

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



388 ADET 110 KVA DİZEL JENERATÖR GRUBUNDA
SCADA UYGULAMALARI VE ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa Yasin KARATAŞ

Mekatronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Mekatronik Mühendisliği Programı

Şubat, 2018



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**388 ADET 110 KVA DİZEL JENERATÖR GRUBUNDA
SCADA UYGULAMALARI VE ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa Yasin KARATAŞ

(Y1513.110003)

Mekatronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Mekatronik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. Reşit ERÇETİN

Şubat, 2018





T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Mekatronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı Mekatronik Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1513.110003 numaralı öğrencisi **Mustafa Yasin KARATAŞ**'ın "DİZEL JENARATÖR GRUPLARINDA SCADA VE PLC UYGULAMALARI VE ANALİZİ" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 30.01.2018 tarih ve 2018/02 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *ay. birtipi* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak *.kabul* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 14/02/2018

1) Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Reşit ERÇETİN

2) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Sepanta NAIMI

3) Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ahmet Emin KUZUCUOĞLU

[Handwritten signatures of the three jury members]

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “388 adet 110 KVA dizel jeneratör grubunda SCADA uygulamaları ve analizi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (14/02/2018)

Mustafa Yasin KARATAŞ



ÖNSÖZ

Günlük hayatımızdaki elektrik enerjisi tüketimi giderek artan nüfus ve hali hazırda bulunan evrensel kaynakların tüketimi bir biri ile ters orantılıdır. İhtiyaç halinde ise günlük hayatımızda her alet ve makinanın artık elektrikli olması sebebiyle sürekli elektrik enerjisinin sağlanması büyük önem kazanmaktadır. Devinen teknoloji ile insanoğlu, kendi hayatını sekteye uğratmamak adına bu sürekliliği sağlamak bir için bir takım önlemler almıştır.

Enerji sektörü içerisinde dizel jeneratörler kullanımı esnasında en çok karşılaşılan sıkıntılar kısa süre içerisinde teknik destek verememek ve bu duruma binaen kısa sürede arızanın kaynağının tespit edilememesi ve arızanın giderilememesidir. SCADA sistemleri gibi otomasyonlu çalışmalar ile bu durumların günümüzde artık ne kadar kolay bir şekilde çözülebileceği bu tez çalışmasında gösterilmeye çalışılmıştır.

Bu tezin hazırlanması sırasında bilgisi ve tecrübelerinin ışığı ile bana yol gösteren değerli tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Reşit ERÇETİN'e, değerli yardımını esirgemeyen Rıdvan ŞORAY'a, ayrıca benim bugünlere gelmemi sağlayan, maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen annem Özgül KARATAŞ'a, babam Yakup KARATAŞ'a ve canım kardeşim Ömer Yunus KARATAŞ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Subat-2018

Mustafa Yasin KARATAŞ



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ÖZET	xix
ABSTRACT	xxi
1 GİRİŞ.....	1
2 JENERATÖRLER.....	3
2.1 DC Jeneratör	3
2.1.1 DC Jeneratör Çeşitleri	3
2.2 AC Jeneratör	4
2.2.1 AC Jeneratör Çeşitleri	5
2.2.2 Faz Sayısına Göre Jeneratörler.....	6
2.3 Jeneratör Setleri	7
2.3.1 Yakıt tüketimi.....	7
2.3.1.1 Doğalgazlı Jeneratör Setleri	7
2.3.1.2 LPG'li Jeneratör Setleri.....	7
2.3.1.3 Dizel Jeneratör Setleri	7
2.3.1.4 Benzinli Jeneratör Setleri	10
2.3.2 Kullanım amacı	11
2.3.3 Soğutma Tipi	11
2.3.3.1 Kara Tipi	11
2.3.3.2 Deniz (Marin) Tipi	11
2.3.4 Çalışma Tipi	11
3 SCADA.....	13
3.1 Tarihçesi ve Anlamı	13
3.1.1 SCADA Uygulama Alanları.....	14
3.1.2 SCADA İşlevleri	15
3.2 SCADA Yapısı.....	15
3.3 SCADA Temel Elemanları	16
3.3.1 Uzak Terminal Birimleri (RTU)	16
3.3.2 Ana Terminal Birimi (MTU)	17
3.3.3 İletişim Ağları	18
3.3.3.1 İletişim Ağı	18
3.3.3.2 İletişim Protokolleri	19
3.3.3.3 İletişim Ortamları	19
3.3.4 Veri Toplama Üniteleri	20
3.3.4.1 Programlanabilir Lojik Denetleyiciler (PLC)	20
3.3.4.2 Veri Toplama Modülleri (DAQ)	20
3.3.5 Sensörler.....	21

3.3.6	Yazılım	21
3.3.7	Merkez Kontrol Odası	22
3.3.8	Kontrol Panoları	22
3.3.9	SCADA Sistem Terminalleri.....	23
3.3.10	Bilgisayar Ekranları.....	23
3.3.11	Yazıcılar	23
3.3.12	Kesintisiz Güç Kaynağı.....	23
4	DİZEL JENERATÖR SETİ VE KONTROL CİHAZI MONTAJI.....	25
4.1	Dizel Jeneratör Seti	25
4.2	Jeneratör Kontrol Cihazı ve Montajı.....	27
4.2.1	Jeneratör Fazları Bağlantıları	29
4.2.2	Akım Trafoları Bağlantıları.....	29
4.2.3	Yük Kısmı Bağlantıları	30
4.2.4	Akü ile Kontrol Cihazı Bağlantıları	31
4.2.5	Dijital Çıkışların Bağlantıları	31
4.2.6	Şarj Alternatörü ve Dijital Girişlerin Bağlantıları.....	31
4.2.7	Analog Sensör Bağlantıları	33
4.2.8	RS-485, MPU ve CANBUS Bağlantıları	33
4.2.9	Diğer Bağlantılar	34
4.3	Kontrol Cihazı Programlama ve Konfigürasyon	35
5	SCADA İLE SİSTEMİN TAKİBİ VE KONTROLÜ	39
5.1	Merkez Terminal Birimi Seçilmesi.....	39
5.2	Tarımsal Sulama Öncesi Son Kontroller	39
5.3	Kullanım Süreci	40
5.4	İzleme.....	40
5.5	Grafik Analizi ve Raporlama	43
5.6	Faydalar.....	46
6	SONUÇ.....	47
	KAYNAKLAR.....	49
	EKLER.....	51
	ÖZGEÇMİŞ.....	69

KISALTMALAR

KVA	:Kilo Volt Amper
SCADA	:Supervisory Control and Data Acquisition
AC	:Alternative Current
DC	:Direct Current
EMK	:Elektrik Motoru Kuvveti
AVR	:Automatic Voltage Regulator
ESP	:Emergency Standby Power
PRP	:Prime Power
COS	:Continuous Power
RTU	:Remote Terminal Unite
MTU	:Master Terminal Unite
LAN	:Local Area Netwok
WAN	:Wide Arena Network
PLC	:Programmable Logic Controller
DAQ	:Data Acquisition
PP	:Phase-Phase
PN	:Phase-Nötr
KW	:Kilo Watt
KVAr	:Kilo Volt Amper Reaktif
GPRS	:General Packet Radio Service
USB	:Universal Serial Bus
GEN	:Generator
LCD	:Liquid Crystal Display
BAT	:Battery
CHG	:Charge
GSM	:Global System for Mobile Communications
MPU	:Magnetic Pick Up



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Basit alternatör görseli.....	5
Şekil 2.2: Kabinsiz dizel jeneratör seti	8
Şekil 2.3: Günümüzden 16 silindirli bir dizel motor örneği	9
Şekil 3.1: SCADA organizasyon şeması	16
Şekil 3.2: Örnek RTU görseli	17
Şekil 3.3: Scada organizasyonunda MTU'nun yeri.....	18
Şekil 3.4: Siemens marka PLC ürün örneği	20
Şekil 3.5: Veri toplama modülü DAQ örneği görseli	21
Şekil 3.6: Merkez kontrol odası görseli.....	22
Şekil 4.1: Tarımsal sulamada kullanılan 110 kVA dizel jeneratör seti kabin içi	25
Şekil 4.2: Alternatör çalışma prensibi	26
Şekil 4.3: Kullanılan jeneratör kontrol cihazının arka tarafı	27
Şekil 4.4: SCADA yazılımında parametre ayar sayfası.....	28
Şekil 4.5: Kontrol cihazı arıza türleri	29
Şekil 4.6: Kontrol cihazı arka üst kısmı.....	30
Şekil 4.7: Tarımsal sulamada kullanılan 110 KVA jeneratör seti	32
Şekil 4.8: Kontrol cihazı arka alt kısmı	34
Şekil 4.9: Kontrol cihazı ile kullanıma hazır bir jeneratör seti.....	35
Şekil 4.10: Konfigürasyon / Generator / Timers sekmesi.....	36
Şekil 4.11: SCADA/General sekmesi.....	37
Şekil 5.1: Dizel jeneratör seti SCADA sistemi.....	39
Şekil 5.2: SCADA sistemi izleme görseli.....	41
Şekil 5.3: SCADA izleme ekranı görüntüsü.....	42
Şekil 5.4: SCADA dizel jeneratör bilgi kutusu	43
Şekil 5.5: Şebeke-L2 fazı grafiği	44
Şekil 5.6: Şebeke-L2 fazı ve motor-batarya gerilimi grafiği.....	44
Şekil 5.7: Çok seçmeli parametre grafiği	45



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge.a1: Cummins Motorlu Jeneratör Setleri (55KVA-3000KVA).....	53
Çizelge.b1: Perkins Motorlu Jeneratör Setleri (15KVA-2500KVA)	55
Çizelge.c1: Doosan, Volvo Penta John Deere Motorlu Jeneratör Setleri.....	57
Çizelge.d1: Cummins ve John Deere Motorlu 110 KVA Jeneratör Seti Teknik Özellikleri	59
Çizelge/.e1: Caterpillar Motorlu 110 KVA Jeneratör Seti Teknik Özellikleri.....	61





388 ADET 110 KVA DİZEL JENERATÖR GRUPLARINDA SCADA UYGULAMALARI VE ANALİZİ

ÖZET

Günümüz endüstrisinde makinelerin çalışması günlük hayatımızda ve iş hayatımızda büyük rol oynamakta ve hiç şüphesiz elektrik enerjisinin önemi ortaya çıkmaktadır. Elektrik enerjisinin keşfi ve makineleşme ile bu endüstride büyük adımlar atılmış ve bugüne kadar ulaşılmıştır. Hayatın hemen her yerinde ve her safhasında karşılaştığımız elektrik enerjisinin sürekliliği büyük bir önem arz etmektedir. Günlük hayatımızda olası elektrik enerjisi şebeke arızaları sebebi ile her işletme bu durumda mağdur olmamak adına işletmesinde yedek güç sistemleri bulundurmaktadır. Bu sistemler genelde UPS ve dizel jeneratör setleri olmaktadır. Şebeke kaynaklı arızaların önceden önlenmesi ve anında tespit edilip arızanın giderilmesi enerjiyi kullanan açısından oldukça önemlidir. Bu önem zaman ve kazanç kaybı yaratabilmektedir. Şebeke kesintileri boyunca devreye giren dizel jeneratör setlerinde de arızalar meydana gelebilir ve bu arıza sebebi ile işletme tamamen enerjisiz kalabilmektedir. Bu durumları önlemek adına bu yüksek lisans çalışmasında dizel jeneratör setlerinde SCADA ile irtibatlandırılarak olası dizel jeneratör arızalarını gerçekleşmeden önlemek, gerçekleşen arızalara en kısa sürede cevap verme konusunda yardımcı olmak hedeflenmiştir. Bu çalışmada çok sayıda dizel jeneratörün enerji parametreleri sürekli izlenebildiğinden sarfiyat kontrol altında tutulmuş, arızalanan jeneratör setlerine zaman kaybetmeden müdahale edilmiş, SCADA sistemi insan hatasını en aza indirdiği gibi az sayıda teknik personel ile kontrol edilmiş ve yönetilmiştir. SCADA sisteminin dizel jeneratör setlerine tamamen entegre olması ile oluşan/oluşabilecek arızaların önenebildiği, dizel motor ve alternatörün ömrünün ve veriminin artırıldığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Dizel, Jeneratör, RTU, SCADA,*



THE APPLICATION AND ANALYSIS OF SCADA IN 388 UNITS OF 110 KVA DIESEL GENSETS

ABSTRACT

The labor of machines in today's industry plays a big role in our daily lives and our business lives, and without a doubt the importance of electrical energy becomes prominent. With the discovery of electricity and mechanization, enormous strides have been made in this industry and it has come this far. The sustainability of electrical energy that we face in every stage of life and almost everywhere has a great importance. Every business enterprise maintains backup power systems not to be a victim in a situation due to possible electric power network failures in our daily lives. These systems are generally UPS or diesel generator sets. Preventing beforehand, immediate detecting and fixing the network-based failures are very important for the ones who use the energy. Because this can cause time and profit loss. Failures may also occur in diesel generator sets, which are activated during network outages, and because of this failure, the company may completely become out of power. This thesis study aims to aid about preventing possible diesel generator failures before they occur and responding to failures as soon as possible by linking diesel generator sets with SCADA for the sake of avoiding these situations. In this study, the energy consumption was kept under control as the energy parameters of many diesel generators could be monitored continuously and simultaneously, immediate action was made to the failing diesel generator without losing time, and as the SCADA system minimizes the human error, it was operated and directed with a few technical staff. It is believed that diesel generator malfunctions which may occur can be prevented, and the efficiency and the lifespan of diesel engine and alternator are improved by the diesel generator set's being fully integrated with SCADA system.

Keywords: *SCADA, RTU, Diesel, Generator*



1 GİRİŞ

Günümüzde hızla gelişen teknolojinin ilerlemesi, fiziksel iş gücünün küçülmesi yeni yöntem ve modellerini ortaya çıkarmaktadır. Bu yöntem ve modeller bilginin öne çıktığı iletişim çağı 21. yüzyılın ürünü olan ve artık birçok sektörün vazgeçemediği SCADA sistemleri, işlevselliğini kanıtlamış, güven duyulan ve bu sebeple günümüzde oldukça yaygın hale gelmiş ve teknolojik açıdan büyük mesafeler kat etmiştir [1,2].

SCADA yazılım ürünleri endüstriyel işletmelerde sistemsal bir alt yapı görevini üstlenerek, işletme içerisi ile dışarısına ait ağlara bağlanarak işletmenin tüm segmentlerinde uyum içerisinde çalışmasına olanak sağlamaktadır. SCADA, işletme içerisindeki bütün personele reel zamanlı ve ayrıntılı bilgiye diledikleri zaman erişebilme imkânı sağlamaktadır [3,4].

Bu çalışmada, SCADA sisteminin yukarıda belirtilen özellikleri ve avantajları göz önüne alınarak hazırlanan Dizel Jeneratör Setleri üzerinde uygulanan programının temel özellikleri anlatılmaktadır. Bu program ile kullanıcı, sistem bilgilerini eş zamanlı olarak görebilmekte ve daha da önemlisi meydana gelen arızalara manuel düzeltme olmaksızın uzaktan müdahale edebilmektedir. Bu müdahalenin özellikle internet üzerinden programın en önemli avantaj ve özelliklerinden birisidir.

SCADA ile kontrol altında tutulan ve izlenen bir dizel jeneratör setinin kullanıcılarına ve tedarikçilerine sağladığı en büyük kazanç, üretilecek enerjinin en tasarruflu ve en verimli şekilde kullanılması, iş güvenliği açısından da riskleri minimize etmesi hatta tamamen ortadan kaldırmasıdır.

SCADA sistemi aynı zamanda sürekli takip edilebilir ve izlenebilir olması ile yaşanabilecek olası senaryolar gözden geçirildikten sonra meydana çıkabilecek aksaklıkları en aza indirmektedir. Kontrol sağladığınız ekipmana ait tüm verileri anlık görebiliyor olup enerji üretim ve tüketimi kontrol altında tutulabilmektedir. Arıza durumunda anında uzaktan kontrol ile giderilebilen bir

arıza ise giderebilir, değilse en kısa sürede teknik servis personeli yönlendirilebilmektedir. İnsan hatası minimuma indirilerek oluşabilecek iş kazaları da nlenmiş olmaktadır. Sistemde anlık ve geçmişe ait verilere ulaşılabilmekte ve raporlaması yapılabilmektedir.



2 JENERATÖRLER

Kelimenin kökü orijinal hali İngilizce olan “ generate / dženəreit * “ fiilinden gelmekte olup, üretmek, yaratmak ve özellikle elektrik enerjisi üretmek anlamını içermektedir [23]. Yıllar içerisinde teknolojinin ilerlemesi ve makineleşme sayesinde Jeneratör (Generator) kelimesi terminolojide yerini almıştır. Elektrik üretiminde kullanılan bu makine, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirip harici bir devre ile sisteme enerjiyi aktarmaktadır. Burada kullanılan mekanik enerjinin kaynakları ise buhar türbinleri, su türbinleri, içten yanmalı motorlar hatta bir el manivelası yoluyla oluşturulabilir. Elektrik enerjisini ise mekanik enerjiye çeviren makinalara da motor denmektedir. Jeneratörlerin çalışma prensibi elektromanyetik indüksiyondur. Burada genelde sabit manyetik alan içerisindeki bobin telleri vasıtası ile basit jeneratör elde edilebilir. Jeneratörler iki çeşit olup DC (Direct Current) ve AC (Alternative Current) üreten jeneratörler olarak ayrılırlar. İkisinde de çalışma prensibi aynıdır [5].

2.1 DC Jeneratör

AC jeneratör ile temelde hiçbir farkı olmayan bu tipte DC jeneratörü AC jeneratörden ayıran tek farkı komütatör olmasıdır. AC jeneratöründe indüklenen EMK (Elektrik Motor Kuvveti) pozitif ve negatif değer almaktadır. Komütatör ile negatif EMK ortadan kaldırılarak sadece pozitif EMK yaratılmaktadır. Böylece AC jeneratörde grafik olarak sinüzoidal bir dalga olan EMK hareketi, DC jeneratörde düz bir çizgi olarak görünecektir [5].

2.1.1 DC Jeneratör Çeşitleri

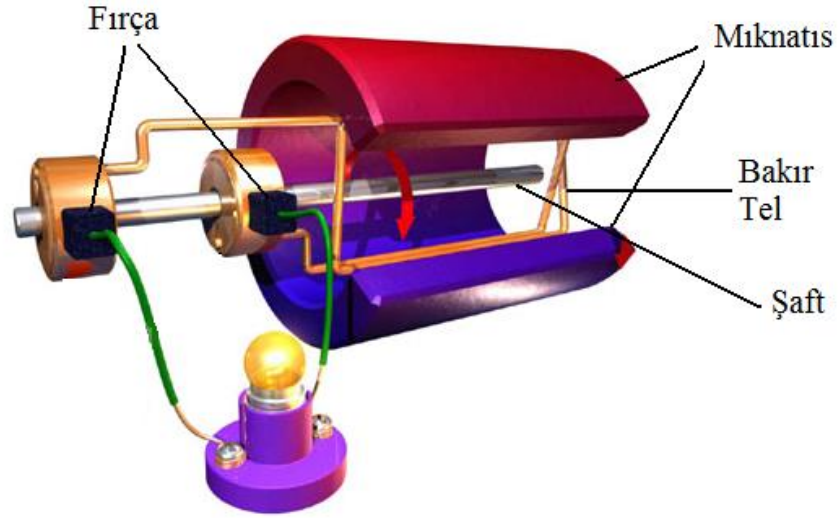
DC jeneratörlerde bobin her zaman hareketli kısmını oluşturur. Manyetik alanı sağlayan kısım ise sabittir. Diğer bir deyişle endüvi rotor, indüktör stator olarak tanımlanır. DC jeneratörlerde de endüvi sabit alanda dönerek sargılar üzerindeki komütatör sayesinde AC sinyal DC olarak düzenlenir ve çıkış sağlanır. DC

jeneratörlerde sabit mıknatıs yerine elektromıknatıslar kullanılır. Sabit mıknatıs kullanımında genelde düşük bir dc çıkış gerilimi elde edilmektedir. Elektromıknatıs kullanılmasının sebebi ise gerekli manyetik alanın şiddetini arttırmaktır. Giriş gerilimi değiştirilerek istenilen alan şiddeti yaratılabilmektedir. Bu alana sargılarına DC gerilim uygulanması jeneratörün kendisi tarafından ya da dış kaynaklı olmak üzere uyarım sargılarına uygulanabilir [5].

Dış kaynaklı uyarımda, sistem dışından bir kaynaktan ya da bir akü üzerinden bu uyarım gerilimi uygulanabilir. Diğer türlü ise jeneratörün ilk hareketi ile oluşan zayıf mıknatıslanmanın korunması ile şarjlanmaya devam ederek kümülatif olarak istenilen şiddete ulaşına kadar devam eder. Kendinden uyarılmış jeneratörlerde üç genel tipte olup, seri, paralel ve bileşik tip olarak ayrılırlar [5].

2.2 AC Jeneratör

Günlük hayatımızda çok çeşitli tipleri ile karşılaştığımız jeneratörlerin tümün 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 bir tür makina Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Bu döndürme işlemi sırasında ya sabit manyetik alan hareketli tel, ya sabit iletken tel hareketli manyetik alan sonucu akım elde edilmektedir. En basit tabirle Faraday’ın prensibinin makinası diyebiliriz. Endüstriyel anlamda günümüzdeki çoğu jeneratörde genelde sabit bobin dönen manyetik alan tipi ile karşılaşmaktayız [5].



Şekil 2.1: Basit alternatör görseli

2.2.1 AC Jeneratör Çeşitleri

Elektrik enerjisi üretilen tesis ve santrallerin hemen hemen hepsinde kullanılan sistemler karmaşık olsa da çoğunda jeneratör ile karşılaşırız. Kullanıldığı yerler açısından jeneratörlerde de ilk mekanik hareket, alan uyarması, endüvi özellikleri, tek fazlı, çok fazlı, kontrol prosesi ve paralel çalışması gibi farklılıklar olabilir. Ancak en başta senkron ve asenkron jeneratörler olarak iki ana başlık altında toplayabiliriz. Bu başlık altında bahsedeceğimiz bu iki türün anlaşılması için jeneratör parçalarını da kısaca açıklamamız gerekmektedir.

Faraday kanunu gereği akım oluşması için sabit manyetik alan içerisinde dönen bir bobin olmalıdır. Bunun tersini yaptığımızda da yani bobini sabit tutup, manyetik alanı döndürürsek te bir gerilim elde ederiz. Dünya üzerinde çoğu jeneratör bu şekilde çalışmaktadır. Bu anlamda parçaları mekanik ve elektriksel olarak adlandırabiliriz. Mekaniksel terimler rotor ve stator, elektriksel terimler ise indüktör ve endüvidir.

Bütün jeneratörler iki mekanik kısımdan oluşur. Dönen kısım rotor, sabit kısım ise stator diye adlandırılır. Manyetik kısmın oluşturulduğu kısım indüktör, gerilimin oluşturulduğu kısma ise endüvi denmektedir.

Endüvi yapısına göre ise dönen endüvili ve dönen alanlı şekilde ikiye ayırırız. Endüvi üzerinde daima AC sargı, indüktör üzerinde ise DC sargılar olur. Genelde düşük kapasiteli jeneratörlerde dönen endüvili tiplerle karşılaşırız, büyük güçlerdeki jeneratörlerde endüvi sabittir. Büyük güçlerde üretilen enerji

yalıtımı bir hayli zahmetli olan fırça ve yüzükler vasıtası ile dış devreye alınmaktadır. Diğer yandan ise yüzük ve fırçaya gerek kalmadan direk olarak kutuplar ile de dış devreye alınabilir.

Alternatörler, harici bir güç kaynağı ile manyetik alan oluşturulan jeneratörlerdir. Bu tipte olanlarda rotora bir dc kaynak ile akım iletilir ve uyarılır, akabinde manyetik alan yaratılmış olur. Bu durumda ilk hareket gerçekleşmiş olur ve bu manyetik alanda statorda ac gerilimi yaratır. Rotora dc akım verilerek oluşturulan manyetik alan, sadece mıknatıslar kullanılarak ta yaratılabilir. Kullanım amacına göre sargılı, daimi mıknatıslı, çıkıntılı kutuplu ve düz kutuplu gibi çeşitlendirilebilir.

Asenkron jeneratör ya da indüksiyon jeneratörlerinde ise diğer jeneratörlerden farklı olarak manyetik alan indüksiyon yöntemi ile yaratılır ve diğerleri gibi sabit hız ve frekansta bir gerilim elde edilmez. Daha çok değişken hızlı motorlarda tercih edilir. Rotor sargısına göre iki tipi bulunmaktadır. Sincap kafesli ve rotoru sargılı indüksiyon jeneratörlerdir. Mekanik hareketi sağlayacak motor veya türbin manyetik akıyı yaratacak sisteme bağlı olmalıdır. Jeneratörler genelde orta-büyük işletme sistemlerinde kullanılır. Sistemin ihtiyacına göre jeneratörlerin mekanik enerji ihtiyacı ortama göre belirlenir. Yüksek hızlı ve düşük hızlı olarak ayrılırlar. Yüksek hızlıya örnek olarak rüzgâr ve buhar olabilir, düşük hızlı ise su ya da dizel motor desteklidir [5].

2.2.2 Faz Sayısına Göre Jeneratörler

Jeneratörler genelde bir, iki ya da çok fazlı olarak üretilirler. Frekansı önceden belirtilmiş bir gerilimi sürekli üreten jeneratörler tek fazlı olanlardır. Bu jeneratörlerde endüvi bobinleri seri bağlı olup tek fazdan gerilim üretilir. Tek fazlı jeneratörler genelde düşük güç isteyen yerlerde tercih edilmektedir.

İki fazla gruplarda ise iki ayrı bobin sarımından birbirine 90 derece faz açısı oluşturacak şekilde birbirinden bağımsız iki çıkış gerilimi sağlayan jeneratörlerdir. Çok fazla tercih edilmeseler de nadiren uygulamalarda karşımıza çıkmaktadır.

Üç fazlı jeneratörlerde ise adından da anlaşılacağı üzere 3 farklı birbirinden bağımsız endüvi sarımınının 120 şer derece açı ile tasarlanmış jeneratörlerdir. Aslında 3 adet tek fazlı bobin sarımından pek farkı yoktur. Bu üç faz bobinini

iki tipte birbirine olan bağlantısı vardır. Yıldız ve üçgen bağlama şeklindedir [5].

2.3 Jeneratör Setleri

Dünya genelinde şebeke enerjisine alternatif olarak ekseriyet ile yedek güç kaynağı olarak jeneratör setleri kullanılmaktadır. Şebeke enerjisinin ulaştırılmasında ciddi maliyet yaratacak yerler, coğrafi olarak zor bölgeler ve kritik önem taşıyan özel yerlerde ana enerji kaynağı olarak da kullanılmaktadır. Bu jeneratör setlerini bir takım özelliklerinden dolayı sınıflandırabiliriz [7,8].

2.3.1 Yakıt tüketimi

Kullanılan yakıtların hepsi fosil yakıtlar olup aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

2.3.1.1 Doğalgazlı Jeneratör Setleri

Doğalgazlı jeneratörler işletmelerde ve evlerde kullanılabilen stand-by yada devamlı elektrik enerjisi sağlayabilen ve doğalgazla çalışan makinelerdir. Diğer fosil yakıtlara göre daha ucuz olan doğalgaz kullanımı sebebi ile düşük yakıt maliyeti yaratmaktadır. Doğalgazın dünya üzerinde tesisat aracılığı ile her ev ve ticari işletmeye kadar gelmesi sebebi ile doğalgazlı jeneratörlerde depolama yapmaya gerek kalmamakla beraber daha sessiz çalışması da diğer bir avantajdır [24]. Motor içerisinde yanma sonucu verimin daha yüksek olması ve daha iyi egzoz emisyon değeri sağlaması gibi özellikleri de bulunmaktadır.

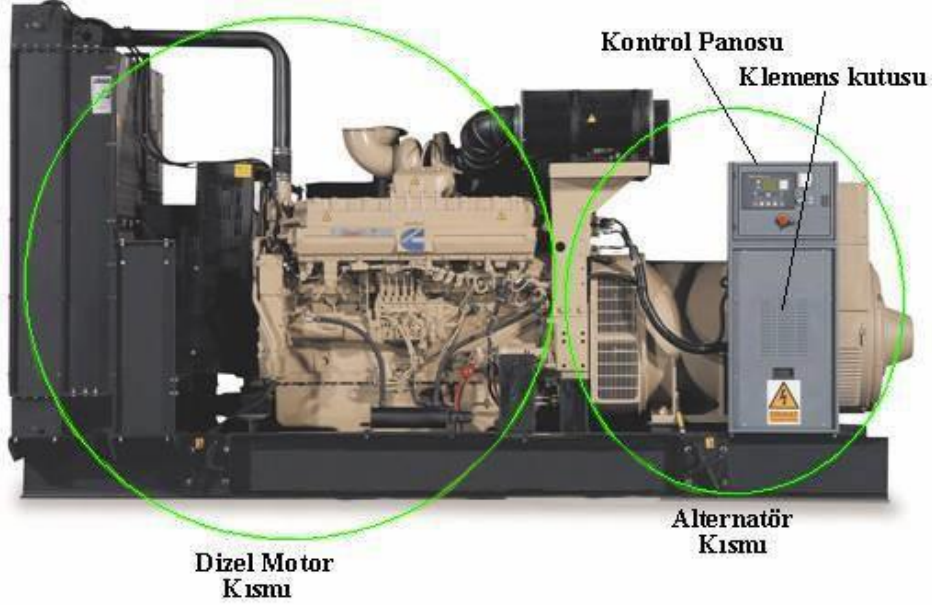
2.3.1.2 LPG'li Jeneratör Setleri

LPG'li jeneratörler ev ve iş yerlerinde küçük güçlerde daha çok elektrik kesintisi olduğu zaman devreye giren ve LPG ile çalışan jeneratörlerdir. Dizel ve benzin gibi yakıtlara göre daha ucuz olan LPG düşük yakıt maliyetinin yanı sıra sessiz şekilde ve düşük emisyon değeri sağlaması gibi özellikleri vardır.

2.3.1.3 Dizel Jeneratör Setleri

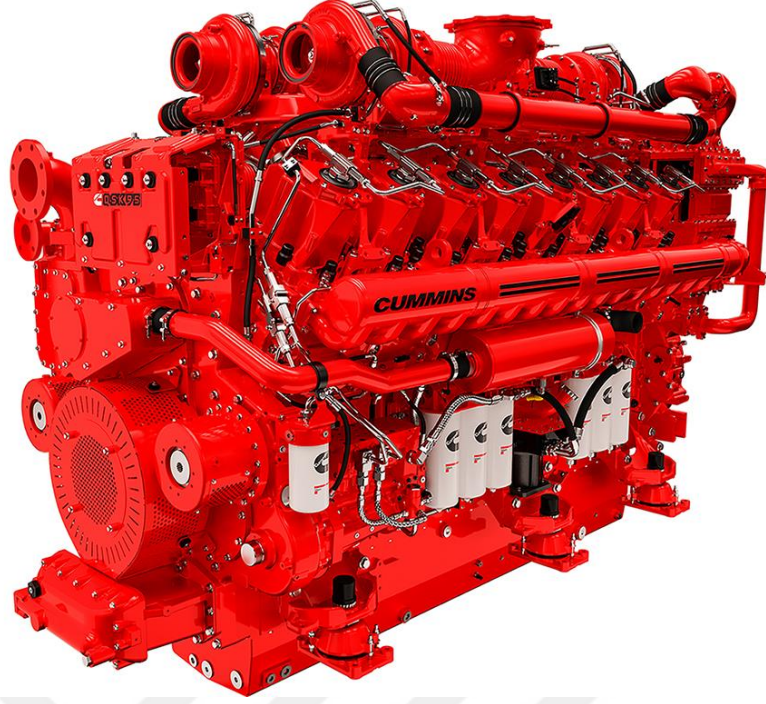
Alternatör; dairesel mekanik enerjisini bir shaft vasıtası ile elektrik enerjisine çeviren dairesel elektrik makinesidir. Dizel bir motor ile akuplajı tamamlanmış olan sistemlere dizel jeneratör denmektedir. Tahrik kaynağı olarak kullanılan dizel motorun akaryakıt cinsi motorindir; motorinin motor içerisinde yanma sonucu, kimyasal enerjiyi dairesel mekanik enerjiye dönüştürmektedir. Dizel

jeneratör tarafından üretilen elektrik; sigorta, kontaktör, şalter gibi cihazlarla kontrol edilir ve yük beslemesine sevk edilir. Ayrıca, dizel jeneratörün önem içeren parametrelerini ölçen ve izleyen bir kontrol ünitesi mevcuttur. Şekil 2.2’de görüleceği üzere dizel jeneratör setini üç ana başlık altında incelersek, Dizel motor, alternatör ve kontrol ünitesi şeklinde olacaktır [25].



Şekil 2.2: Kabinsiz dizel jeneratör seti

Dizel Motor: Dizel, kompres yapıp sıkıştırılan sıcak hava içine püskürtülen motorin ile çalışan içten yanmalı bir motor tipidir. Bu motor tipi makineleşen dünyamızda büyük güçlere ihtiyaç duyulmasına gereksinime istinaden icat edilmiştir. Gelişmesinde Alman sanayisinin büyük faydaları dokunmuştur. 1922’den itibaren taşımacılıkta kullanılan ilk dizel motorlar üretilmeye başlandı. Kara taşımacılığını denizcilik sektörü takip etmiştir. 1929 yılından itibaren kara taşımacılığında 45 beygir gücünde ilk dizel motorlar üretilmeye başlanmıştır. Dizel motor Alman mühendis ve mucit olan Rudolf Diesel tarafından icat edilmiştir. Dizeller demiryolu, ağır sanayi, madencilik, denizcilik, iş makineleri ve güç sistemlerine kadar değişik büyüklüklerde üretilmiş olup halen kullanılmaktadırlar [25]. Günümüzde dizel motorlar çeşitli strok hacimleri ile tek silindirden 24 silindire kadar geniş bir yelpaze içerisinde bulunmaktadır. Şekil 2.3’te sahip olduğumuz teknoloji ile üretilmiş bir dizel motor görmekteyiz.



Şekil 2.3: Günümüzden 16 silindirli bir dizel motor örneği

Alternatör: Bir telin üzerinden geçen manyetik alan değiştiğinde, bu değişimin o tel üzerinde bir akım oluşmasına sebep olur. Eğer harici bir güç ile tel çevrilirse, bu çevirmeyi sağlayan mekanik enerji, elektrik enerjisine dönüşür. 1831 yılında bu keşfi yapan Michael FARADAY' ın bu icadını takiben elle çalıştırılan jeneratör sistemleri geliştirildi ve bu sistem elektrik jeneratörlerinin temellerini oluşturdu. Nicola TESLA 1892 yılında alternatif akım üreten jeneratörleri geliştirip bu sistemi bir adım daha ileriye taşımıştır. Alternatörler elektro-manyetik endüksiyon ilkesini temel alarak çalışmaktadırlar. Bir telin üzerinden geçen manyetik alan değiştiğinde o tel üzerinde bir elektrik akımı oluşmasına sebep olur ve bu durum Elektromanyetik endüksiyon olarak tanımlanmaktadır. Eğer bu tel harici ve sürekli bir mekanik güç ile döndürülürse bu döndürme işini sağlayan dairesel kinetik enerji, elektrik enerjisine dönüştürülmüş olur. Dairesel kinetik enerjinin rotoru döndürmesiyle sabit yapıda bulunan iletkenlerin etrafındaki manyetik alan değişmeye başlar ve akabinde elektrik akımı üretilmiş olur. Rotora ait manyetik alan, elektromanyetik indüksiyonla aktarılacak bir akım ile elde edilebilir. Fırçasız tip alternatörler de bulunan alternatör, çalışma ilkesine göre ana ve ikaz sistemi olarak iki başlıkta toplanabilir. Ana rotor olarak adlandırılan ana sistemin hareketli kısmı mevcut devir sayısına göre değişen sayıda kutuplardan meydana

gelir. Rotordaki ana kutuplar dairesel kinetik enerjiyi sağlayan makinenin devri ile döndürölür. Kutuplarda manyetik akımın oluşturulması için DC akım gerekmektedir. Ana kutuplara DC akım ikaz sistemi tarafından iletilir. İkaz sisteminin çalışma ilkesi şöyledir; ana sistemle aynı, kutup ve sargılar ise ters çevrilmiştir. Yani, sargılar dönen ikaz rotoru üzerinde, kutuplar ise hareketsiz olan ikaz statoru üzerinde bulunur. Ana statordaki yardımcı sargılardan geçen AC akım voltaj regölâtörün ile doğrulanarak, ikaz statorundaki kutup sargılarına gönderilir. Kutuplarda ortaya çıkan manyetik akımı engelleyen ikaz rotoru üzerindeki bobinlerde üç fazlı AC akım oluşur ve bu AC akım, rotordaki döner köprü diyotlarda doğrulanır buradan da ana kutuplara DC akım olarak aktarılır. Yük uygulanan fırçasız tipteki alternatörlerde düşen voltajı önlemek ve çıkış voltajını istenilen mertebede tutabilmek için AVR dediğimiz otomatik voltaj regölâtörü kullanılmaktadır [25].

Kontrol Ünitesi: İstendiğinde elle istendiğinde uzaktan kontrol edilebilen, mikro işlemcisi programlanabilen, tüm ölçülen değerleri ve alarm set durumlarını kontrol edip izleyebilen ve jeneratörü koruması amaçlanmış elektronik kontrol ünitelerine jeneratör kontrol cihazı denmektedir. Bu kontrol üniteleri, jeneratör setinin ölçülen değerlerin izlenmesi, start-stop işlevlerini gerçekleştirilmesi, jeneratörün ve bağlı bulunduğu işletmenin korunmasını sağlamaktadır. Kontrol sistemlerinin programlanabilir olması ve değiştirilebilir parametreler yardımıyla değişen ortam şartlarında esnek bir kullanım imkânı sağlar [25].

2.3.1.4 Benzinli Jeneratör Setleri

Benzinli jeneratörler ev veya küçük işyerleri için de kullanılabilen genellikle elektrik kesintisi olduğu zaman devreye giren veya kısa süreli sürekli olarak elektrik enerjisi üretebilen ve yakıtı benzin olan makinelerdir. Dizel jeneratörlere nazaran genelde düşük güçte enerji üretimi kapasitesine sahiptirler. Benzinin yanıcı-parlayıcı özellikte olması depolanması güçleştirmektedir. Benzinli jeneratörlerin fiyatının diğer tür jeneratörlere göre düşük kalması geneli itibari ile ön tercih sebebi olmaktadır.

2.3.2 Kullanım amacı

Jeneratör grupları daha önceden tasarımı ve projelendirmesi durumuna göre ana güç kaynağı veya ana güç kaynağının kesilmesi durumunda yedek güç kaynağı olarak tercih edilmektedir [7]. Olası enerji kesintileri senaryolarında önem içeren hastaneler, askeri bölgeler ve stratejik açıdan önemli bölgelerde yedek güç kaynağının da yedeği şeklinde çoklu kullanım sağlanarak senkronizasyon sistemlerinde kullanılmaktadır. Bu senkronize sistemler ikili, üçlü şeklinde hatta 16'lı senkron sistemlerde bulunmaktadır.

2.3.3 Soğutma Tipi

Tüm jeneratör setlerinde bulunan motorlarda yanan fosil yakıtın sonucunda ortaya çıkan ısının bir şekilde soğutulması gerekmektedir. Bu soğutma işlemi ortaya çıkan ısının havaya veya suya aktarılması ile gerçekleştirilmektedir [6].

2.3.3.1 Kara Tipi

Genelde karada kullanılan sonradan soğutmalı (after cooler) ve motor blok suyunun radyatör vasıtasıyla dış hava ile soğutulduğu jeneratör tipidir [6].

2.3.3.2 Deniz (Marin) Tipi

Deniz üzerinde tekne ve gemilerde kullanılan jeneratör tipidir. Tekne ve gemilerde hacim probleminin çok olması sebebi ve kara tipi jeneratörlerde bulunan radyatörün gemi içerisinde çok fazla yer kaplaması sebebinden dolayı radyatör yerine sonradan soğutma (after cooler) ve motor blok suyunun soğutma işi deniz suyu ile soğutulduğu sistemlerdir [6].

2.3.4 Çalışma Tipi

Uluslararası standartlara (TSE ISO 8528/1, ISO 3046-1) göre sınıflandırılan çalışma kategorileri ülkemizde ve dünyada aşağıda belirtilen çalışma kategorilerine göre pazarlama, satış ve servis hizmetleri gerçekleştirilmektedir [8].

Standby Çalışma (ESP) Anlık Çalışma: Bu çalışma tipi ani çalışma tipi olarak tanımlanır ve şebeke enerjisinin kısa süreli kesintilerinde jeneratör setinin maksimum güç verebileceği çalışma tipidir.

Prime Çalışma (PRP) Sürekli Çalışma: Şebeke enerjisinde uzun zamanlı kesintilerin gerçekleşmesinde veya motor üreticilerinin belirttiği güç olup değişken yük altında ESP yükün termodinamik yasalardan kaynaklanan ve bu yolla hesabı yapılan çalışma tipidir. Ancak ortalama her jeneratör setinde %10 güç kaybı olarak alabileceğimiz kaybın yaşandığı aynı jeneratör seti için kullanılan güç olup jeneratör gücünün ortalama % 70'i değişken yükler altında kullanılabilirdiği durumdur.

Continuous Çalışma (COS) Santral Tip Çalışma: Santral tipi çalışma; prime çalışma gücünün yine termal kayıplardan kaynaklanan motor gücü düşmesi nedeniyle prime çalışma gücünden %10 daha düşük güç yaşanması durumu ile ilgili çalışma tipidir.

3 SCADA

3.1 Tarihçesi ve Anlamı

SCADA İngilizceden dilimize katılan teknik bir terim olup açıklaması “Supervisory Control And Data Acquisition” kelimelerinin baş harflerinin birleşmesi ile oluşan bir kısaltmadır, Türkçe anlamı “Denetleme Kontrol ve Veri Toplama” anlamına gelmektedir. Bileşen sayısı çok fazla bir sistemin takibi, çalışmasının denetlenmesi, uzaktan veya manuel kontrol edilebilmesi ve sistemin optimizasyonu için gerekli verilerin toplanması için kurulan basit ve kolay sistemlerden karmaşık sistemlere kadar bu işi yapan sistemlere verilen ortak addır [9].

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 [13].

SCADA sistemleri; sistem operatörlerine merkezi bir kontrol noktasından çok geniş bir alana, örneğin; petrol ve gaz alanlarından boru sistemlerine, su şebekelerinden termik, hidrolik veya nükleer enerji santrallerine bunların iletim ve dağıtım tesislerine varana kadar ulaşım alanı sağlamaktadır. Bu gibi alanlarda bulunabilen vanalar, kesiciler, ayırıcılar, elektrik makineleri, motor, elektronik, hidrolik ve pnömatik valfler anahtarları uzaktan açılıp kapanması, ayar noktalarını değiştirilmesi ve varsa arızalarının görüntüleme imkânı sağlamaktadır. Proseslerde bulunan ısı, nem, frekans, ağırlık, sayı, elamanların durumları gibi birçok ölçüm bilgisini toplama işlevlerini güvenilir, emniyetli ve ekonomik olarak yerine getirme avantajı sağlamaktadır [14].

Bu sistemde elektronik, elektromekanik ve mekanik aygıtlar arabirimlerle birbirlerine bağlanarak işletim fonksiyonlarını yürütürler. Denetim set değerleri ve parametreler bu düzeyde işletmenin veya tesisin çalışmasını sağlayan elektriksel sinyallere veya makine hareketlerine dönüşerek elektronik

algılayıcılar vasıtası ile toplanır. Toplanan bu teknik bilgiler veriler elektriksel işaretlere çevrilerek SCADA sistemine iletilir. Aktüatörler, motorlar, valfler, lambalar, sensörler, detektörler, sıcaklık, kuvvet ve moment elektronik algılayıcıları ve hız ölçüm cihazları burada ayrı ayrı veya tamamen bulunabilirler. SCADA sisteminden gönderilen komutlar, bu segmentte, elektriksel sinyallere dönüştürülerek, reel zamanlı dünyada istenilen hareketlerin gerçekleşmesi sağlanır [14].

Termik, hidroelektrik ve nükleer santrallerde güç üretiminde, doğalgaz üretim, işletme ve dağıtım tesislerinde, endüstriyel gaz, yağlar, çeşitli kimyasal madde ve su boru hatlarında, pompaların, vanaların ve debi ölçerlerin işletilmesinde, elektrik iletim ve dağıtım hatlarındaki açma kapama düğmelerinin kontrolü ve hatlardaki ani ve aşırı yük değişimlerinin optimizasyonuna kadar birçok alanlarda SCADA sistemi karşılaşılabilmektedir [14].

3.1.1 SCADA Uygulama Alanları

SCADA sistemi çok geniş bir kullanım alanına sahip olmasının yanı sıra artık gündelik hayatımızda çoğu yerde biz görmesek de karşımıza çıkmaktadır. Başlıca kullanım alanlar arasında tehlikesi yüksek iş sektörlerinden kimya endüstrisi, petrokimya endüstrisi, doğalgaz ve petrol boru hatlarında kullanılmakta, diğer yandan elektrik, su dağıtım sistemleri ve hatlarında da izleme ve takip yapılmaktadır. Çimento, otomotiv sektörleri hatta ev otomasyonlarında bile SCADA artık tercih edilmektedir. Ülkemizde başta büyük şehirler olmak üzere çoğu şehrimizde özellikle alt yapı ve acil durumları kontrol altına amaçlı olarak çoğu projeler SCADA kullanımı ile daha da sade hale getirilmektedir. Türkiye’de birçok farklı şehirde değişik türde SCADA uygulamaları ile karşılaşmak mümkündür. Örneğin başkent Ankara’da veya metropol kentimiz İstanbul metrosunda bulunan yürüyen merdivenlerde, tünellerde ve yer altında bulunan havalandırma fanları, hemen her yerde karşımıza çıkan aydınlatma sistemleri, en önemli acil durumlardan birisi olan yangın ihbar ve koruma sistemleri ve enerji optimizasyonu ile iletim dağıtım sistemlerinin tamamı bilgisayarlarla izlenebilmektedir. Olası durumlarda kargaşa ve karışıklığı engellemek adına gerekli müdahaleler merkezi kontrol ünitesindeki personeller izlenerek ve gözlemlenerek yapılmaktadır.

3.1.2 SCADA İşlevleri

Sistemin başlıca işlevleri, izleme, kontrol, veri analizi ve raporlama-kayıt yapabilmesidir. 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 prostesteki 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.

3.2 SCADA Yapısı

SCADA sisteminin ana yapısını üç başlıkta toplayabiliriz. İlki uzaktan kontrol birimi dediğimiz veri toplama ve uç kontrol birimleridir. İkincisi bölgelerin birbiri ile etkileşim ve haberleşme yapabilmesi için bir iletişim sistemi olmalıdır. Üçüncüsü ise tüm uç noktaların toplandığı bir bilgisayar ile kontrolün sağlandığı, izlendiği ve yönetildiği kontrol merkez sistemidir (MTU). SCADA sistemini tasarlarken kurulacak yapıyı istediğiniz gibi hayal edebilirsiniz [15]. Şekil 3.1’de görüleceği üzere sistem hemen hemen her türlü cihaz ile iletişim kurabilmektedir.



Şekil 3.1: SCADA organizasyon şeması

3.3 SCADA Temel Elemanları

Bir SCADA sistemi kabaca on iki bölümden oluşmaktadır. Sırası ile uzak terminal birimleri, merkez terminal üniteleri, iletişim ağları, bilgi (veri) toplama üniteleri, sensörler ve algılayıcılar, yazılım, merkezi kontrol odası, kontrol panoları, SCADA sistem terminalleri, monitörler, yazıcılar, kesintisiz güç kaynakları yer almaktadır [16].

3.3.1 Uzak Terminal Birimleri (RTU)

RTU (İngilizce Remote Terminal Unit kelimelerinin kısaltması), içerisinde mikro prosesör kontrol sistemi olan, fiziksel saha ekipmanları ile SCADA sistemi arasında iletişimi sağlayan, sahadan gelen sinyal ve bilgileri merkez kontrol sistemine ileten ve merkez kontrol sisteminden gelen komutları sahaya taşıyan elektronik bir cihazdır. RTU tarafından gelen komutları analog ve ayrık sinyallere dönüştürerek kendisine veya bağlı olduğu cihaza aktarır. Şekil 3.2'de görebileceğimiz bu terminaller üzerinde çeşitli dijital ve analog olarak çok sayıda giriş çıkışlar bulunmaktadır [20,21].

RTU'ların görevi aynı zamanda denetleme yaparak mevcut durumu kontrol altında tutabilmesi için ölçüm değerlerini de kontrol ederek alarm veya uyarı haline geçerek merkeze bildirim yapmaktır. RTU'lar RS485/423 ve RS232 ethernet portları ile dış ortama açılarak reel dünya ile iletişim kurarlar. Genellikle ciddi anlamda uzak mesafelerdeki RTU'larda merkez ünite ile iletişim kurabilmesi için kablosuz haberleşme sistemleri tercih edilmektedir.

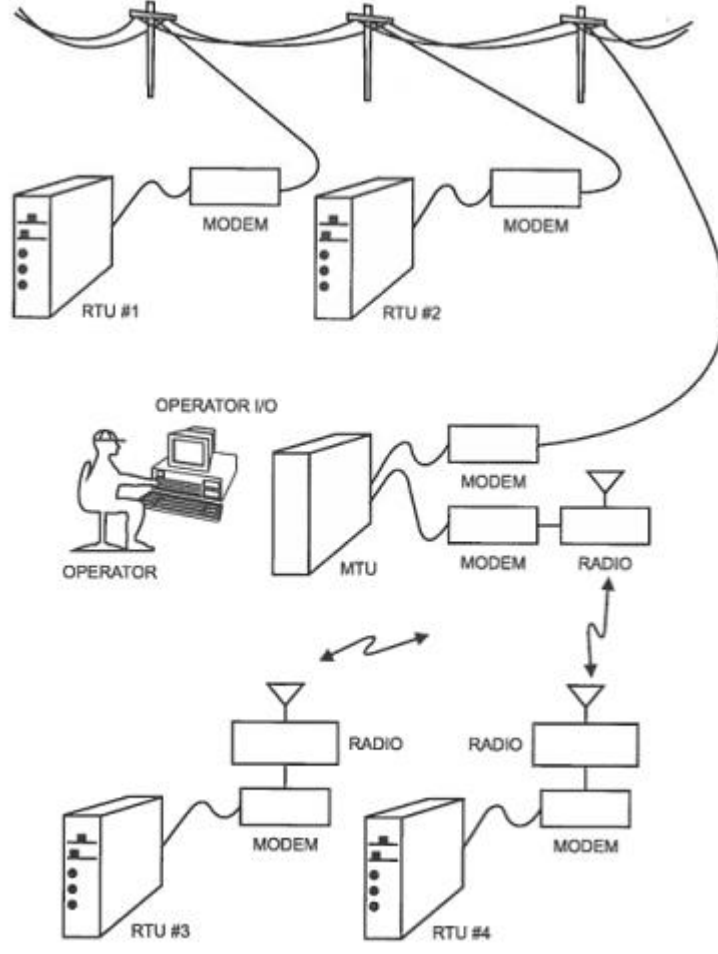
RTU'lar SCADA sistemin içerisinde uzak noktadaki minik bilgisayarlar olarak da adlandırabiliriz, bu birimler birçok cihazla eşleşebilmektedir. Bunlar günümüzde cep telefonu, cep bilgisayarı hatta tablet bilgisayarlara kadar girmiştir.



Şekil 3.2: Örnek RTU görseli

3.3.2 Ana Terminal Birimi (MTU)

Ana terminal birimi tüm SCADA sistemini görsel olarak gerçek zamanlı olarak izlenebildiği kontrol ve denetiminin yapıldığı birimdir. Şekil 3.3'te diğer RTU ile bağlantılı MTU görülmektedir. RTU'lardan gelen bilgileri toplamak, toplanan verileri içerisindeki yazılım ile işlemek, tekrar RTU'lara bilgi ve komut göndererek yönlendirme yapmak, olağanüstü durumlar için alarm üretmek, operatörü veya yetkili uyarmak, oluşan her türlü olayı kendi bünyesinde kaydetmek, başka bilgisayar ve sistemler ile sürekli iletişim halinde olması başlıca görevleri arasında yer almaktadır [18].



Şekil 3.3: Scada organizasyonunda MTU'nun yeri

3.3.3 İletişim Ağları

İletişim bir noktadan diğerine, tek yönde veya karşılıklı olarak bilgi transferi işlemidir. SCADA sistemleri için donanımdan sonra bu araçlar birbiri ile haberleşebilmesi için iletişim son derece önem içermektedir. Sistemin haberleşmesinde iletişimin performansı tamamen hız ile alakalıdır [14].

3.3.3.1 İletişim Ağı

SCADA sisteminde hız performansı tamamen iletişim ağı ile ilintilidir. Kontrolü gerçekleştirilen sistemin otomasyonu seviyelerindeki donanımsal birimlerin veri transferi, bunlara ait güncellemeler ve diğer işlemler iletişim ağı üzerinden gerçekleşmektedir. İletişimin sağlanması konusunda genel olarak iki tipte bağlantı ile karşılaşmaktayızdır.

Local Area Network (LAN): Bu ağlar genellikle küçük olup ana terminal ile yerel terminaller arasında mesafe az ise gerçekleştirilmektedir.

Wide Area Network (WAN): Bu ağlar ise genelde birbirinden çok uzak bölgelerin birbiri ile etkileşim içerisinde olabilmesi için kullanılmaktadır. Birimler arası coğrafi olarak çok büyükse ve mesafeli ise bu iletişim ağı tercih edilmektedir [14].

3.3.3.2 İletişim Protokolleri

SCADA sisteminde araçlar ve cihazların birbiri ile haberleşmesi kablolar vasıtası ile gerçekleşmektedir. Veri yolu bu kablolar üzerindeki iletken ile veya toprak dönüş hattı üzerinden gerçekleşmektedir. Dünya üzerinde çoğu proses ve projede artık bir standart olan bir arabirim vardır. İletişimde kullanılan bu ara birimler RS-232 ve RS-485'tir.

RS-232: Genellikle kişisel bilgisayarlarda karşımıza çok çıkmakta olan bu standardın asıl çalışma ilkesi; kısa mesafelerde bulunan iki nokta arasında asimetrik haberleşme yapıldığı durumlarda kullanılmasıdır. +3/+15V aralığı yüksek (HIGH) sinyal, -3/-15V aralığı düşük (LOW) sinyal olarak kabul edilir. Birbirine yakın iki nokta (örneğin iki bilgisayar) arasında yavaş bir haberleşme için kullanılır [19].

RS-485: İki veya daha fazla nokta kullanıldığında, daha uzun mesafelerde ve daha hızlı haberleşme için kullanılan RS485 standardı simetrik ve çok noktalı bağlantıya ihtiyaç duyulan uygulamalarda kullanılır. Simetrik haberleşmede iki veri hattı arasındaki diferansiyel gerilim ölçülür. Sinyal aktarımı yapılan bir noktadan gelen voltaj farkı negatif olduğunda sinyal yüksek (HIGH), pozitif olduğunda düşük (LOW) olarak kabul edilir. RS485 ile teknik olarak 32 alt sisteme bağlantı yapılabilir [19].

3.3.3.3 İletişim Ortamları

SCADA sistemlerinde bulunan MTU ile RTU'lar arasındaki ve RTU'ların kendi içinde ayrı ayrı olacak şekilde iletişimi için kullanılan fiziksel elemanlar oluşturulan ağ türüne göre değişir. Bu ağlar fiziksel olarak metal özlü kablolardan meydana gelmektedir. Bir noktadan diğerine enerji taşıma hatları, sesli iletişimde kullandığımız kiralınmış PTT telefon hatları, hemen hemen artık her evde olan kablolu TV hatları, karasal yayın yapan radyo frekansında iletişim gibi kablosuz hatlar, nerdeyse kıtalararası olan fiber optik ve metalik kablolu özel hatlar olabilirler [16].

3.3.4 Veri Toplama Üniteleri

Kontrol ve denetim birimleri SCADA sisteminin diğ er önemli parçalarındandır. Kontrol üniteleri kontrol alt birimlerine, işletme ünitelerine, prosese, diğ er sensörler ve detektörlere bağlanarak sürekli veri alışverişi sağlamaktadır.

3.3.4.1 Programlanabilir Lojik Denetleyiciler (PLC)

PLC ismini Programmable Logic Controller kelimesinin baş harflerinden alan Türkçesi programlanabilir mantıksal denetleyici olan bir otomasyon cihazdır. PLC günümüzde endüstri sektörünün büyük bir bölümünde faaliyet göstermektedir. Fabrikaların üretim tesisleri ve makine sistemlerinin kontrolü gibi işlemlerin denetimini sağlamaktadır. Günümüzde fabrikalarda PLC'nin kullanılma amacı kısa sürede daha çok ve kaliteli ürün üretmektir. Siemens PLC şekil 3.4'te görseli sunulmaktadır [27].

Tarihte PLC'nin ilk icadı 1969 yılında MODICON firmasıyla gerçekleşmiştir. PLC'nin endüstri sektöründe büyük rağbet görmesi sonucunda ilk zamanlar da Siemens, Westinghouse, Allen-Bradley, General Electric ve GEC, gibi firmalar orta maliyetle yüksek performanslı PLC'ler üretmişlerdir. Daha sonra Mitsubishi, Omron ve Toshiba gibi firmaların ucuz maliyette ve yine yüksek performanslı PLC'ler üretmeleriyle birlikte artık PLC'ler endüstri sektörünün bir vazgeçilmezi haline gelmiştir [20].



Şekil 3.4: Siemens marka PLC ürün örneği

3.3.4.2 Veri Toplama Modülleri (DAQ)

SCADA sistemlerde sağlam bir temel üzerine kurulması, kontrol ve bilgi toplamanın iyi olma esasına dayanmaktadır. Bu sistemler PC tabanlı olup bu bilgisayarlar ile Veri Toplama (Data Acquisition - DAQ) Kartı kullanılmaktadır. Şekil 3.5'te DATAQ marka veri toplama modülü sunulmaktadır [14]. Bu

kartlarda Mikroişlemci, Dijital I/O, Bellekler, Sayıcı/Zamanlayıcı, D/A ve A/D Dönüştürücüler, işletim sistemi genetik programı bulunur.



Şekil 3.5: Veri toplama modülü DAQ örneği görseli

3.3.5 Sensörler

İngilizceden dilimize katılan bu terim, “sense”, yani algılama sözcüğünden türetilmiş olup algılayıcı anlamında kullanılmaktadır. Fiziksel bir niceliğinin değişimini anlayan ve algılayan sensörler eğer önceden belirlenen sınırlar içinde olan bu fiziksel niceliği algılayıp ani bir etkili anahtarı harekete geçiriyorsa veya bir transistörü anahtarlıyorsa “anahtar” olarak da adlandırılırlar. Örneğin basınç anahtarı, akış anahtarı, vb. Eğer dinamik bir değişkenin değişimini algılayıp, kendi çıkışına oransal bir elektrik akımı ya da gerilimi olarak çıkış veriyorsa ise bu sensörler “transdüser” olarak adlandırılırlar. Basınç fark transdüseri, ultrasonik transdüser, vb. [21]. Fiziksel çevrede bu tarz bilgiler bu ölçüm veya algı seviyesinde de elektrik/elektronik işaretlerine çevrilerek SCADA sisteminde tanımlanırlar. SCADA sisteminden verilen komutlar ile bu seviyede elektrik/elektronik sinyallerden fiziksel gerçek büyüklüklere çevrilirler.

3.3.6 Yazılım

Elektronik cihazlarda tanımlanmış bir işi veya değişik ve çeşitli görevler yapma amaçlı tasarlanmış elektronik aygıtların birbirleriyle haberleşebilmesini ve

uyumunu sağlayarak görevlerini ya da kullanılabilirliklerini geliştirmeye yarayan makine komutlarıdır. Yazılım, elektronik aygıtların belirli bir işi yapmasını sağlayan programların tümüne verilen isimdir [14]. Yazılım sistemin merkezi olan MTU içerisine yüklenerek tüm kontrol, idare, veri takip ve saklama faaliyeti onun tarafından sağlanmaktadır.

3.3.7 Merkez Kontrol Odası

Tüm SCADA sisteminin kurulu olduğu ve izleme yapılarak sistemin stabil olup olmadığı hakkında tüm bilgileri görülebileceği ve aynı zamanda tüm yönetimin yapıldığı yerdir. Bu odada genelde bilgisayarlar ve monitörlerden oluşmakta olup gerekmesi halinde terminaller, yazıcılar ve alarmlar ile desteklenebilirler. Şekil 3.6'daki görselde görülen merkez kontrol odasında takip ve izleme yapacak personel sistemi tamamen kontrol edebilecektir [14].



Şekil 3.6: Merkez kontrol odası görseli

3.3.8 Kontrol Panoları

Programlanabilir elektronik kontrol ünitelerini ihtiva eden bu panolar; sinyal lambaları, sirenler ve pano mimikleri (görüntülerini) içerebilirler.

SCADA kontrol sistemlerinde alçak gerilim cihazları, elektronik kontrol ünitelerinin yerleşimi bu panoların içlerine yapılır. Panoların içlerine konan mekanik veya elektromekanik cihazlar olabilirler, bunlar kontaktörler, röleler, sigortalar vb. elemanlar ihtiva ederler. Bu panolar havalandırılmalı ve dış ortam şartlarına dayanıklı şekilde tasarımlanırlar.

3.3.9 SCADA Sistem Terminalleri

Birçok operatöre çalışma, izleme denetim ve kontrol imkânı veren bu terminaller operatörlerin sistemi gözlemlenip stabil tutulması dengesizliklerin giderilebilmelerini sağlar. Sistemin kontrolü için her operatör için bir şifre yaratılmıştır. Operatörler kendi aralarında seviyelenebilmektedir. Örneğin, kullanıcı, moderatör, admin ve root admin gibi. Her operatör yetkisi dâhilinde sistemde bilgiye ulaşabilmekte ve kontrol sağlayabilmektedir. Kendi içerisinde de hiyerarşisi bulunan bu sistemde bu terminaller monitörler veya çeşitli operatör panelleri (HMI) olabilir [13].

3.3.10 Bilgisayar Ekranları

Renkli, yüksek çözünürlük ve tarama oranına sahip, ergonomik yapıdaki ekranlar ile dinamik işletme noktaları (motor, vana, ölçü noktası) ve mimiklerinin gerçek zamanda sürekli gözlenmesi sağlanmaktadır [12].

3.3.11 Yazıcılar

İşletmeye ve sisteme ait tüm durum ve arıza hallerini raporlama imkânı sağlar [15,17].

3.3.12 Kesintisiz Güç Kaynağı

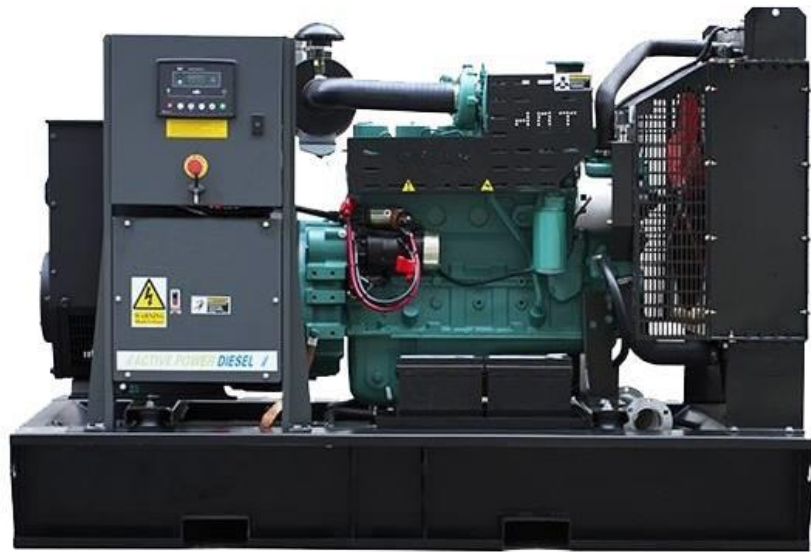
Kontrol merkezinde bilgisayar ve çevre donanımlarına kesintisiz akım sağlayacak bir kesintisiz AC ve DC güç kaynağı bulunmalıdır [15,17].



4 DİZEL JENERATÖR SETİ VE KONTROL CİHAZI MONTAJI

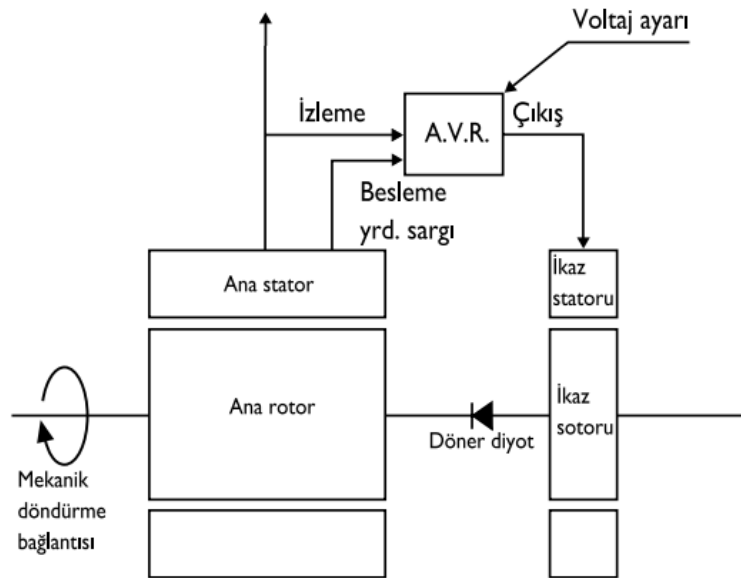
4.1 Dizel Jeneratör Seti

Bu çalışmada kullanılacak jeneratör şekil 4.1’de resmedilmiştir. Alternatöre hareket veren dizel motor Cummins [28] marka 6BT5.9G2 modeli, sıralı 6 silindir-toplam silindir hacmi 5,9 litredir, motor 4 zamanlı olup endüstriyel ağır hizmet tipidir. Üzerinde elektronik motor hız kontrol governörü bulunmakta olup, motorda turbo şarj sistemi bulunmaktadır. Dişli yağ pompası sistemi ile yağlama işlemi gerçekleştirilmektedir, filtreleri spin-on özelliktedir. Motor üzerinde turbo şarj bulunmakta olup sıkıştırma oranı 17,3 / 1’dir. 1500 devir/dakika ile dönen direkt enjeksiyonlu, 2 adet kurşun asitli 60 amper akü ile 24V DC ile çalışmaktadır. Akü sistemi elektrikli marş motoru, aküler ve akülerin şarj olması için şarj alternatöründen meydana gelmektedir. Motora ait radyatör su soğutmalı olmakla beraber üzerinde bir adet termostat ve devir daim pompası da bulunmaktadır. Radyatör soğutma fanı hava akımı 136 m³/dakikadır, ek olarak alternatör sargılarının da soğumasını sağlayacak dâhili bir fanı bulunmaktadır [29].



Şekil 4.1: Tarımsal sulamada kullanılan 110 kVA dizel jeneratör seti kabin içi

Alternatör IP22 koruma standardına sahip olup fırçasız tipte bir alternatördür. Alternatör kafes korumalı, kendinden ikazlı, kendinden regülasyonludur. Alternatör 100 kVA maksimum kapasiteye sahip fırçasız 3 faz çıkışlı P-P 400 volt enerji üretmektedir. Dizel motor çalıştırıldığında dairesel mekanik hareket şaft ile aktarılıp alternatörün dâhili parçaları döndürülerek sistem çalıştırılır. Ana rotorda kalıcı mıknatıslanma sağlanarak, ana statorda az miktarda AC voltaj üretilmiş olur. Otomatik voltaj regülatörü üzerinde bulunan doğrultucu devre bu voltajı DC voltaja çevirir ve bu voltajı ikaz statoruna uygular. İkaz statoruna uygulanan DC akım ikaz rotorunda manyetik alan meydana getirerek AC voltajı indükler. Bu AC voltaj döner diyotlar tarafından DC voltaja çevrilir. Ana rotora gönderilen bu DC voltaj, kalıcı mıknatıslanmadan daha kuvvetli manyetik mıknatıslanma meydana getirerek ana stator sargılarında daha yüksek voltaj indükler. Daha yüksek voltaj rotorlarda daha yüksek DC demektir, bu çevrim jeneratör çıkış voltajı optimum olana kadar devam eder. Bu yüksek voltaj otomatik voltaj regülatörü tarafından ikaz akımı ve voltajı azaltılarak uygun değerde çıkış voltajı gücü üretilir. Bu işlem bir saniyeden daha az sürede yapılır. Voltaj regülasyonu %1 toleranslıdır [28,29]. (Şekil 4.2)



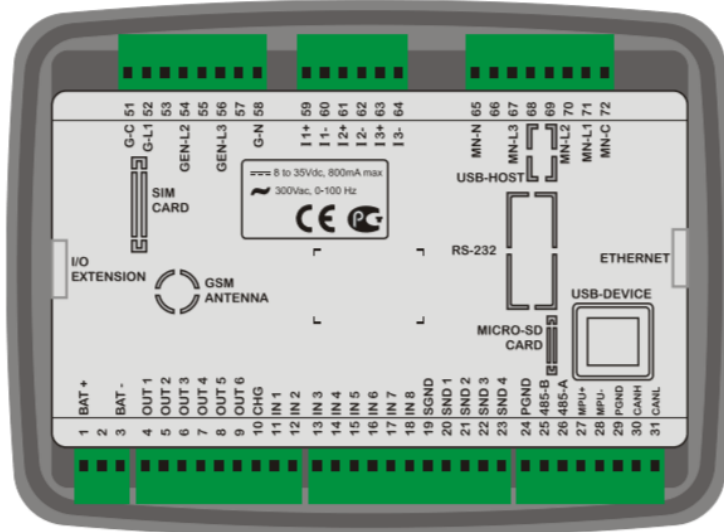
Şekil 4.2: Alternatör çalışma prensibi

Bu sete ait motor ve alternatör grubu çelik şase üzerinde bulunmaktadır. Bu şase aynı zamanda yakıt deposu olarak da kullanılmaktadır. Bu yakıt deposu yaklaşık

200 litre kapasiteli olup dizel motorun tam yükte 22 litre/h motorin tükettiğini kabul ettiğimizde ortalama olarak 8-9 saat durmadan çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Egzoz sistemi susturuculu olup, motor çalışması süresinde ortaya çıkacak gürültü en aza indirmeye çalışılmıştır.

4.2 Jeneratör Kontrol Cihazı ve Montajı

Elektronik ve elektronik olmayan dizel jeneratörlerin otomatik çalıştırılması ve durdurulması için özel kontrol modülleri tasarlanmıştır. Dizel jeneratörler üzerinde çalışma esnasında gerek motordan gerekse alternatörden ve harici donanımlardan sürekli verilerin toplandığı ve yönetildiği bu cihazlar diğer bir söylemle jeneratörün beyni işini görmektedir. Bu cihazlar makine çalışması durumunda sürekli ölçüm değerlerini jurnalleyerek kayıt altında tutmaktadır. İzin verilen aralıkta geçmişteki tüm arıza kayıtları ve anormallikler öğrenebilmektedir.

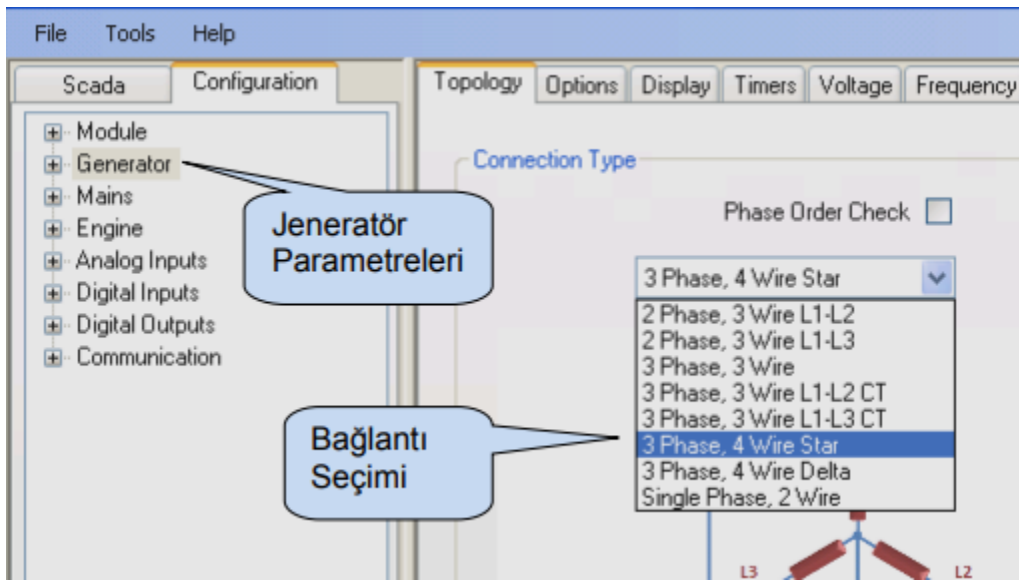


Şekil 4.3: Kullanılan jeneratör kontrol cihazının arka tarafı

Günümüzde kullanılan jeneratör kontrol cihazlarında dizel motora ait sıcaklık, basınç, yakıt durumu bilgilerini, akü voltajlarının durumu, akü şarj gerilimi, anlık motor devir bilgilerini ve motor çalışma saatini gibi bilgileri görülebilmektedir. AC alternatöre ait anlık PP-PN gerilimleri, izlenebilir şebeke gerilimleri, akım-gerilim şekli, harmonik analiz, şebeke ve jeneratör gerilim frekansı, şebeke ve jeneratör fazları üzerinden akan akım değerleri, nötr




















üzerinde var olan akım değerleri ve sistemden çekilen faz başına kW, kVA, kVAR ve $\cos\theta$ değerleri gibi ölçümler görülebilmektedir.

Kontrol modülleri mevcut sistemde ölçüm ve izleme yapabildiği gibi sistemi korumaya yönelik ikaz ve alarmlarla da önlemleri otomatik olarak almaktadır. Sistemdeki şarj arızası, düşük akü, kW aşırı yük ikazları gibi örnekleri verebiliriz. Sistemin stabilizesini ve duruşunu önlemek amaçlı olarak ise ön-alarm olarak tanımladığımız uygulamaları da bulunmaktadır, örneğin düşük yağ basıncı, yüksek ve düşük motor sıcaklığı, düşük/yüksek hız, düşük/yüksek frekans ve düşük/yüksek voltaj ön-alarmları bulunmaktadır.



Şekil 4.4: SCADA yazılımında parametre ayar sayfası

Kontrol modüllerinde 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. Arıza-alarm türleri şekil 4.5'te verilmiştir.

Görünüm	Tanımlama	Görünüm	Tanımlama	Görünüm	Tanımlama
	Uyarı Alarmı		Kapatma Alarmı		Elektriksel Trip
	Yakıt		Düşük Yağ Basıncı		Yüksek Akım Uyarısı
	Şarj Arızası		Yüksek Su Sıcaklığı		Yüksek Voltaj (AC)
	Acil Durdurma		Motor Marş Almadı		Düşük Voltaj (AC)
	Yüksek Voltaj (DC)		Aşırı Hız		Yüksek Frekans
	Düşük Voltaj (DC)		Düşük Hız		Düşük Frekans
	Yardımcı Gösterim		Yardımcı Alarm (Uyarı yada Kapatma)		

Şekil 4.5: Kontrol cihazı arıza türleri

Bu çalışmada bahsi geçen dizel jeneratörler üzerinde kullanılan jeneratör kontrol cihazı bağlantısı aşağıdaki gibidir. Cihazın içerisinde ethernet, GPRS modem, USB host, RS232, RS485 vb. türlü haberleşme arabirimi için özellikleri bulunmaktadır.

4.2.1 Jeneratör Fazları Bağlantıları

Cihazın montajı ise sırası ile aşağıdaki gibi yapılmış ve uygulanmıştır. Öncelikle dizel jeneratöre setine ait alternatörün fazlarına (U,V,W) ait çıkışlar üç ayrı sigortadan geçerek cihazın arkasına getirilmelidir. Bunun için sırası ile U fazı 52 numaralı port olan GEN-L1'e, V fazı 54 numaralı port olan GEN-L2'ye, W fazı 56 numaralı port olan GEN-L3'e irtibatlandırılır, böylelikle alternatörden faz çıkış voltajlarının bilgisi cihaza ulaşmış olacaktır. Jeneratör frekansı, jeneratör düşük/yüksek devir, jeneratör düşük/yüksek gerilim programlanmış olan sınırların dışına çıkması durumunda ilgili hata LCD ekrana gelecek ve jeneratör motorun çalışmasını durduracaktır. Uyarı ve alarm için alt ve üst sınır değerleri ayrı ayrı tanımlanabilmektedir. Fazların bağlantısı tamamlandıktan sonra nötr bilgisi için nötr çıkışı cihazda GEN-N portuna irtibatlandırılır. (Şekil 4.6)

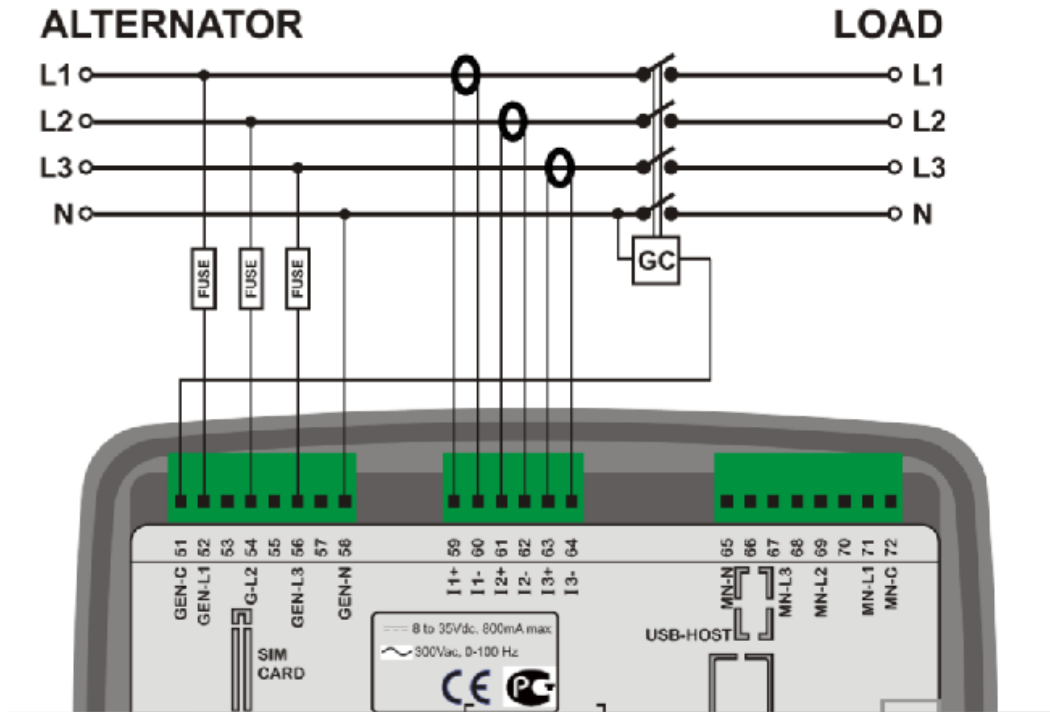
4.2.2 Akım Trafoları Bağlantıları

Cihazın arkasında orta üst kısımda ise fazlardaki akım bilgisini okuyor olabilmemiz için akım trafosu terminalleri için port bırakılmıştır. Sırası ile U fazının akım trafosunun artı ucu cihazın 59 numaralı portu I1+ sına, eksi ucu 60 numaralı I1- sine, V fazının akım trafosunun artı ucu cihazın 61 numaralı portu

I2+ sına, eksi ucu 62 numaralı I2- sine, W fazının akım trafosunun artı ucu cihazın 63 numaralı portu I3+ sına, eksi ucu 64 numaralı portu I3- sine irtibatlandırılmalıdır. Bu irtibatlanmada önemli olan husus akım trafolarının primer sargı değerlerinin bilinmesi ve montaj bittikten sonra cihaz yazılımında doğru şekilde girilmesidir ve her bir akım trafosu diğerleri ile aynı değerde olmalıdır ki diğer ölçüm değerlerinde ortaya çıkacak yanlış ölçüm değerleri önlenmelidir, örneğin kW ve cos θ değerleri gibi. (Şekil 4.6)

4.2.3 Yük Kısmı Bağlantıları

Çalışmada kullanılacak jeneratör setleri geniş bir tarımsal arazide şebeke enerjisinin olmadığı yerlerde kullanıldığı için yük kısmı boş bırakılmıştır. Jeneratör seti arazide kullanıldığında klemens kutusundaki şaltere kullanılacak motorun faz ve nötr kabloları bağlanacaktır. Arazide kullanım sırasında çalışan jeneratör setinden enerji çekilmeye başlandığında yük kısmından motora doğru elektrik enerjisi akacaktır. Bu sebeple cihazın arkasında sağ üst kısmındaki portların tamamı boş bırakılmıştır. 65 numara ile 72 numaralı portların tamamı boş bırakılmıştır. (Şekil 4.6)



Şekil 4.6: Kontrol cihazı arka üst kısmı

4.2.4 Akü ile Kontrol Cihazı Bağlantıları

Cihazın arkasında sol alt kısmında bulunan 1 numaralı port olan BAT+'ya akünün artı ucu bir sigortadan geçirilerek irtibatlandırılır. 2 numaralı port boş bırakılmıştır. Akünün eksi ucu ise yine aynı yerde bulunan 3 numaralı port BAT-'ye irtibatlandırılır. (Şekil 4.8)

4.2.5 Dijital Çıkışların Bağlantıları

Cihazın arkasında sol alt kısmında bulunan 4 numaralı port olan OUT1'e dizel motora ait olan krank marş motorunun röleden geçen eksi ucu getirilerek irtibatlandırılır. 5 numaralı port olan OUT2'ye dizel motora ait olan yakıt pompasının röleden geçen eksi ucu irtibatlandırılmıştır. Programlanan marşlama adedi sonunda jeneratör çalışmazsa jeneratör seti marş arızası verecektir. 6-7-8-9 numaralı dijital çıkış portları sırası ile OUT3, OUT4, OUT5 ve OUT6 boş normalde boş bırakılmıştır, ancak soğuk hava şartları veya kış dönemi için kullanım planlanıyorsa, 7 numaralı OUT4 portu dizel jeneratör motor ceket suyunun donmasını önleme amaçlı olarak su ısıtıcısı ile irtibatlandırılabilir. İstenmesi takdirde bu porta bağlantısı yapılabilmektedir. (Şekil 4.8)

4.2.6 Şarj Alternatörü ve Dijital Girişlerin Bağlantıları

10 numaralı port olan CHG ucuna şarj alternatöründen gelen artı ucu buraya irtibatlandırılır. Jeneratör setinde bulunan aküler zamanla biteceği için mevcut dizel motor üzerinde bulunan şarj alternatörü motor çalışması esnasında yaklaşık olarak 28 V DC enerji üreterek akülerin şarj edecektir. 10 numaralı porta girdiğimiz uç sayesinde şarj alternatörünün akü şarj voltajını görüyor olacağız. (Şekil 4.8)

11 numaralı port olan IN1 ucuna dizel motor üzerinde bulunan motor yağ basınç sensörü kontak ucu irtibatlandırılır. Dizel motorda oluşabilecek bir yağ arızasında kontak arızasına geçerek motoru korumak adına jeneratör setini durduracaktır.

12 numaralı port olan IN2 ucuna dizel motor üzerinde bulunan motor suyu sıcaklık sensörü kontak ucu irtibatlandırılır. Dizel motorda oluşabilecek bir

sıcaklık arızasında kontak arızasına geçerek motoru korumak adına jeneratör setini durduracaktır.

Oluşabilecek olağanüstü hallerde dizel jeneratör setini dışarıdan hızlı ve acil şekilde durduracak acil durum buton tertibatı bulunmaktadır. Acil durum butonu mantar stop butonu şeklinde olup, basılması durumunda çevrilerek eski haline getirilebilmektedir. Bu acil durum butonu kontağı 13 numaralı port olan IN3 ile irtibatlanmıştır. (Şekil 4.8) (Şekil 4.7)

Dizel jeneratör setleri kullanım olarak kullanılacakları bu çalışmada tarımsal alanda kalacakları için kabinli tipte olarak montajlanmış ve kabin üzerinde metal bir anahtar ile ON pozisyonuna alınarak çalıştırılacak şekilde tasarlanmıştır. Bu anahtar jeneratör setini kullanacak kişide bulunacağından dolayı anahtar sahibi olmayan kişiler tarafından kullanımda engellenmiş olacaktır. Bu uygulamada kullanılacak anahtar kontağı 14 numaralı port olan IN4 ile irtibatlandırılmaktadır. (Şekil 4.8)

Şekil 4.7’de tarımsal sulama alanı için hazırlanan jeneratör setleri bu çalışma süresince dağlık tarımsal arazi üzerinde bulunacak ve bırakılacağından dolayı olası hırsızlık ihtimaline karşın jeneratör seti kabininin kapıları içeriden siviçler ile donatılarak kilitlenmiştir. Kabin kapı kilitlerinin anahtarları sadece sorumlu teknik personelde olacağı için, harici teşebbüsler engellenmiş olacaktır. Bu siviçler kapalı kontak mantığıyla çalışmakta olup uçları 15 numaralı port olan IN5 ile irtibatlanmıştır. 16-17-18-numaralı IN6-IN7-IN8 portları boş bırakılmıştır. (Şekil 4.8)



Şekil 4.7: Tarımsal sulamada kullanılan 110 KVA jeneratör seti

4.2.7 Analog Sensör Bağlantıları

Cihazın arkasında alt orta kısmında bulunan 19 numaralı SGND portu jeneratör setine ait olan analog sensörlerinin değer okuyabiliyor olabilmesi için gerekli ortak toprak uçlarının bağlantı noktasıdır. 20-21-22 numaralı portlara sırası ile dizel motor üzerinde bulunan analog sensörlerin gösterge uçları irtibatlanmıştır. 20 numaralı port olan SND1 ucuna motor yağ basınç sensörü gösterge ucu irtibatlandırılarak jeneratör setindeki yağ basınç değeri okunabilmektedir. Buradaki minimum yağ basınç sınır değeri yaklaşık olarak 1.0 bar olarak tayin edilmiştir ancak jeneratör kontrol cihazı yazılımı ile istenilen değerlere set edilebilmektedir. (Şekil 4.8)

21 numaralı port olan SND2 ucuna motor su sıcaklık sensörü gösterge ucu irtibatlandırılarak jeneratör setindeki motor ceket suyu sıcaklık değeri okunabilmektedir. Buradaki maksimum motor ceket suyu sıcaklık değeri yaklaşık olarak 98 °C olarak tayin edilmiştir ancak jeneratör kontrol cihazı yazılımı ile istenilen değerlere set edilebilmektedir. (Şekil 4.8)

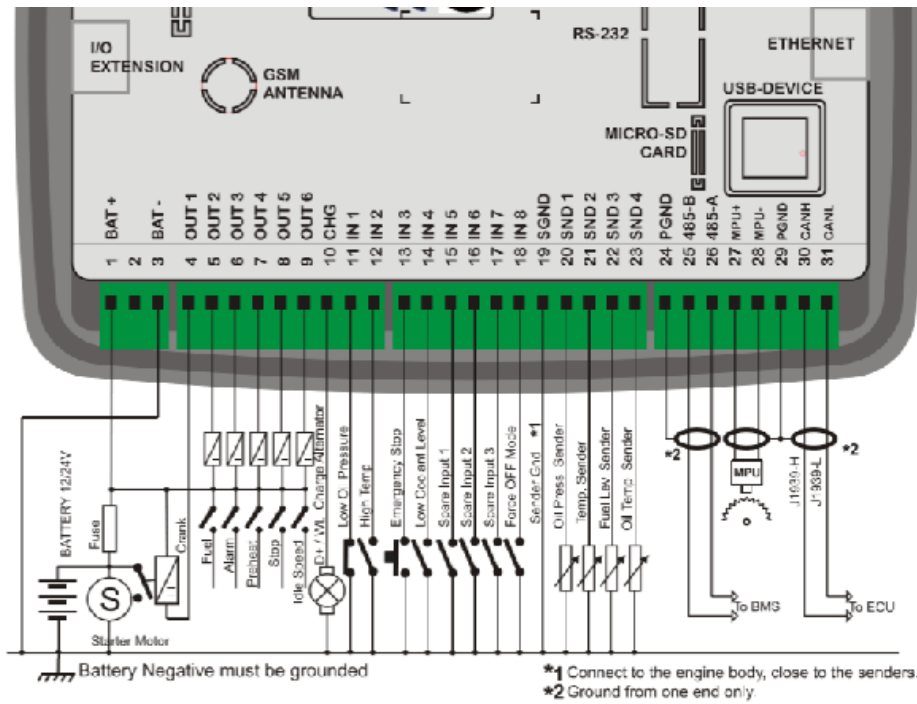
22 numaralı port olan SND3 ucuna jeneratör seti şasesindeki yakıt deposunda bulunan dizel yakıt seviye göstergesinin ucu irtibatlandırılmaktadır. Böylece anlık olarak jeneratör setindeki yakıt seviyesi okunabilmektedir. Göstergedeki seviye değeri yazılım ile ayarlanarak sisteme tanımlanmalıdır. Dizel jeneratör setinin çalışmadığı durumlarda eğer yakıt seviyesi 1 saat içerisinde %20 ya da daha fazla azalırsa “Yakıt Çalınıyor“ uyarısı oluşmaktadır. Dizel jeneratör seti çalışırken eğer yakıt seviyesi saatlik yakıt tüketim yüzdesi değerinin 2 katı ya da daha fazla hızla azalırsa “Yakıt Çalınıyor” uyarısı oluşur. 23 numaralı port olan SND4 boş bırakılmıştır. (Şekil 4.8)

4.2.8 RS-485, MPU ve CANBUS Bağlantıları

Jeneratör kontrol cihazının arkasında sağ alt kısımda kalan portların tamamı boş bırakılmıştır. Bunlar sırası ile 24 numaralı PGND – RS485 toprak koruması portu, 25 numaralı 485-B ve 26 numaralı 485-A portları ise RS-485 dijital haberleşme veri hattının A ve B uçları için boş bırakılmıştır. (Şekil 4.8)

Dizel jeneratör seti motor devrini çıkış voltajı üzerinden tanımlayıp verisini aldığı için bu jeneratör setinde manyetik pick-up kullanılmamıştır. Manyetik pick-up kullanılmadığından dolayı kontrol cihazına ait olan 27 numaralı MPU+ portu ve 28 numaralı MPU- portu boş bırakılmıştır. (Şekil 4.8)

Jeneratör kontrol cihazının arkasında alt sağ kısmın son 3 portu olan 29 numaralı PGND portuna MPU veya CANBUS koruma topraklaması girilmekte, 30 ve 31 numaralı portlara ise CANH ve CANL portlarına ise eğer jeneratör seti elektronik kontrol ünitesi olsaydı J1939 özel kablosu ile irtibatlandırılacaktır. (Şekil 4.8)



Şekil 4.8: Kontrol cihazı arka alt kısmı

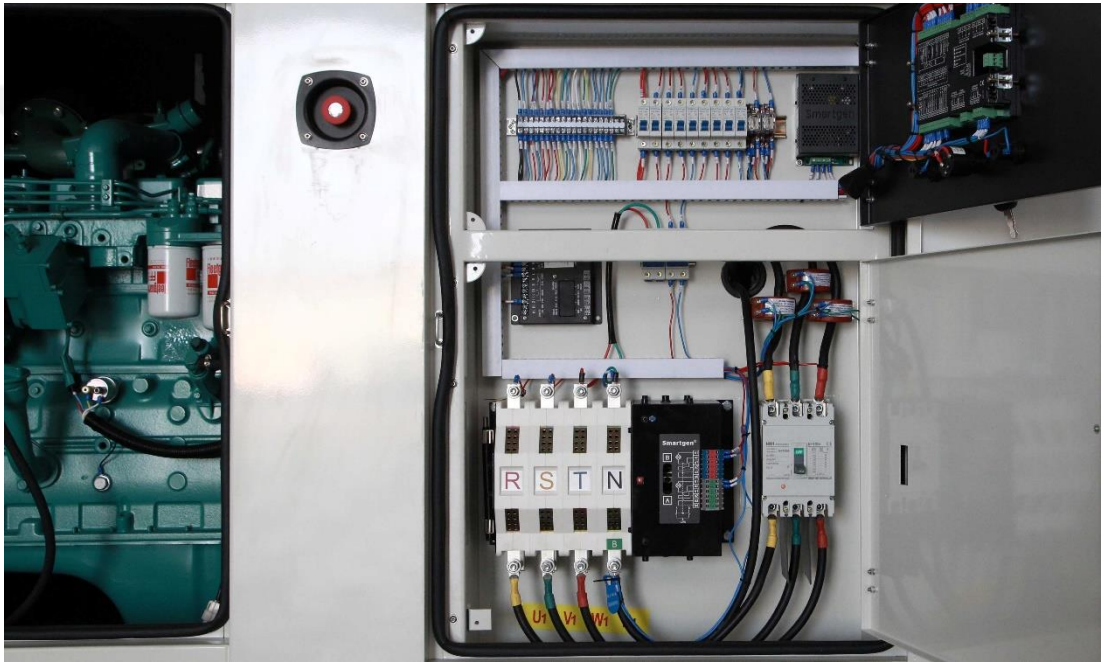
4.2.9 Diğer Bağlantılar

Cihazda opsiyonel olarak GSM modem kullanılması için kontrol cihazının arkasında bulunan RS-232 portu ile irtibatlandırılarak, jeneratörü setinin dünya üzerinde tam olarak nerede olduğunun bilgisini alınabilmektedir. Koordinat bilgileri cihazın üzerindeki LCD ekranda menü vasıtası ile de görülebilmektedir. (Şekil 4.3)

Cihazdaki haberleşme fonksiyonlarını kullanabilmek için, GPRS bağlantısına izin veren bir sim kart kullanılmalıdır, sim kart için cihaz arkasında bulunan

slota sim kart takılarak gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada daha önceden belirlenen bir GSM şebekesi firmasının “machine to machine“ olarak belirttiği M2M sim kartlar kullanılmıştır. Sim kart ve anteni cihazın arka kısmında bulunan uygun olan slotlara takılmıştır. Bu sim kartlar vasıtası ile SCADA merkez birimi ile jeneratör setinin kontrol cihazı kablosuz şekilde birbiri ile haberleşme yapması sağlanmıştır. (Şekil 4.3)

Şekil 4.9’da jeneratör seti kontrol cihazı, kontrol panosu ile montajı tamamlanıp tüm mekanik ve elektriksel bağlantıları tamamlanmış, kullanıma hazır hale gelmiştir.



Şekil 4.9: Kontrol cihazı ile kullanıma hazır bir jeneratör seti

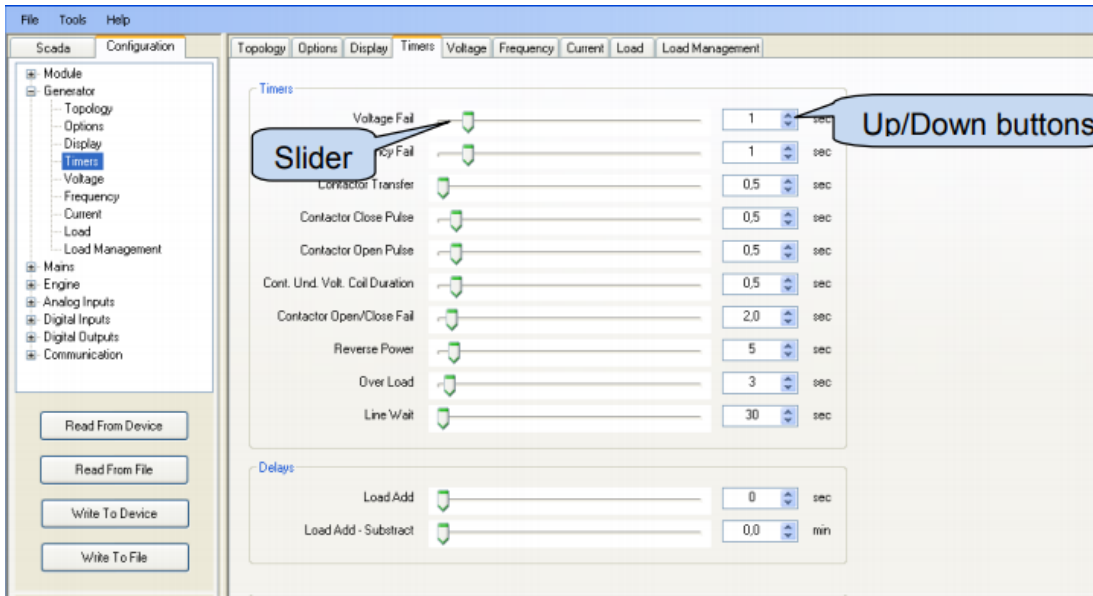
4.3 Kontrol Cihazı Programlama ve Konfigürasyon

Kontrol cihazına ait bağlantılarının tamamlanmasının ardından, dizel jeneratör setinin akü kutup başları bağlanarak kontrol panosu enerjilendirilir, kontrol panosu içerisinde mevcut sigorta kaldırılarak kontrol cihazı aktif hale getirilmiş olur. Kontrol cihazına tarımsal sulama alanında kullanıma uygun olacak şekilde öncede belirlenen senaryoya göre hazırlanmış parametreler, bilgisayar bağlantısı yolu ile her bir dizel jeneratör setine yüklenmiştir.

Yükleme yapılacak bilgisayar USB kablo aracılığı ile kontrol cihazına bağlantısı yapılır. Bilgisayarda yazılım çalıştırılması ile gelen pencerede USB seçeneği

seçilir ve bağlantı gerçekleştirilmiş olur. Bağlantının gerçekleşmesinden sonra konfigürasyon sekmesine tıklayarak pencerenin alt kısmında bulunan “cihazdan oku” butonuna tıklanır ve cihaz içerisinde fabrika ayarları yazılıma aktarılmış olur.

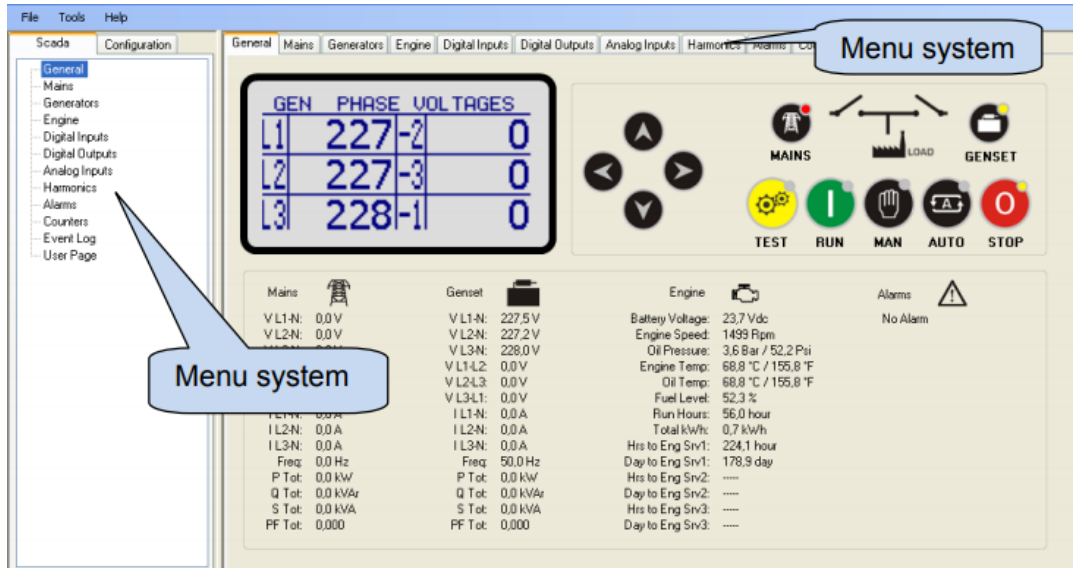
Konfigürasyon sekmesinde sol tarafına jeneratöre, dizel motora, analog girişler, dijital giriş ve çıkışlar için diğer ayar parametreleri bulunmaktadır. Bu sekmeler istendiği takdirde aşağı yukarı butonu ile değerler istenilen şekilde ayarlanabilmektedir. Şekil 4.10’da konfigürasyon / generator / timers sekmesine tıklanması sonucu gelen sayfa paylaşılmıştır.



Şekil 4.10: Konfigürasyon / Generator / Timers sekmesi

İstenilen değişiklikler yapıldıktan sonra veya yeni bir parametre grubu oluşturulduysa bu durumu tekrar kontrol cihazına aktarmak gerektiğinden dolayı, istenilen değişiklikler gerçekleştikten sonra sol altta “cihaza yazdır” butonuna tıklanarak güncel parametreler kontrol cihazına aktarılmış olur.

Yazılımın kendi içerisinde de SCADA aracılığı ile izleme ve kontrol yapılabilmektedir. Dizel jeneratör setine ait tüm bilgilere görülebilmekte ve tüm ölçüm değerlerine ulaşılabilmektedir. (Şekil 4.11)



Şekil 4.11: SCADA/General sekmesi



5 SCADA İLE SİSTEMİN TAKİBİ VE KONTROLÜ

5.1 Merkez Terminal Birimi Seçilmesi

Bu çalışmada SCADA merkez kontrol birimi için, daha önceden işletme içerisinde hazır olan server içerisine SCADA için gerekli dijital alan yaratılarak ön hazırlıkları tamamlanmıştır. Kullanım için gerekli yazılım server içerisine kurulmuştur. Server üzerinden tarımsal alana çıkarılacak dizel jeneratörler bu server üzerinden iletişime geçmiştir. (Şekil 5.1)

5.2 Tarımsal Sulama Öncesi Son Kontroller

388 adet 110 kVA dizel jeneratör setinin kontrol cihazı montajı ve bağlantıları yapıldıktan sonra, kontrol cihazına USB port ile bağlanılarak SCADA programının yazılımı ile ilgili motor ve alternatör parametreleri her birisine tek tek yüklenmiştir. 388 adet dizel jeneratör tarımsal sulama alanına çıkmadan önce tek tek test edilmiş ve tüm bağlantılarının başarılı olduğu görülmüştür. Her cihazın kendisine ait özerk bir kodu bulunmakta olup, jeneratörler sahaya çıkmadan önce tek tek kontrol cihazı enerjilendirilerek izleme yapılacak bilgisayarda görünür olup olmadıkları kontrol edilmiştir. Dizel motor ve maksimum enerji yük testleri yapıldıktan sonra tır, kamyon gibi araçlara yüklenerek sahaya sevk edilmişlerdir.



Şekil 5.1: Dizel jeneratör seti SCADA sistemi

5.3 Kullanım Süreci

388 adet dizel jeneratör bahar-yaz dönemi aralığında yaklaşık olarak 6 ay kadar bir sürede tarımsal sulama alanında arazide bulunan değişik güçlerdeki dalgıç su pompalarının çalışması ve tarım arazisi sulamasında kullanılmak üzere sevk edilmiştir. Yaklaşık olarak 350 km²'lik bir alana dağıtılan jeneratör setlerinin takibi ve kontrolü altı ay boyunca sürekli olarak SCADA sistem ile gerçekleştirilmiştir. Bu süre zarfında tarımsal arazide yapılan bu uygulamada iki adet vardiya personeli gündüz ve gece vardiyası olmak üzere iki mesai aralığında sürekli izleme yaparak günlük makine bakım onarımı yapılacak jeneratör setlerini belirlemiştir. Her sabah gündüz vardiyasının başlaması ile o güne ait arızalı veya bakım gerektiren jeneratör setleri belirlenmiş, akabinde her bir teknik personele günlük iş emri oluşturularak bakım-onarım gerektiren jeneratör grupları yazılı olarak verilerek arızaların giderilmesi gerçekleştirilmiştir. Bakım gerektiren jeneratörlerin SCADA sisteminden kontrol edilerek ne tür yedek parça gereksinimi olduğu belirlenmiş, duruma göre teknik personel sahaya çıkmadan kendilerine ihtiyaca göre uygun yedek parça verilmiştir. Örneğin: filtre, motor kayışı veya motor yağı gibi malzemeler depodan tedarik edilmiş ve teslim edilmiştir. Ek olarak gün içerisinde ani olarak gelişen jeneratör arızaları sahadaki teknik personel ile paylaşılmış, en yakın teknik personelin jeneratör setine intikal etmesini ve oluşan problemi veya arızayı çözmesi ve giderilmesi sağlanmıştır.

5.4 İzleme

İzleme (monitoring) , bir sistem içerisindeki durumun takip edilmesi ve meydana gelen değişikliklerin gözlenmesini açıklamak için kullanılan kelimedir. İzleme yapan personel masa üstü bilgisayar ile araziye dağınık şekilde bulunan jeneratör setlerini izlemiştir, bu izlemede SCADA ara yüz programında arazideki jeneratör setleri dörtgen kutular olarak görünmekte ve kutu renklerine göre jeneratör setinin durumunu tayin edilebilmektedir. SCADA sisteminde bulunan kutuların renkleri beş farklı renk olarak belirlenmiştir. Şekil 5.2'de görüleceği üzere bu renkler Kırmızı-Sarı-Gri-Yeşil-Mavi şeklindedir.

Kırmızı kutular jeneratör setinde arıza olduğunu göstermektedir. SCADA yazılımı herhangi bir jeneratör setinin arıza haline geçmesi durumunda sahip olduğu kutusunu kırmızı renge çevirmektedir. Kutuya tıklanması ile kutuda arıza sebebi yazmaktadır. Personel kutudaki arızayı not aldıktan sonra gün içerisinde sürekli sahada bulunan teknik personeli arızalı jeneratör setine yönlendirirken kutudaki arıza bilgisini paylaşarak arızanın giderilmesinde yardımcı olmaktadır. Jeneratör setindeki arızanın giderilmesinin arkasından teknik servis personeli kontrol cihazındaki arıza durumunu resetleyerek jeneratör setini tekrar devreye almaktadır.

Sarı kutular ise jeneratör setinin kırmızı hale geçip durma öncesi ön alarm verdiği durumlar için oluşmaktadır. Örneğin düşük yakıt seviyesi veya bakım periyodunun yaklaşması durumu gibi.

Gri kutular ise SCADA sisteminin o jeneratör seti ile iletişim kuramadığını göstermektedir. Bu durumda bu problemin kaynağı ya sim kart arızası ya da anten arızası gibi durumlar olduğundan dolayı, teknik personel tarafından en kısa sürede arızası giderilerek sisteme dâhil edilmiştir.

Yeşil kutular jeneratör setinin problemsiz şekilde çalıştığını göstermektedir.

Mavi kutular ise jeneratör setinin durağan şekilde çalışmaya hazır beklediği bilgisini vermektedir.

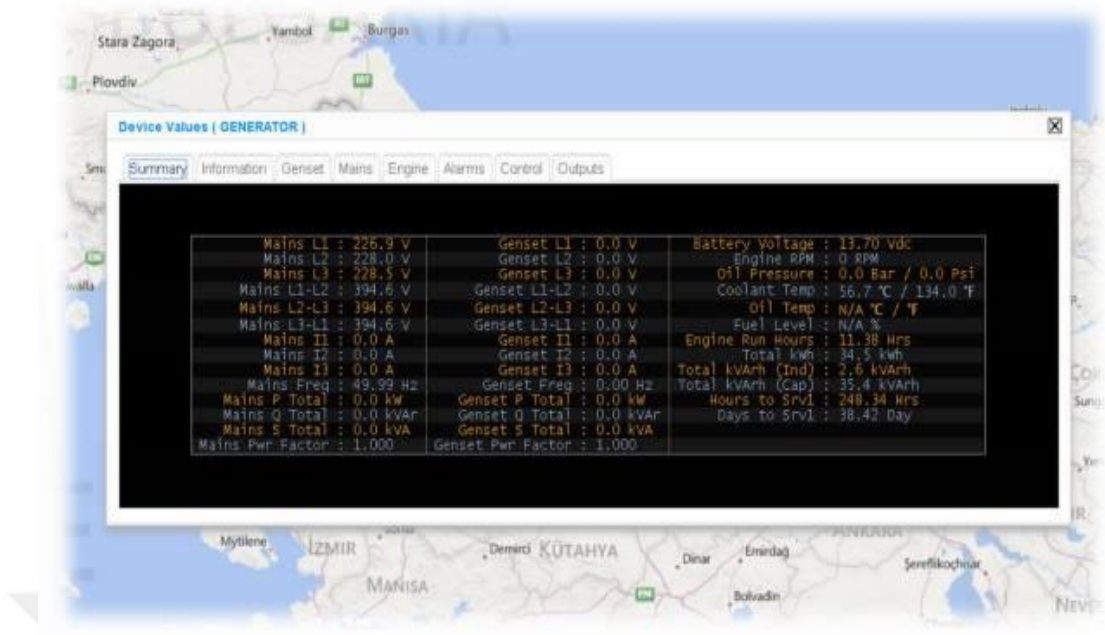


Şekil 5.2: SCADA sistemi izleme görseli

Şekil 5.3'te görüntülenen SCADA ekranından bulunan jeneratör setlerinden gündüz ve gece vardiyasında çalışan personelin kullandığı ara yüz programında herhangi bir jeneratör setine tıklaması durumunda programda şekil 5.4'te görünen o jeneratör setine ait bir pencere gelecek ve bu pencere jeneratör setine ait anlık bilgiyi gösteriyor olacaktır. Bu pencerede üç adet sekme bulunmaktadır. Sol sekme jeneratör setinin şebeke enerjisine yedek bırakılması durumunda şebeke enerjisine ait bilgileri vermektedir. Ortadaki sekme ise jeneratör setine ait bilgileri gösteriyor olacaktır. Sağdaki sekme ise jeneratör setine ait dizel motor ve yapılan ölçümlere ait bilgileri veriyor olacaktır. Bu bilgiler ışığında arızaya geçmiş ve geçme ihtimali olan jeneratör setlerine tahmini olarak yaklaşılmış ve gün içerisindeki iş yükü hafifletmeye çalışılmıştır.



Şekil 5.3: SCADA izleme ekranı görüntüsü

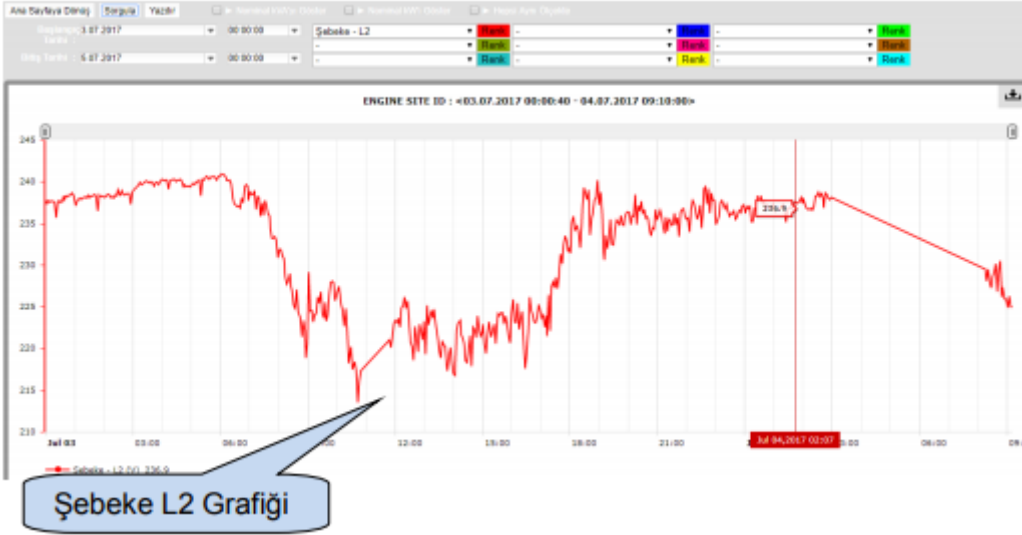


Şekil 5.4: SCADA dizel jeneratör bilgi kutusu

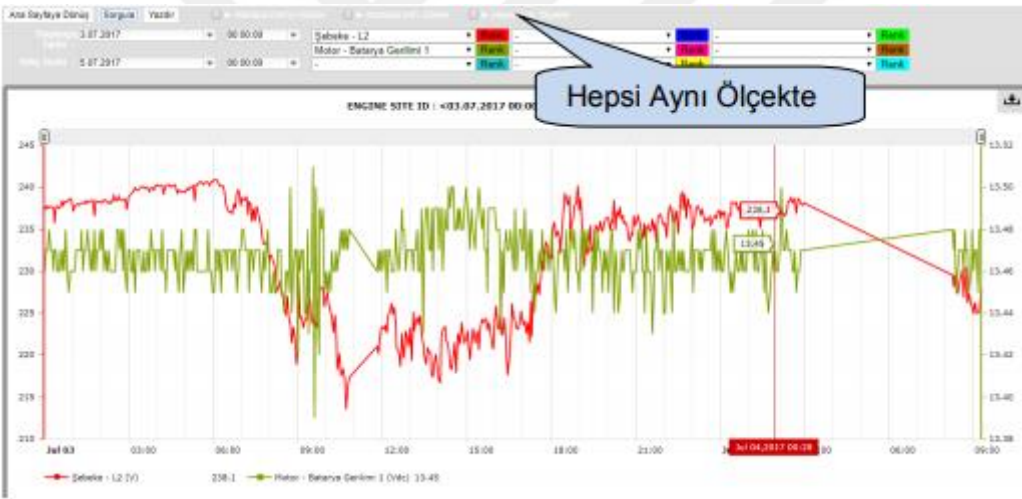
5.5 Grafik Analizi ve Raporlama

SCADA sistemi ile sahada çalışan 388 adet jeneratör setinin bu süreç boyunca her ayın ilk gününde bir önceki aya ait tüm raporlar oluşturulmuştur. Bu raporlar jeneratör setlerine ait bireysel ve aynı zamanda toplam bilgileri içermektedir. Raporlama istenirse günlük haftalık şekilde değişik periyodlar ile de yapılabilmektedir, hatta istenirse özel gün ve saatler ile başlatılıp sonlandırılabilir.

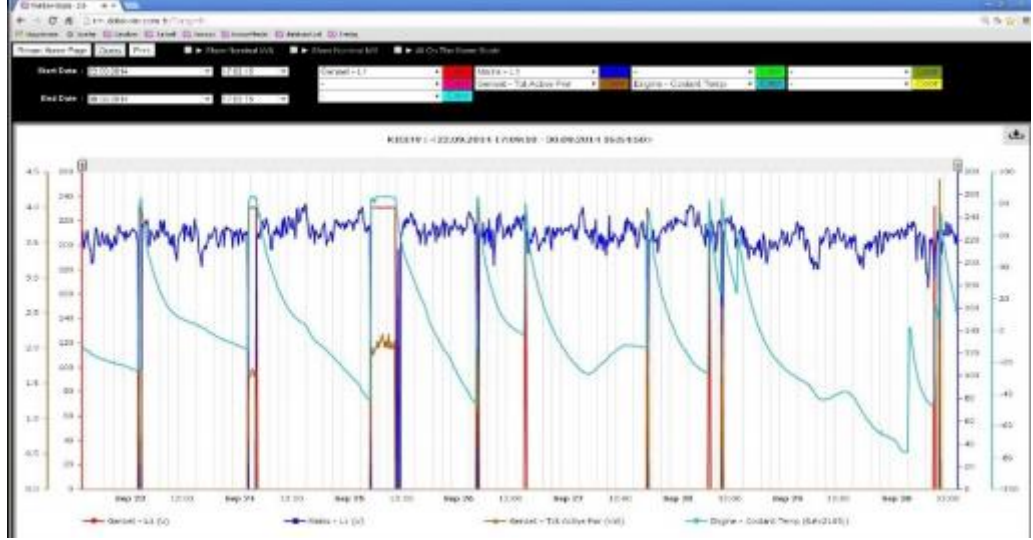
Şekil 5.5'te görüleceği üzere bu analizleri yaparken istenilen herhangi bir jeneratör seçilerek, tercih edilen tarih aralığı arasında istenilen herhangi bir bilgi grafik olarak da görülebilmektedir. Grafikselleştirme yine istendiği takdirde tek parametre olarak görülebildiği gibi, aynı anda birden çok bilgiyi de tek grafik üzerinde görülebilmek imkânı sağlamaktadır. (Şekil 5.6),(Şekil 5.7)



Şekil 5.5: Şebeke-L2 fazı grafiği



Şekil 5.6: Şebeke-L2 fazı ve motor-batarya gerilimi grafiği



Şekil 5.7: Çok seçmeli parametre grafiği

Bu grafiklerde şebekenin her fazına ait P-N ve P-P voltaj değerleri, şebeke voltajı frekansı, her faza ait akım değerleri, şebeke ortalama akımı, şebeke fazlarını üzerindeki KW-KVA-KVAR değerleri görülebilmektedir. Grafik aynı zamanda jeneratöründe her fazına ait P-N ve P-P voltaj değerleri, jeneratör voltajı frekansı, her faza ait akım değerleri, jeneratör ortalama akımı, jeneratör fazları üzerindeki KW-KVA-KVAR değerleri görüntüleyebilmektedir. Son olarak ise dizel motora ait yağ basıncı, su sıcaklığı, yakıt seviyesi, motor devri, akü gerilimi, şarj giriş gerilimi ve motor çalışma saati bilgisini de istendiği takdirde görüntülenebilmektedir.

Grafiksel dokümantasyondan faydalanılarak yapılan her analiz istenilen ölçekte raporlanması yapılabilmektedir. Bu analizlerin sonucu jpg veya excel dosyası olarak saklanabilmektedir. İlk raporlama tüm ay boyunca dizel motorların tüketmiş olduğu toplam yakıt miktarı raporudur, SCADA programı hem toplam hem de bireysel olacak şekilde tablo ve grafik olarak raporlama yapabilmektedir. Diğer raporlama işlemleri ise jeneratör setlerinde üretilen enerji, tüketilen enerji, ortalama değerler ve kW/yakıt verimlilik raporları şeklinde devam etmektedir. İstendiği takdirde jeneratör setlerinin yukarıda belirttiğimiz her türlü bilgisi analiz edilebilerek grafiksel ve tablo olarak tanzim edilebilmektedir.

5.6 Faydalar

SCADA sisteminin interaktif ve hızlı şekilde jeneratör setine ulaşılabilmesi ve hızlı müdahale edilmesi ile arıza süreleri kısaltılması hedeflenmiştir. Her ne kadar makineleşme ile işsizlik oranını arttırsa da bu çalışmada da çok daha az teknik personel ile tüm jeneratör setleri kontrol altında tutulmuş ve gerektiği anlarda müdahale edilmiştir. Sistemin arıza öncesinde ön-alarm bilgisi vermesi arızaların oluşmamasında büyük etken olmuş ve önceden önlenmiştir. Tüm saha tek tek ve genel olarak kontrol altında tutulmuş ve izlenmiştir. Sistemden takip edilerek günlük iş planlarının oluşturulması ile teknik servis planlamasına büyük katkısı olmuş, bu sebeple depo ve yedek parça stoku da kontrollü şekilde takip edilmiştir. Sistemin her türlü enerji hırsızlığını ve yakıt hırsızlığını ortaya çıkarabiliyor olması, bu ihtimallerin gerçekleşmesi durumunda konuların sorumluları ve olayın sebepleri hakkında son derece yardımcı olmaktadır.

6 SONUÇ

Bu tez çalışmasındaki amaç, enerji ve otomasyon alanında kariyer yapmayı hedefleyen mühendislere ve diğer teknik personellere bu konu hakkında genel bir bakış açısı kazandırmaktır. Dizel jeneratör ve SCADA nedir? gibi temel sorulara cevap verilmeye çalışılmış, literatür üzerinde çeşitli taramalar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen çıkarım sonucunda bu bilgiler bir özet halinde sunulmaktadır.

SCADA sistemi ile çok uzaktaki jeneratör gruplarına kolayca erişilebilir. Arıza, bakım ve onarım gerektiren işlemler için uzaktan kontrol ve personel idaresi ile birlikte daha efektif bilgi edinilmesini sağlar. Dünyanın her yerinden bir bilgisayar ya da cep telefonu kullanılarak internet vasıtası ile uzaktan kontrol edebilme imkânı vermektedir.

Günümüzde jeneratör grupları için bakım-onarım teknik personelinin aylık maliyeti 2018 yılı resmi rakamlarına göre asgari 2.384,66 TL'dir. Çalışma yapılan 388 adet jeneratör grubunun bakım-onarım ve servis ihtiyaçlarını verimli şekilde yerine getirilebilmesi için en az 20 kişilik koordine bir ekipten oluşan teknik personel gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Mevcut personel sayısına istinaden sadece aylık işçilik giderinin (mesai, harcırah ve ekstralar gibi ücretler hariç) minimum 47.693,20 TL gibi bir meblağa tekabül ettiği görülmektedir. Yapılan çalışmalarda ise mevcut sistemin kontrolü, 5 kişilik teknik personel ile hem saha hem de ofis kısmında rahat bir şekilde sağlanmış ve başarılı şekilde tamamlanmıştır. Bu esnada ortaya çıkan giderlere göz atılacak olduğunda, ilk başta jeneratör kontrol cihazının piyasada mevcut distribütörler ile perakende ve toptan fiyatlarının 500 TL'den başladığı ve 900 TL'ye kadar vardığı görülmektedir. Yetkili servis tarafından merkezi sunucu (server) kurulumunun yapılması, GSM alt yapısının ve bağlantı kanallarının oluşturulması ile aylık sabit SCADA işletme tutarları göz önüne alındığında giderlerinin toplamı yaklaşık 100.000 TL olarak belirlenmektedir. İlk yatırım maliyetinin toplamda yaklaşık 300.000 TL'yi bulduğu açıkça görülmektedir. Bu meblağın yüksek

görülmesine nazaran yeni düzende kurulumu yapılmış olan tüm sistem, eski sisteme kıyasla kendisini 6 ay gibi kısa bir süre içerisinde amorti ederek fayda ve kârlılığını ortaya koymuştur.

Yukarıda örnek bir dizel jeneratör setinin kontrol cihazı montajı ve SCADA sistemi; donanım, yazılım, iletişim protokolleri ile bağlantı tipleri yönünden incelenmiştir. Yapılan dönemsel çalışmada, altı aylık kadar bir zaman zarfı içerisinde tarımsal sulama alanında tarım arazisine konulan ve montajı yapılan 388 adet dizel jeneratör seti SCADA programı ile denetimi takibi ve kontrolü başarıyla sağlanarak gerçekleştirilmiştir. SCADA programı ve jeneratör kontrol cihazı sayesinde sistemlerin, otomatik kontrollü olarak uzaktan izleme ve denetim imkânına kavuştuğu görülmüştür. Gerçekleştirilen bu çalışmanın ışığında, SCADA sistemleri ile izleme ve denetim sayesinde, daha az insan gücü kullanılarak sistem verimi ve güvenliği artırılmış, ayrıca veri arşivleme özellikleri sayesinde ileriye yönelik yatırımlar içinde yeni fikirleri olgunlaştırmış ve geliştirmiştir. Olası insan hataları ve kazalar önlenerek minimize edilen kayıplar ile maddi ve manevi hedef verime bir adım daha yaklaşılmıştır. Ayrıca gerçekleştirilen bu çalışmada, kullanılan saha enstrümanlarının, yazılımın yenilenmesi ve güncellenmesi ile enerji sektörü içerisinde dizel jeneratör setlerine birçok alanda kolaylıkla uygulanabilir özellikte olduğu aşikârdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Kul, N.**, “1500 KVA Gücünde 6.3 KV. Çıkış Gerilimli Jeneratör Grubu ve Yüksek Gerilim Kesicilerinin PLC-SCADA ile Uzaktan İzlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2009
- [2] **Özkara, A.**, “Bir orta Gerilim Dağıtım Sisteminin SCADA ile İzlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009
- [3] **Sarıkahya, M.** “ SCADA ile Enerji İzleme ve Otomasyon”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2013
- [4] **S. Özkan**, “Enerji Sektöründe SCADA Uygulamaları ve SCADA Otomasyonu Örnekleme”, Gazi Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2006
- [5] T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını, Elektrik Enerjisi Üretimi, Mayıs 2012
- [6] **K. Korkmaz**, Jeneratör Seçim Kriterleri
- [7] **B.T. Demir**, Jeneratör Seçimi ve Senkronizasyon
- [8] **K. Korkmaz**, Dizel Jeneratör Uygulamaları ve Seçim Kriterleri, Mayıs 2010
- [9] **D.J. Gaushell, H.T. Darlington**, “Supervisory Control and Data Acquisition”, Proceeding of IEEE, 1987
- [10] **Boyer, S. A.** , “SCADA Supervisory Control and Data Acquisition 2nd Edition” IS-The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 1999
- [11] **G. Clarke, D. Reynders**, “Practical Modern SCADA Protocols”, IDC Technologies, 2004.
- [12] **A. Daneels, W. Salter**, “What is SCADA?”, Trieste, Proc. Int. Conf. on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, , 1999.
- [13] **Bailey, D., Wright, E.**, ”Practical SCADA for Industry”, Elsevier, İngiltere, 2003
- [14] MEGEP, Elektrik Elektronik Teknolojisi SCADA Sistemleri, 2007
- [15] **Strauss, C.**, “Practical Electrical Network Automation and Communication Systems”, Elsevier, İngiltere, 2003
- [16] EMO, Kontrol Sistemleri – SCADA, Kasım 2012
- [17] **Karaçor, M., Keleş, K.**, Otomasyon Sistemlerinin Bileşenleri
- [18] NCS, Technical Information Bulletin 04-1, Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems, 2004
- [19] Karabük Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, MTM406 Endüstriyel İletişim Sistemleri Ders Notları, 2014
- [20] **V. R. Segovia, A. Theorin**, History of Control History of PLC and DCS, 2012
- [21] Ege Üniversitesi, EGE MYO Mekatronik Programı, Sensörler ve Dönüştürücüler, İzmir 2014
- [22] **İ. Ermiş**, Aksa Jeneratör San. A.Ş., Temel Alternatör Eğitimi

İnternet Kaynakları

- [23] <<http://dictionary.cambridge.org>>, Erişim Tarihi: 02.01.2018
- [24] <http://www.palgaz.com.tr/tr/main/icerik/p/85-jenerator>, Erişim Tarihi: 06.11.2017
- [25] <http://www.emsa-jenerator.com.tr>, Erişim Tarihi: 01.10.2017
- [26] <http://www.abb.com/abblibrary/downloadcenter/?View=Result>, Erişim Tarihi: 05.06.2017
- [27] www.siemens.com.tr, Erişim Tarihi: 05.06.2017
- [28] <https://www.cummins.com/engines>, Erişim Tarihi: 08.08.2017
- [29] <http://www.aksa.com.tr/tr-tr/urun-detay/144>, Erişim Tarihi: 06.09.2017



EKLER

EK A:Cummins Motorlu Jeneratör

EK B: Perkins Motorlu Jeneratör

EK C: Doosan, Volvo Penta John Deere Motorlu Jeneratör

EK D: Cummins ve John Deere Motorlu 110 KVA Jeneratör

EK E: Caterpillar Motorlu 110 KVA Jeneratör

EK F:ComAp IntelliLite MRS19 Jeneratör Kontrol Cihazı

EK G: Datakom D500 Jeneratör Kontrol Cihazı

EK H: DeepSea DSE8004 Jeneratör Kontrol Cihazı



EK A:Cummins Motorlu Jeneratör

Çizelge.a1: Cummins Motorlu Jeneratör Setleri (55KVA-3000KVA)

Jeneratör Grubu Özellikleri					Motor Özellikleri							Açık Tip Jeneratör Grubu		Kabinli Tip Jeneratör		Kontrol Panosu
Model	kVA Cosφ 0,8		kW ISO 8528*		Model	Silindir				Yakıt		Boyutlar ve Ağırlıklar		Kabin Modeli	Kuru Ağırlık	Model
	[1] Standby	[2] Prime	Standby	Prime		Tip	Hacim	Çap	Strok	Tüketimi %75 yükte	Tank Kapasitesi	Boy x En x Yükseklik	Kuru			
AC 55	55	50	44	40	S3,8-G6	4L	3,8	97	128	9,5	100	1780 x 950 x 1275	890	AK 30	1160	P 602
AC 66	66	60	52,8	48	S3,8-G7	4L	3,8	97	128	11	240	2150 x 1050 x 1516	1070	AK 40	1320	
AC 110	110	100	88	80	6BTA5,9-G5	6L	5,9	102	120	18	240	2173 x 1050 x 1633	1320	AK 40	1620	
AC 150	150	135	120	108	6BTA5,9G6	6L	5,9	102	120	27	470	2750 x 1300 x 1821	1485	MS60	2275	
AC 170	170	155	136	124	6BTA5,9G7	6L	5,9	102	120	29	470	2750 x 1300 x 1821	1570	MS60	2305	
AC 350	350	300	280	240	QSL9-G5	6L	8,8	114	145	46	470	2901 x 1300 x 1939	2665	MS 60	3485	
AC 400	400	360	320	288	NTA 855-G4	6L	14	140	152	57	700	2964 x 1550 x 2141	3190	MS 70	2485	P 732
AC 500	500	455	400	364	QSK 15 G6	6L	15	137	169	74,3	850	3377 x 1550 x 2103	3815	MS 80	4815	

Jeneratör Grubu Özellikleri					Motor Özellikleri							Açık Tip Jeneratör Grubu		Kabinli Tip Jeneratör		Kontrol Panosu
Model	kVA Cosφ 0,8		kW ISO 8528*		Model	Silindir				Yakıt		Boyutlar ve Ağırlıklar		Kabin Modeli	Kuru Ağırlık	Model
	[1] Standby	[2] Prime	Standby	Prime		Tip	Hacim	Çap	Strok	Tüketimi %75 yükte	Tank Kapasitesi	Boy x En x Yükseklik	Kuru			
AC 550	550	500	440	400	QSK 15 G8	6L	15	137	169	78,7	850	3377 x 1550 x 2103	3850	MS 80	4850	P 732
AC 700	700	638	560	510	VTA 28 G5	12V	28	140	152	104	1000	3814 x 1550 x 2266	5470	MS 85	7030	
AC 825	825	-	660	-	VTA 28 G6	12V	28	140	152	133 ²	1000	3950 x 1550 x 2266	5610	MS 85	7170	
AC 880	880	800	704	640	QSK 23 G3	6L	23,15	170	170	121	1500	4121 x 1705 x 2225	5900	AK 90	7640	
AC 1100	1100	1000	880	800	QST 30 G4	12V	30,48	140	165	151	1500	4400 x 1776 x 2341	6770	AK 96	11000	
AC 1100K	1100	1000	880	800	KTA 38 G5	12V	37,8	159	159	161	1500	4469 x 1770 x 2370	8600	AK 96	12250	
AC 1410	1410	1280	1128	1024	KTA 50 G3	16V	50,3	159	159	199	2000	4935 x 2100 x 2412	9900	AK 98	14000	
AC 1650	1650	1400	1320	1120	KTA 50 G8	16V	50,3	159	159	222	2000	5396 x 1950 x 2450	10200	AK 98	15100	
AC 1675	1675	1500	1340	1200	KTA 50 GS8	16V	50,3	159	159	238	2000	5449 x 1950 x 2450	10400	AK 98	15100	
AC 2250	2250	2045	1800	1636	QSK 60 G4	16V	60,2	159	190	291	2000	5702 x 2310 x 2930	15500	AK 99	21100	
AC 2500	2500	2000	2000	1600	QSK 60 G13	16V	60,2	159	190	302	2000	5891 x 2310 x 3085	17200	AK 99	22800	
AC 3000	3000	2750	2400	2200	QSK 78 G9	18V	77,6	170	190	406	-	-	-	-	-	



EK B: Perkins Motorlu Jeneratör

Çizelge.b1: Perkins Motorlu Jeneratör Setleri (15KVA-2500KVA)

Jeneratör Grubu Özellikleri					Motor Özellikleri							Açık Tip Jeneratör Grubu		Kabinli Tip Jeneratör		Kontrol Panosu
Model	50 Hz., 400 / 230V. ^{III}				Model	Silindir				Yakıt		Boyutlar ve Ağırlıklar		Kabin Modeli	Kuru Ağırlık	Model
	kVA Cosφ 0,8		kW ISO 8528*			Tip	Hacim	Çap	Strok	Tüketimi %75 yükte	Tank Kapasitesi	Boy x En x Yükseklik	Kuru			
	(1) Standby	(2) Prime	Standby	Prime		No.	L.	mm.	mm.	L / sa	L.	mm.	kg.			
AP 15	14,5	13	11,6	10,4	403A-15G1	3L	1,5	84	90	2,79	50	1250 x 850 x 1017	410	AK 10	550	P 602
AP 22	22	20	17,6	16	404A-22G1	4L	2,22	84	100	4	38	1361 x 850 x 1041	500	AK 11	625	
AP 33	33	30	26,4	24	1103A-33G	3L	3,3	105	127	5,4	70	1500 x 900 x 1205	665	AK 20	875	
AP 50	50	45	40	36	1103A-33TG1	3L	3,3	105	127	8,2	80	1691 x 970 x 1206	-	AK 21	960	
AP 72	72	66	57,6	52,8	1104A-44TG1	4L	4,4	105	127	11,2	100	1780 x 950 x 1290	910	AK 30	1165	
AP 88	88	80	70,4	64	1104A-44TG2	4L	4,4	105	127	14	240	2150 x 1050 x 1460	1040	AK 40	1380	
AP 110	110	100	88	80	1104C-44TAG2	4L	4,4	105	127	17,1	240	2150 x 1050 x 1460	1120	AK 40	1470	
AP 150	150	135	120	108	1106A-70TG1	6L	7,01	105	135	22,7	340	2300 x 1080 x 1566	-	AK 49	1850	
AP 165	165	150	132	120	1106A-70TAG2	6L	7,01	105	135	24,7	340	2316 x 1080 x 1667	-	AK 49	1975	
AP 200	200	180	160	144	1106A-70TAG3	6L	7,01	105	135	32	340	2316 x 1080 x 1693	-	AK 49	2050	
AP 220	220	200	176	160	1106A-70TAG4	6L	7,01	105	135	34,7	340	2316 x 1080 x 1693	-	AK 49	2220	
AP 275	275	250	220	200	1506A-E88TAG3	6L	8,8	122	149	41,6	470	2750 x 1300 x 1772	2165	MS 60	2895	P 732
AP 330	330	300	264	240	1506A-E88TAG5	6L	8,8	122	149	48,2	470	2750 x 1300 x 1804	2385	MS 60	3065	
AP 385	385	350	308	280	2206A-E13TAG2	6L	12,5	130	157	54	850	3205 x 1550 x 2105	-	MS80	4215	

Jeneratör Grubu Özellikleri					Motor Özellikleri							Açık Tip Jeneratör Grubu		Kabinli Tip Jeneratör		Kontrol Panosu
Model	50 Hz., 400 / 230V. ^{III}				Model	Silindir				Yakıt		Boyutlar ve Ağırlıklar		Kabin Modeli	Kuru Ağırlık	Model
	kVA Cosφ 0,8		kW ISO 8528*			Tip	Hacim	Çap	Strok	Tüketimi %75 yükte	Tank Kapasitesi	Boy x En x Yükseklik	Kuru			
	(1) Standby	(2) Prime	Standby	Prime		No.	L.	mm.	mm.	L / sa	L.	mm.	kg.			
AP 400	400	350	320	280	2206A-E13TAG2	6L	12,5	130	157	54	850	3205 x 1550 x 2105	-	MS 80	4220	P 732
AP 440	440	400	352	320	2206A-E13TAG3	6L	12,5	130	157	62	850	3205 x 1550 x 2105	3180	MS 80	4260	
AP 450	450	410	360	328	2206A-E13TAG3	6L	12,5	130	157	62	850	3205 x 1550 x 2105	-	MS 80	4400	
AP 500	500	455	400	364	2506A-E15TAG1	6L	15,2	137	171	72	850	3265 x 1550 x 2105	3650	MS 80	4800	
AP 550	550	500	440	400	2506A-E15TAG2	6L	15,2	137	171	76	850	3265 x 1550 x 2105	3880	MS 80	4880	
AP 660	660	600	528	480	2806A-E18TAG1A	6L	18,13	145	183	90	1150	3450 x 1800 x 2178	-	MS 86-AP660	5670	
AP 715	715	650	572	520	2806A-E18TAG2	6L	18,13	145	183	97	1150	3450 x 1800 x 2178	4850	MS 86-AP660	5750	
AP 825	825	750	660	600	4006-23TAG2A	6L	22,921	160	190	122	1500	4100 x 1690 x 2273	5250	AK 91	7300	
AP 880	880	800	704	640	4006-23TAG3A	6L	22,92	160	190	130	1500	4100 x 1690 x 2273	5500	AK 91	7500	
AP 900	900	805	720	644	4006-23TAG3A	6L	22,92	160	190	130	1500	4100 x 1690 x 2273	6250	AK 91	7650	
AP 1000	1000	910	800	728	4008-TAG1A	8L	30,56	160	190	143	1500	4786 x 1973 x 2205	6670	AK 96	10200	
AP 1125	1125	1023	900	818,4	4008-TAG2A	8L	30,56	160	190	162	1500	4786 x 1973 x 2205	6920	AK 96	10350	
AP 1250	1250	1125	1000	900	4008-30TAG3	8L	30,56	160	190	188	1500	4646 x 2204 x 2000	7000	AK 96	11200	
AP 1400	1400	1265	1120	1012	4012-46TWG2A	12V	45,84	160	190	196	2000	4922 x 1897 x 2366	8865	AK 96	11200	
AP 1650	1650	1500	1320	1200	4012-46TAG2A	12V	45,84	160	190	234	2000	4920 x 2120 x 2410	10200	AK 98	14300	
AP 1875	1875	1705	1500	1364	4012-46TAG3A	12V	45,84	160	190	275	2000	5316 x 2220 x 2787	10400	AK 99	-	
AP 2500	2500	2250	2000	1800	4016-61TRC3	16V	61,12	160	190	344	2000	5900 x 2390 x 3020	14000	AK 99	18000	



EK C: Doosan, Volvo Penta John Deere Motorlu Jeneratör

Çizelge.c1: Doosan, Volvo Penta John Deere Motorlu Jeneratör Setleri

Jeneratör Grubu Özellikleri					Motor Özellikleri							Açık Tip Jeneratör Grubu		Kabinli Tip Jeneratör		Kontrol Panosu
Model	50 Hz., 400 / 230V.		kW ISO 8528*		Model	Silindir				Yakıt		Boyutlar ve Ağırlıklar		Kabin Modeli	Kuru Ağırlık	Model
	kVA Cosφ 0,8		Standby	Prime		Tip	Hacim	Çap	Strok	Tüketimi %75 yükte	Tank Kapasitesi	Boy x En x Yükseklik	Kuru			
	(1) Standby	(2) Prime														
AD 220	220	200	176	160	P086TI	6L	8,07	111	139	31,7	380	2443 x 1150 x 1694	1830	AK 50	2205	P 732
AD 275	275	250	220	200	P126TI	6L	11,05	123	155	40	470	2881 x 1300 x 1785	2335	MS 60	2985	
AD 330	330	300	264	240	P126TI-II	6L	11,05	123	155	47	470	2881 x 1300 x 1785	2410	MS 60	3100	
AD 410	410	375	328	300	P158LE-1	8V	14,6	128	142	58,4	700	2900 x 1550 x 2055	3070	MS 70	4065	
AD 490	485	425	388	340	P158LE	8V	14,6	128	142	65,1	700	2900 x 1550 x 2055	3170	MS 70	4190	
AD 510	510	460	408	368	DP158LC	8V	14,618	128	142	72,9	700	2900 x 1550 x 2064	3190	MS 70	4140	
AD 580	580	525	464	420	DP158LD	8V	14,618	128	142	83,4	700	3016 x 1550 x 2064	3390	MS 70	4240	
AD 630	630	575	504	460	DP180LA	10V	18,273	128	142	94,2	850	3205 x 1550 x 2056	3720	MS 80	4835	
AD 710	710	640	568	512	DP180LB	10V	18,273	128	142	103,8	850	3205 x 1550 x 2056	4000	MS 80	4940	
AD 750	750	680	600	644	DP222LB	12V	21,927	128	142	109,2	1000	3470 x 1550 x 2301	4190	MS 85	5400	
AD 825	825	750	660	600	DP222LC	12V	21,927	128	142	119,1	1000	3470 x 1550 x 2301	4320	MS 85	5535	

Jeneratör Grubu Özellikleri					Motor Özellikleri							Açık Tip Jeneratör Grubu		Kabinli Tip Jeneratör		Kontrol Panosu
Model	50 Hz., 400 / 230V. ^{III}		kW ISO 8528*		Model	Silindir				Yakıt		Boyutlar ve Ağırlıklar		Kabin Modeli	Kuru Ağırlık	Model
	kVA Cosφ 0,8		Standby	Prime		Tip	Hacim	Çap	Strok	Tüketimi %75 yükte	Tank Kapasitesi	Boy x En x Yükseklik	Kuru			
	(1) Standby	(2) Prime														
AVP 275	275	250	220	200	TAD734GE	6L	7,15	108	130	43,5	470	2750 x 1300 x 1777	2355	MS 60	2885	P 732
AVP 350	350	320	280	256	TAD1341GE	6L	12,78	131	158	48,3	700	2900 x 1550 x 1923	2940	MS 70	3970	
AVP 385	385	350	308	280	TAD1342GE	6L	12,78	131	158	53,3	700	2900 x 1550 x 1923	2990	MS 70	3980	
AVP 415	415	380	332	304	TAD 1343GE	6L	12,78	131	158	57	700	2953 x 1550 x 1923	3190	MS 70	4080	
AVP 450	450	410	360	328	TAD 1344GE	6L	12,78	131	158	63,3	700	2934 x 1550 x 1923	3210	MS 70	4240	
AVP 505	505	455	404	364	TAD 1345GE	6L	12,78	131	158	69,2	700	2934 x 1550 x 1923	3240	MS 70	4245	
AVP 550	550	500	440	400	TAD1641GE	6L	16,12	144	165	76,3	850	3341 x 1550 x 2196	3240	MS 80	4660	
AVP 655	655	595	524	476	TAD1642GE	6L	16,12	144	165	88,4	850	3341 x 1550 x 2196	3250	MS 80	4970	
AVP 700	700	636	560	508,8	TWD1643GE	6L	16,12	144	165	95,6	1000	3537 x 1550 x 2253	4315	MS 85	5910	
AVP 770	770	700	616	560	TWD1645GE	6L	16,12	144	165	106,5	1000	3470 x 1550 x 2225	-	MS 85	-	

Jeneratör Grubu Özellikleri					Motor Özellikleri							Açık Tip Jeneratör Grubu		Kabinli Tip Jeneratör		Kontrol Panosu
Model	50 Hz., 400 / 230V. ^{III}		kW ISO 8528*		Model	Silindir				Yakıt		Boyutlar ve Ağırlıklar		Kabin Modeli	Kuru Ağırlık	Model
	kVA Cosφ 0,8		Standby	Prime		Tip	Hacim	Çap	Strok	Tüketimi %75 yükte	Tank Kapasitesi	Boy x En x Yükseklik	Kuru			
	(1) Standby	(2) Prime														
AJD 33	33	28	26,4	22,4	3029 D	3L	2,9	106	110	5,2	70	1490 x 900 x 1223	720	AK 20	900	P 602
AJD 45	45	40	36	32	3029 T	3L	2,9	106	110	7,5	100	1780 x 950 x 1212	850	AK 30	1070	
AJD 75	75	68	60	54,4	4045 T-70	4L	4,5	106	127	12,2	240	2150 x 1050 x 1519	1100	AK 40	1500	
AJD 90	90	80	72	64	4045 T-83	4L	4,5	106	127	16,5	240	2150 x 1050 x 1519	1140	AK 40	1545	
AJD 110	110	100	88	80	4045 H	4L	4,5	106	127	19,4	240	2150 x 1050 x 1520	1220	AK 40	1570	
AJD 132	132	120	105,6	96	6068 T	6L	6,8	106	127	20,2	340	2300 x 1080 x 1618	-	AK 49	1840	
AJD 170	170	155	136	124	6068 H-153	6L	6,8	106	127	26,2	340	2399 x 1080 x 1657	-	AK 49	1960	
AJD 200	200	180	160	144	6068 H-183	6L	6,8	106	127	31,3	340	2399 x 1080 x 1657	-	AK 49	-	
AJD 275	275	250	220	200	6068 HFG 55	6L	6,8	106	127	40,4	470	2750 x 1300 x 1728	2055	MS 60	2735	



EK D: Cummins ve John Deere Motorlu 110 KVA Jeneratör

Çizelge.d1: Cummins ve John Deere Motorlu 110 KVA Jeneratör Seti Teknik Özellikleri

Model		AC 55	AC 66	AC 110	AC 150	AC 170
Güçü Gf. 0,8	Standby	kVA 55	66	110	150	170
		kW 44	52,8	88	120	136
	Prime	kVA 50	60	100	135	155
		kW 40	48	80	108	124
Marka		Cummins				
Model		S3,8-G6	S3,8-G7	6BTA5,9-G5	6BTA5,9-G6	6BTA5,9-G7
Güçü, Standby (anılan devirde)		kW 53,6	64,9	102	145	160
		HP 71,9	87	137	195	215
Aspirasyon ve Soğutma		Turbo Şarjlı	Turbo Şarj & IC	Turbo Şarj & AC	Turbo Şarj & IC	
Silindir Hacmi		Litre	3,8		5,9	
Silindir Sayısı ve Tipi			4 - Sıralı		6 - Sıralı	
Motor Devri		dev. / dak.	1500			
Çap ve Strok		mmxmm	97 x 128		102 x 120	
Sıkıştırma Oranı			17,5 : 1	17,6 : 1	16,5 : 1	
Governör Sınıfı			Mekanik		Elektronik	
Yakıt Sarfiyatı (lt./sa)	1/2	6,5	6,1	12	18	19
	yük 3/4	9,5	11	18	27	29
	Tam	12,8	14,7	25	35	37
Yakıt Tankı Kapasitesi		Litre	100	240	240	470
Yağ Kapasitesi		Litre	11	11	16,4	16,4
Su Kapasitesi (radyatör ve motor)		Litre	14,5	16,5	19,8	21,4
Radyatörden atılan Hava Miktarı		m ³ /dk.	50,3	88,5	215,4	162
Emilen Hava Miktarı		m ³ /dk.	3,6	4,6	7,9	8,95
Egzozdan Atılan Gaz Miktarı		m ³ /dk.	4,2	4,88	21,4	31,2
Egzoz Gaz Sıcaklığı		°C	546	509	533	520

Model		AJD 33	AJD 45	AJD 75	AJD 90	AJD 110
Güçü Gf. 0,8	Standby	kVA 33	45	75	90	110
		kW 26,4	36	60	72	88
	Prime	kVA 28	40	68	80	100
		kW 22,4	32	54,4	64	80
Marka		John Deere				
Model		3029 D	3029 T	4045 T-70	4045 T-83	4045 H
Güçü, Standby (anılan devirde)		kW 31	42	70	83	102
		HP 41	56	94	111	137
Aspirasyon ve Soğutma		Doğal Emişli		Turbo Şarjlı		Turbo CAC*
Silindir Hacmi		Litre	2,9		4,5	
Silindir Sayısı ve Tipi			3 - Sıralı		4 - Sıralı	
Motor Devri		dev. / dak.	1500			
Çap ve Strok		mmxmm	106 x 110		106 x 127	
Sıkıştırma Oranı			17,2 : 1	17,2 : 1	17 : 1	
Governör Sınıfı			Mekanik			
Yakıt Sarfiyatı (L. / sa.)	1 / 2	3,6	5,3	8,1	11,8	13,5
	yük 3 / 4	5,2	7,5	12,2	16,5	19,4
	Tam	6,8	9,8	16	33	27,6
Yakıt Tankı Kapasitesi		Litre	70	100	240	240
Yağ Kapasitesi		Litre	6	8,5	13,2	17
Su Kapasitesi (radyatör ve motor)		Litre	15,5	23	32	32
Radyatörden atılan hava		m ³ /dak.	80,32	91,43	108,25	159,03
Emilen Hava Miktarı		m ³ /dak.	1,8	3,2	4,6	7
Egzozdan Atılan Gaz Miktarı		m ³ /dak.	5,2	7,6	12,2	13,6
Egzoz Gaz Sıcaklığı		°C	610	609	538	600



EK E: Caterpillar Motorlu 110 KVA Jeneratör

Çizelge.e1: Caterpillar Motorlu 110 KVA Jeneratör Seti Teknik Özellikleri

Physical Data	
Manufacturer:	Caterpillar
Model:	C4.4
No. of Cylinders/Alignment:	4 / In Line
Cycle:	4 Stroke
Induction:	Turbocharged Air To Air Charge Cooled
Cooling Method:	Water
Governing Type:	Electronic
Governing Class:	ISO 8528 G2
Compression Ratio:	18.3:1
Displacement: l (cu.in)	4.4 (268.5)
Bore/Stroke: mm (in)	105.0 (4.1)/127.0 (5.0)
Moment of Inertia: kg m ² (lb. in ²)	1.51 (5160)
Engine Electrical System:	
-Voltage/Ground:	12/Negative
-Battery Charger Amps:	65
Weight: kg (lb) - Dry:	500 (1102)
- Wet:	520 (1146)

Air System		50 Hz	60 Hz
Air Filter Type:	Replaceable Element		
Combustion Air Flow:			
m ³ /min (cfm)	-Standby:	6.3 (221)	7.8 (275)
	-Prime:	6.0 (212)	7.8 (274)
Max. Combustion Air Intake			
Restriction: kPa (in H ₂ O)		8.0 (32.1)	8.0 (32.1)
Radiator Cooling Air Flow:			
m ³ /min (cfm)		187.8 (6632)	244.2 (8624)
External Restriction to			
Cooling Air Flow: Pa (in H ₂ O)		125 (0.5)	125 (0.5)

Cooling System		50 Hz	60 Hz
Cooling System Capacity:			
l (US gal)		17.5 (4.6)	17.5 (4.6)
Water Pump Type:	Centrifugal		
Heat Rejected to Water & Lube Oil: kW (Btu/min)			
	-Standby:	50.7 (2883)	64.0 (3640)
	-Prime:	46.1 (2622)	57.7 (3281)
Heat Radiation to Room: <small>Heat radiated from engine and alternator</small>			
kW (Btu/min)	-Standby:	15.3 (870)	17.7 (1007)
	-Prime:	13.7 (779)	15.7 (893)
Radiator Fan Load: kW (hp)		2.8 (3.8)	4.8 (6.4)
<small>Cooling system designed to operate in ambient conditions up to 50°C (122°F). Contact your local Cat dealer for power ratings at specific site conditions.</small>			

Lubrication System	
Oil Filter Type:	Spin-On, Full Flow
Total Oil Capacity l (US gal):	8.0 (2.1)
Oil Pan l (US gal):	7.0 (1.8)
Oil Type:	API CC/SE
Cooling Method:	Water

Performance		50 Hz	60 Hz
Engine Speed: RPM		1500	1800
Gross Engine Power: kW (hp)			
	-Standby:	103.0 (138.0)	117.5 (158.0)
	-Prime:	93.6 (126.0)	106.8 (143.0)
BMEP: kPa (psi)			
	-Standby:	1873.0 (271.7)	1781.0 (258.3)
	-Prime:	1702.0 (246.9)	1619.0 (234.8)
Regenerative Power: kW		8.2	13.8

Fuel System				
Fuel Filter Type:	Replaceable Element			
Recommended Fuel:	Class A2 Diesel or BSEN590			
Fuel Consumption: l/hr (US gal/hr)				
	110% Load	100% Load	75% Load	50% Load
Prime				
50 Hz	23.8 (6.3)	21.7 (5.7)	16.5 (4.4)	11.7 (3.1)
60 Hz	28.5 (7.5)	25.7 (6.8)	19.6 (5.2)	14.1 (3.7)
Standby				
50 Hz		23.8 (6.3)	18.0 (4.8)	12.6 (3.3)
60 Hz		28.5 (7.5)	21.5 (5.7)	15.2 (4.0)
<small>(based on diesel fuel with a specific gravity of 0.85 and conforming to BS2869, Class A2)</small>				

Exhaust System		50 Hz	60 Hz
Silencer Type:	Industrial		
Silencer Model & Quantity:	EXSY1 (1)		
Pressure Drop Across			
Silencer System: kPa (in Hg)		2.10 (0.620)	3.56 (1.051)
Silencer Noise Reduction			
Level: dB		22	17
Max. Allowable Back			
Pressure: kPa (in. Hg)		18.0 (5.3)	15.0 (4.4)
Exhaust Gas Flow:			
m ³ /min (cfm)	-Standby:	16.3 (576)	20.4 (720)
	-Prime:	15.2 (537)	18.4 (650)
Exhaust Gas Temperature: °C (°F)			
	-Standby:	543 (1009)	574 (1065)
	-Prime:	514 (957)	517 (963)



EK F:ComAp IntelliLite MRS19 Jeneratör Kontrol Cihazı

- > Compact gen-set controller for single operating genset
- > Manual and remote start (MRS) applications
- > Full gen-set monitoring and protection
- > Outstanding EFI engine support with diagnostic messages in plain text via J1939
- > Detailed event and performance log with date and time
- > Multiple languages (user changeable) in controller, even more in installation suite
- > Plug-in and CAN bus extension modules capability
- > WebSupervisor, AirGate and LOCATE support*
- > Automatic SMS on alarm or event & gen-set control over SMS*
- > On-line control and monitoring over web pages (embedded web server) via plug & play IB-Lite
- > Optional GSM/GPRS modem/wireless Internet via IL-NT GPRS
- > Fuel theft protection and Total fuel consumption monitoring
- > Alternative switchable configuration
- > 6 LED diodes indicating gen-set status
- > Automatic GCB control
- > Magnetic pickup input
- > D+ preexcitation terminal
- > True RMS measurement
- > 3 phase power measurement
- > 3 configurable analog inputs
- > 7 binary inputs
- > 7 binary outputs
- > UL/ULC approved
- > Meets US standards and sold by ComAp LLC





EK G: Datakom D500 Jeneratör Kontrol Cihazı



D-500

ADVANCED GENSET CONTROLLER

DESCRIPTION

The D-500 is a next generation genset control unit combining multi-functionality and wide communication possibilities together with a reliable and low cost design.

The unit complies and mostly exceeds world's tightest safety, EMC, vibration and environmental standards for the industrial category.

Software features are complete with easy firmware upgrade process through USB port.

The Windows based PC software allows monitoring and programming through USB, RS-485, Ethernet and GPRS.

The PC based Rainbow Scada software allows monitoring and control of an unlimited number of gensets from a single central location.

FUNCTIONALITIES

AMF unit with uninterrupted transfer
ATS unit with uninterrupted transfer
Remote start controller
Manual start controller
Engine controller
Remote display & control unit
Waveform display of V & I
Harmonic analysis of V & I
CTs at genset or load side

COMMUNICATIONS

Ethernet
GSM-GPRS
Internal GPRS modem (optional)
Embedded web server
Web monitoring
Web programming
GSM-SMS
e-mail
Modbus RS-485
Modbus TCP/IP
SNMP
USB Host (optional)
USB Device
RS-485
RS-232 (optional)
Micro SD card slot (optional)
J1939-CANBUS

TOPOLOGIES

2 phases 3 wires, L1-L2
2 phases 3 wires, L1-L3
3 phases 3 wires, 3 CTs
3 phases 3 wires, 2 CTs (L1-L2)
3 phases 3 wires, 2 CTs (L1-L3)
3 phases 4 wires, star
3 phases 4 wires, delta
1 phase 2 wires



EK H: DeepSea DSE8004 Jeneratör Kontrol Cihazı



DSE8004

10" Graphical Colour Multi-Set Remote Overview Display

The DSE8004 is a full colour 10" graphical remote overview display. It has been designed to seamlessly integrate with DSE86xx and DSE87xx load share control modules. Using an RS485 link a single overview display can be connected to multiple control modules over a maximum distance of 1.2km.

OVERALL SIZE

405 mm x 241 mm x 42 mm (15.7" x 9.2" x 1.6")

PANEL CUTOUT SIZE

359 mm x 204 mm (14.1" x 8.0")

MAXIMUM PANEL THICKNESS

8.0 mm (0.3")

WEIGHT

1.87kg

PRODUCT VARIANTS

8004-01 - 8004 10" Graphical Colour Multi-Set Remote Overview Display

KEY FEATURES WHEN CONNECTED TO COMPATIBLE MODULES

- Multiple modules (up to a maximum of 20) within the same load sharing system can be viewed
- Touch-screen enabled
- RS232, RS485 and Ethernet communications
- Audible alarm
- Front panel mounting
- Protected front panel configuration
- Configurable display options
- Remote system monitoring
- Trend Analysis
- Configurable graphical user interface with software 'widgets'

KEY BENEFITS

- Compatible with DSE86xx and DSE87xx Load Share Modules
- Data communication link allows remote system management
- 800 x 480 pixel screen for high clarity

SPECIFICATION

DC SUPPLY

CONTINUOUS VOLTAGE RATING
8 V to 35 V continuous

CRANKING DROPOUTS
Able to survive 0 V for 50 ms, providing supply was at least 10 V before dropout and supply recovers to 8 V. This is achieved without the need for internal batteries

MAXIMUM STANDBY CURRENT
824 mA at 12V, 412 mA at 24V

MAXIMUM OPERATING CURRENT
883 mA at 12V, 436 mA at 24V

INPUTS/OUTPUTS A TO C

INPUTS

Negative switching

OUTPUTS

2 A DC at supply voltage

OUTPUT D

Changover volt-free output

8 A AC at 250 V AC

DIMENSIONS

OVERALL

405 mm x 241 mm x 42 mm

15.7" x 9.2" x 1.7"

PANEL CUTOUT

359 mm x 204 mm

14.1" x 8.0"

DISPLAY SIZE

210 mm x 160 mm

8.3" x 6.3"

Diagonal • 265 mm (10.5")

STORAGE TEMPERATURE RANGE

+40 °C to +85°C

+40 °F to +185 °F

OPERATING TEMPERATURE RANGE

+30 °C to +70 °C

+22 °F to +158 °F



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyadı: Mustafa Yasin KARATAŞ
Doğum Tarihi ve Yeri: 03.06.1983 KOCAELİ
e-posta : mustafayasinkaratas@gmail.com

Öğrenim Durumu

Lise: Çapa Fen Lisesi
Lisans: Trakya Üniversitesi, Makine Mühendisliği
Ön Lisans: Anadolu Üniversitesi, Elektrik Enerjisi Üretim İletim ve Dağıtımı

Mesleki Deneyimler

Haziran 2015 – Halen – Servis Mühendisi
Karataş Güç Sistemleri Mühendislik Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi
Mart 2015 – Halen - Teknik Müdür
Pusula Teknik Hizmetler Mühendislik ve Danışmanlık Ticaret Limited Şirketi
Aralık 2014 – Halen - Teknik Uzman
Yeni Ümit Eğitim Kurumları Limited Şirketi
Ocak 2014 – Mart 2015 – Servis Mühendisi
Aksa Jeneratör Servis ve Kiralama Anonim Şirketi
Aralık 2009 – Ocak 2014 – Kontrol Mühendisi
Teknik Muayene Eğitim Ekspertizlik Kalite ve İş Güvenliği Hizmetleri
Ticaret Limited Şirketi
Mayıs 2008 – Aralık 2008 – Proje Mühendisi
Evim İnşaat ve Yapı Malzemeleri Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi
Haziran 2007 – Şubat 2008 – Makine Mühendisi
Akça Hidrolik Makina Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi

Tezden Türetilen Yayınlar

İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Dergisindeki hakkında yayın paylaşılmıştır.

