sürekli verilerin toplandığı ve yönetildiği elektronik ekipmanlara jeneratör kontrol cihazı adı verilmektedir. Bu cihazlara diğer bir söylemle jeneratörün beyni işini görmektedir. Bu cihazlar makine çalışması durumunda sürekli ölçüm değerlerini jurnalleyerek kayıt altında tutmakta ve izin verilen aralıkta geçmişteki tüm arıza kayıtları ve anormallikler öğrenebilmektedir.

Kontrol cihazlarında sistemin tanımlamasında hariç donanımlardan dijital veya analog giriş/çıkış verileri ile gerekli güvenli çalışma set değerleri içerisinde yazılım ile ayarlanmaktadır, istendiği takdirde bu sınır değerler yine yazılımı vasıtasıyla değiştirilebilmektedir. Olası durumlarda bu sınır değerlerin aşılması durumunda sistem kendi güvenliği ve koruması için duruşa geçecektir

SCADA İLE DİZEL JENERATÖRLERİN TAKİBİ VE KONTROLÜ

Merkez Terminal Birimi Seçilmesi

SCADA merkez kontrol birimi olarak işletme içerisinde hali hazırda bulunan server içerisine gerekli yazılım kurularak SCADA için kullanılabilir hale getirilir. Seçilen server takip ve denetim için sürekli açık kalacağı unutulmamalıdır. Kullanılacak dizel jeneratörler ile arasında iletişim testi yapılır ve hazır hale getirilir.

Kullanım Öncesi Son Kontroller

Dizel jeneratör setinin kontrol cihazı montajı ve bağlantıları yapıldı. SCADA programının yazılımı ile ilgili motor ve alternatör parametreleri kontrol cihazına USB port veya diğer portlar aracılığıyla bağlanılarak tercih edilen her bir jeneratöre yüklenebilmektedir. Tüm dizel jeneratörler sahaya çıkarılmadan önce rutin motor ve maksimum enerji yük testlerine ilaveten tek tek SCADA ile ilgili tüm bağlantıların işlediği, ana bilgisayarda görünürlükleri test edilir ve sahaya sevk edilirler. Böylelikle jeneratörlerin kontrol cihazının aktif hale gelmesi ile server üzerinden daha önceden belirlenmiş ana bilgisayarda görülebilmekte ve kontrolü gerçekleştirilebilmektedir.

Kullanım Süreci

Satılan, kiralanın veya dizel jeneratör setlerinin takibi ve kontrolü sürekli olarak yapılabilmesi için gün içerisinde iki adet vardiya personel ile gündüz ve gece olarak sürekli izleme yaparak rutin makine bakım onarımı için veya arızalanan jeneratör setlerine gerektiği halde uzaktan müdahale yardım sağlanabilmektedir. Gerektiği durumda ise bakım-onarım ekibi sevk ettirilerek yerinde müdahaleye yardımcı olmaktadır. Gün içerisinde belli zaman periyotları ile o güne ait arızalı veya bakım gerektiren jeneratör setleri belirlenip ve her bir teknik personele günlük iş emri oluşturularak, ya da gün içinde beliren arıza veya alınması gereken önlemler sahadaki personel ile anında paylaşılarak gerekli jeneratörlerdeki arızaların giderilmesine yardımcı olacaktır. SCADA sistemiyle gerekli olacak yedek parça bilgisi hali hazırda bulunduğundan teknik personel ilgili jeneratör bölgesine intikal etmeden önce bu parçaların tedarikini de sağlayarak yola çıkarak zaman tasarrufu imkânı sağlanmaktadır.

İzleme

İzleme (monitoring) terimi sistem içerisindeki durumların takip edilmesi ve oluşan değişikliklerin gözlenmesi anlamında kullanılan bir kelimedir. Monitoring yapan personel kontrol odasındaki bilgisayar ile arazideki jeneratör setlerini SCADA ara yüz programından izler. Şekil 1.4'te görüleceği üzere SCADA ekranı görseldeki gibidir.

Jeneratörlerin güncel durum bilgisi 5 farklı renkteki kutucukla tanımlanır. Bunlar; Kırmızı, Sarı, Gri, Yeşil ve Mavidir.

- Kırmızı kutucuklar arıza yapmış ve devre dışı kalmış jeneratör setlerini gösterir. Arıza sebebi bu kırmızı kutucuğa tıklanarak görüntülenebilmektedir. Personel kutudaki arızayı not alıp sahada sürekli bulunan teknik personeli ilgili jeneratör setine yönlendirir. Jeneratör setindeki arıza giderildikten sonra teknik servis personeli kontrol cihazındaki arıza durumunu resetler ve jeneratör setini tekrar devreye sokar.
- Sarı kutucuklar, örneğin jeneratördeki yakıt seviyesinin çok azalması veya jeneratörün bakım periyodunun yaklaştığı gibi jeneratör setinin devre dışı kalmazdan önce uyarı verdiği durumlarını anlatır.
- Gri kutucuklar SCADA sistemi ile jeneratör seti arasında iletişimin kopmuş olduğu ikazıdır. Bu genellikle anten ya da sim kart arızası olduğu için, teknik personel hemen ilgili yedek parçayı jeneratöre uygulayarak arızayı gidermiştir.
- Yeşil kutucuklar jeneratör setinde herhangi bir problem olmadığını ve işler vaziyette olduğunu gösterir.
- Mavi kutucuklar ise jeneratör setinin atıl şekilde çalışmaya hazır beklediği durumlarda görünür.



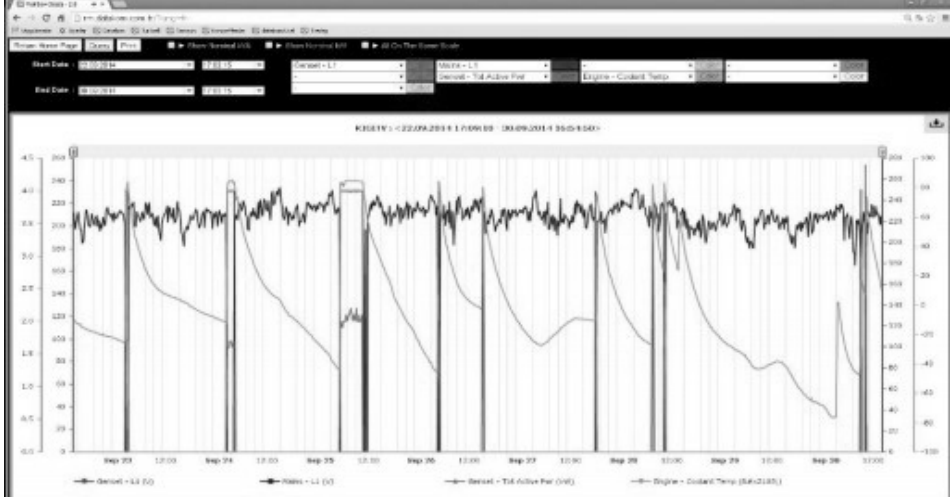
Şekil 1.4: SCADA Monitoring görseli

Grafik Analizi ve Raporlama

SCADA sistemi ile sahadaki dizel jeneratör setlerinin istenilen herhangi bir zaman aralığında ister bireysel ve istenirse aynı zamanda toplam bilgilerini içeren tüm raporları oluşturulabilmektedir. Bu raporların periyotları günlük, haftalık hatta belirlenen saat aralıklarında dahi alınabilir. Raporun grafik dokümanı tek parametre olarak görüntülenebilir, istenirse birden çok Şekil 1.5'te çok parametrelili grafik görselinde görüldüğü gibi görüntülenebilmektedir.

Bu grafiklerde var olan şebekenin her fazına ait P-N ve P-P voltaj değerleri, şebeke voltajı frekansı, akım değerleri, şebeke ortalama akımı, şebeke fazları üzerindeki KW-KVA-KVAr gibi değerlerle beraber, dizel motora ait yağ basıncı, su sıcaklığı, yakıt seviyesi, motor devri, akü gerilimi ve motor çalışma saati gibi bilgiler görüntülenebilmektedir.

Bu grafiklerle yapılan analizlerin istenilen ölçekte raporlanması yapılabilir, sonuçlar jpg veya excel dosyası olarak saklanabilir. Örneğin dizel motorların tüm bir ay boyunca tükettiği toplam yakıt miktarının raporlanabilmesi gibi veya diğer raporlama işlemlerinde ise jeneratörlerde üretilen ve tüketilen enerji, ortalama değerler ve kW/yakıt verimlilik raporlarının oluşturulması gibi.



Şekil 1.5: Çok parametrelili grafik görseli

SONUÇ

SCADA sisteminin interaktivitesi sayesinde jeneratör setine hızlı şekilde ulaşılıp, sorunun ne olduğu önceden bilindiğinden hızlı ve doğru şekilde müdahale ederek arıza süreleri kısaltılması hedeflenmiş ve başarılı olunmaktadır. Yarattığı kolaylıklar sayesinde çok daha az teknik personel kullanarak tüm jeneratör setleri kontrol altında tutulmuş, insan hatası minimuma indirilerek ve gerektiği anlarda müdahale edilerek yüksek verim alınabilmektedir. Sistemin arıza öncesinde ön-alarm bilgisi vermesi arızaların oluşmasını önlemiş ve yine zaman, iş ve kazançtan zarar edilmesi önlenmektedir. Sahadaki tüm jeneratör ve çalışan bileşenleri tek tek ve genel olarak sürekli biçimde kontrol altında tutularak izlenebilmektedir. Teknik servis planlaması sistemin ihtiyaç göstergeleri doğrultusunda hazırlandığından günlük iş planları SCADA üzerinden oluşturularak, depo ve yedek parça stokunun da takibinde etkili olmaktadır. Sistemin sürekli veri sağlıyor olması olası enerji ve yakıt hırsızlıklarını da ortaya çıkarmakta, sorumluların kanıtlar ile yakalanabilmesi de mümkün olduğundan gelecekte tekerrür etmesindeki caydırıcılığıyla bu konuda da işletmeye fayda sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

Bailey, D., Wright, E., "Practical SCADA for Industry", Elsevier, İngiltere, 2003

Dizel Jeneratör Uygulamaları ve Seçim Kriterleri, Elektrik Mühendisi Kaya Korkmaz

D.J. Gaushell, H.T. Darlington, "Supervisory Control and Data Acquisition", Proceeding of IEEE, 1987

Ege Üniversitesi, EGE MYO Mekatronik Programı, Sensörler ve Dönüştürücüler, İzmir 2014

EMO, Kontrol Sistemleri – SCADA, Kasım 2012 Megep, Elektrik Elektronik Teknolojisi SCADA Sistemleri, 2007

Karabük Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, MTM406 Endüstriyel İletişim Sistemleri Ders Notları, 2014

Megep, Elektrik Elektronik Teknolojisi SCADA Sistemleri, 2007

NCS, Technical Information Bulletin 04-1, Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems, 2004

T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını, "Elektrik Enerjisi Üretimi", Mayıs 2012

V. R. Segovia, A. Theorin, History of Control History of PLC and DCS, 2012