

Çevre Birimlerinden Gelen Verilerin Sinyal İşleme Teknikleri Kullanılarak
Endüstriyel Uygulamalar İçin Akıllı, Uzaktan Kontrol Edilebilir
Güç Dağıtım Ve Yönetim Birimi Tasarlanması

Ahmet Engin Yılmaz

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık 2020

Designing A Smart, Remote Controlled Power Distribution And Management Unit
Using Signal Processing Techniques Of Received Data From Peripherals

Ahmet Engin Yılmaz

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Electrical Electronics Engineering

December 2020

Çevre Birimlerinden Gelen Verilerin Sinyal İşleme Teknikleri Kullanılarak
Endüstriyel Uygulamalar İçin Akıllı, Uzaktan Kontrol Edilebilir
Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi Tasarlanması

Ahmet Engin Yılmaz

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Telekomünikasyon-Sinyal İşleme Bilim Dalı
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Burak Urazel

Aralık 2020

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Dr. Öğr. Üyesi Burak Urazel danışmanlığında hazırlamış olduğum “Çevre Birimlerinden Gelen Verilerin Sinyal İşleme Teknikleri Kullanılarak Endüstriyel Uygulamalar İçin Akıllı, Uzaktan Kontrol Edilebilir Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi Tasarlanması” başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 30/12/2020

Ahmet Engin Yılmaz

İmza

ÖZET

Endüstriyel alanlarda sıkça kullanılan raf kabinet uyumlu ve 1U(44.45mm) yüksekliğinde mekanik yapısı bulunan Güç Dağıtım ve Yönetim Birimleri(GDYB) günümüzün teknolojilerinin(Mobil Oyun, İnternet Alışverişi, Banka Uygulamaları vb.) son kullanıcılara ulaştırılmasında çok önemli rol oynamaktadırlar.

GDYB'ler bankaların, üniversitelerin, oyun merkezlerinin içerisinde bulunan server(sunucu)ların elektriksel güçlerini korumalı şekilde vermenin yanı sıra, elektriksel güç kalitesinin de anlık olarak uzaktan izlenebilirliğini ve kontrol edilebilirliğini sağlamaktadırlar.

“Çevre Birimlerinden Gelen Verilerin Sinyal İşleme Teknikleri Kullanılarak Endüstriyel Uygulamalar İçin Akıllı, Uzaktan Kontrol Edilebilir Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi Tasarlanması” başlıklı Yüksek Lisans tezimde çevresel algılayıcı birimler ve sinyal uyumlama devrelerini Arduino Mega 2560 mikrodenetleyicisi ile bir araya getirerek toplanan verilerin işlenerek kullanıcının belirleyebileceği senaryolar dahilinde elektriksel gücün çıkışlara kontrollü ve korumalı olarak verilmesini sağlayacak bir Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi tasarlanmıştır. Tasarlanan birimin ileriki dönemlerde Nesnelerin İnterneti (İnternet of Things, IoT) ürünü olarak da kullanılabilir yapıda olması değerlendirilmektedir.

Tasarlamış olduğum GDYB dünyadaki örneklerine benzer şekilde özelliklere sahip olmakla birlikte içerisinde 1 adet gömülü yazılım (Arduino Mega 2560) 2 adet High Level Yazılım(Sunucu Yazılımı ve İstemci Yazılımı) çalışmalarını da bünyesinde barındırmaktadır. Bu çalışmada mekanik tasarım, donanım tasarım ve yazılım tasarım çalışmaları özgün bir şekilde gerçekleştirilmiş olup tasarım doğrulama testleri de başarı ile sonuçlandırılarak tezin ilerleyen bölümlerinde detaylarıyla birlikte açıklanmıştır.

Tasarlanan Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi, bu noktadan itibaren “@ey2020 GDYB” olarak anılacaktır.

Anahtar Kelimeler: GDYB, Güç Dağıtım, Arduino, Akıllı GDB, İzlenebilir ve Kontrol Edilebilir GDYB, Nesnelerin İnterneti, Enerji Tasarrufu.

SUMMARY

Power Distribution and Management Units (PDMU), which are frequently used in industrial areas and have a 1U (44.45mm) height mechanical structure, play a crucial role in delivering today's technologies (Mobile Game, Internet Shopping, Bank Applications etc.) to end users.

PDMUs provide the electrical power of the servers in the banks, universities, game centers in a protected manner, as well as providing instant monitoring and control of the electrical power quality.

In my master's thesis titled “Designing a Smart, Remote Control Power Distribution and Management Unit for Industrial Applications Using Signal Processing Techniques of Data from Peripheral Units”, scenarios that can be determined by the user by determining the collected data by combining the environmental sensing units and signal matching circuits with the Arduino Mega 2560 microcontroller. A Power Distribution and Management Unit has been designed to provide electrical power to the outputs in a controlled and protected manner. It is considered that the designed unit can be used as a product of the Internet of Things (IoT) in the future.

PDMU, which I designed, has features similar to the examples in the world, and it also contains an embedded software (Arduino Mega 2560) and two High Level Softwares (Server Software and Client Software). In this study, mechanical design, hardware design and software design studies were carried out in a unique way, and design verification tests were successfully completed and explained in detail in the following sections of the thesis.

The Designed Power Distribution and Management Unit will be referred as “@ey2020 GDYB” from this point on.

Keywords: PDU, PDMU, Power Distribution and Control Unit, Arduino, Smart PDU, Monitored and Remote Controlled PDMU, Internet of Things, IoT, Energy Saving.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vi
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1. @ey2020 GDYB Ön-Arka Panel Yerleşimi	14
3.1.1. RM-110-20 482.6 x 43.5 x 206 mm raf tipi kutu (1)	14
3.1.2. Güç çıkış konnektörleri (2-a).....	15
3.1.3. Güç çıkış LEDleri (2-b).....	16
3.1.4. 1.8” TFT LCD (3-a)	16
3.1.5. Butonlar (3-b)	17
3.1.6. LAN konnektörü (4-a).....	17
3.1.7. Sensör konnektörleri (4-b).....	18
3.1.8. USB adaptörü (5)	18
3.1.9. Güç giriş konnektörü/açma-kapama anahtarı/cam sigorta yuvası (6).....	19
3.2. @ey2020 GDYB Birim İçi Donanımları	20
3.2.1. 220VAC/5VDC, 3A Güç kaynağı (7)	21
3.2.2. ACS712 Akım ölçüm kartı (8).....	22
3.2.3. AC Gerilim-frekans izolasyon kartı (9).....	23
3.2.3.1. <u>Devre elemanları</u>	24
3.2.3.2. <u>Çalışma prensibi</u>	25
3.2.4. 8 Çıkışlı 220VAC/10A röle kartı (10).....	28
3.2.5. DS3231 Real-Time Clock(RTC) kartı (11)	29

3.2.6. Ethernet Shield kartı (12).....	30
3.2.7. Arduino Mega 2560 mikrodenetleyici kartı (13).....	31
3.2.8. Buzzer/Korna (14).....	35
4. YAZILIM ÖZELLİKLERİ	36
4.1. Arduino Mega 2560 Gömülü Yazılımı Tasarımı Özellikleri	36
4.2. @ey2020 TCP Sunucu (Server) Yazılımı Tasarım Özellikleri.....	50
4.3. @ey2020 TCP İstemci (Client) Yazılımı Tasarım Özellikleri.....	73
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	83
5.1. Test Ölçüm Cihazları, Araç-Gereçleri Ve Aksesuarları	83
5.2. Doğrulama Metotları	85
5.3. Test Prosedürleri.....	86
5.3.1. Göz denetimleri.....	88
5.3.2. Enerjili fonksiyonel testler.....	89
5.4. Tasarım Doğrulama Raporu	91
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	100
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	102

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 @ey2020 GDYB Ön Panel Görünümü	10
3.2 @ey2020 GDYB Arka Panel Görünümü	10
3.3 @ey2020 GDYB Genel Görünümü	11
3.4 @ey2020 GDYB İç Yerleşimi Görünümü	11
3.5 @ey2020 GDYB Sensör Kutusu(SNAB) ve Kablosu Görünümü	11
3.6 @ey2020-100 GDB Elektriksel Giriş/Çıkış Arayüzleri.....	12
3.7 @ey2020 GDYB Ön Panel Yerleşimi.....	14
3.8 @ey2020 GDYB Arka Panel Yerleşimi.....	14
3.9 19", 1U Raf Mekanik Kutu Boyutları(Anonim-4, 2016)	15
3.10 IEC 320-2-2/F (C14 Variant) Güç Çıkış Konnektörü.....	15
3.11 3mm Yeşil LED (Anonim-5, 2020)	16
3.12 Dâhili Sürücülü, 1.8 Inch TFT LCD Ekran	16
3.13 Cat6 Modüler Jack Dişi Dişi Konnektör	17
3.14 CAT3 UTP Jack 6P 6C.....	18
3.15 USB(Dişi-Dişi) Adaptör (Anonim-6, 2020)	18
3.16 Güç Giriş Konnektörü/Açma-Kapama Anahtarı/Cam Sigorta + Yuvası	19
3.17 @ey2020 GDYB İç Yerleşimi	20
3.18 5VDC/3A Güç Kaynağı	21
3.19 ACS712 (20A) Akım Ölçer Kartı Görünümü.....	22
3.20 AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı Devre Şeması.....	23
3.21 AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı Ön Yüzey Görünümü	24
3.22 AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı Arka Yüzey Görünümü	25
3.23 J2-2 ve J2-3'den Alınmış Osiloskop Görüntüsü (Frekans Örnekleme Çıkışı)	27
3.24 J1-1 ve J1-2'den Alınmış Osiloskop Görüntüsü (Gerilim Örnekleme Çıkışı)	27
3.25 8 Çıkışlı 220VAC/10A Röle Kartı (Anonim-7, 2020).....	28
3.26 DS3231 Real-Time Clock(RTC)	29
3.27 Ethernet Shield Kartı (Anonim-8, 2020)	30
3.28 Arduino Mega 2560 Kartı Ön Görünümü	32
3.29 Arduino Mega2560 Fonksiyonel Şema	32
3.30 Buzzer/Korna Görünümü (Anonim-10, 2020).....	35

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.1 Arduino IDE – Arduino Mega2560 İşlemci Seçim Ekranı	37
4.2 Arduino COM Port Seçim Ekranı	38
4.3 Yazılımda Kullanılan Kütüphanelerden Örnek Gösterimi	39
4.4 AC Gerilim (Ham Değer) İçin Filtre Kullanımı Gösterimi	40
4.5 Kümülatif Enerji Tüketimi Kodlama Bölümü	40
4.6 Gerçek Güç Tüketimi Kodlama Bölümü	41
4.7 Frekans Ölçümü Kodlama Bölümü	41
4.8 Ethernet Shield Yapılandırma Ayarlarının Yazılım Üzerinde Gösterimi	42
4.9 @ey2020 GDYB Gömülü Yazılım, Sunucu - İstemci Yazılımı İlişkileri	50
4.10 Sunucu Yazılımı Geliştirme Ortamı Genel Görünümü	51
4.11 Derlenmiş Sunucu Yazılımı Klasör Gösterimi	53
4.12 DataSet Klasörü “Device_001” İçeriği	54
4.13 DataSet Klasörü “Device_001” “*.xlsx” Dosya İçeriği	55
4.14 Reports Klasörü “Device_001” İçeriği	55
4.15 Form1 “001 PDMU” Sekmesi	56
4.16 E-Posta Bildirim Örneği	58
4.17 Uyarı Durumundaki Rapor Örneği (1.Sayfa)	59
4.18 Uyarı Durumundaki SMS Bilgilendirme Mesajı Örneği	60
4.19 Hazır SMS Bilgilendirme Servisi Kullanıcı Sayfası Görünümü	61
4.20 Sunucu Yazılımı İçin Gerekli API İçin Ayar Bilgileri	61
4.21 Form1 “User Account Settings” Sekmesi	62
4.22 Form1 “History-Notification Mail-Console” Sekmesi	63
4.23 Sunucu Yazılımı InformationPage Genel Görünümü	65
4.24 Form2 “AC Telemetry” Sekmesi	66
4.25 “001_PDMU” Sekmesinden Grafik Ekranına Geçiş Gösterimi	66
4.26 Form2 Genel “Sensor Status” Sekmesi	68
4.27 Form2 “Socket Status” Sekmesi	69
4.28 Form2 “Errors Status” Sekmesi	70
4.29 Form2 “Other Status” Sekmesi	71

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.30 Sunucu Yazılımı SearchingPage Görünümü	72
4.31 İstemci Yazılımı Geliştirme Ortamı Genel Görünümü	73
4.32 Derlenmiş İstemci Yazılımı Klasör Gösterimi	74
4.33 İstemci Yazılımı FrontPage Görünümü	75
4.34 İstemci Yazılımı Parola Hatırlatma Elektronik Posta İçeriği	76
4.35 MainPage “Summary” Sekmesi.....	77
4.36 MainPage “Control Panel” Sekmesi	79
4.37 MainPage “User Settings-History” Sekmesi	81
5.1 Wifi Menzil Genişletici	83
5.2 AC Güç Kaynağı.....	84
5.3 AC Yük Bankası	84
5.4 Test Bilgisayarı, Ölçü Alet ve @ey2020 GDYB Görünümü	84
5.5 Sıcaklık-Nem Algılayıcı Birimleri.....	85
5.6 @ey2020 GDYB Test Düzeneği.....	86
5.7 Tasarım Doğrulama Raporu	92
5.8 “AC Telemetry” Sekmesi Grafiği.....	97
5.13 “Sensor Status” Sekmesi Grafiği	97
5.14 “Socket Status” Sekmesi Grafiği	98
5.15 “Error Status” Sekmesi Grafiği.....	98
5.16 “Other Status” Sekmesi Grafiği	99
5.17 Test Sırasında Alınan “Low Voltage Error” Bilgilendirme E-Postası.....	99

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Güç Dağıtım Birimi(GDB) Tanım Parametreleri	1
1.2 Güç Dağıtım Birimi(GDB) Örnekleri	2
1.3 Dünya Pazarında GDYB Teknik Özellikleri	4
3.1 Donanım ve Yazılım Konfigürasyon Özellikleri.....	10
3.2 @ey2020 GDYB Genel Özellikleri	12
3.3 @ey2020 GDYB Elektriksel Giriş Bağlantı Özellikleri	13
3.4 @ey2020 GDYB Elektriksel Giriş Bağlantı Özellikleri	13
3.5 19", 1U Raf Mekanik Kutu Özellikleri	14
3.6 Güç Çıkış Konnektörü Genel Özellikleri	15
3.7 Buton Kullanım Tipleri	17
3.8 220VAC/5VDC, 3A Güç Kaynağı Genel Özellikleri	21
3.9 ACS712 (20A) Akım Ölçer Kartı Genel Özellikleri	22
3.10 AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı Pin Atamaları.....	23
3.11 AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı Devre Açıklamaları.....	25
3.12 8 Çıkışlı 220VAC/10A Röle Kartı Genel Özellikleri	28
3.13 DS3231 Real-Time Clock(RTC) Kartı Genel Özellikleri	29
3.14 Ethernet Shield Kartı Genel Özellikleri	30
3.15 Arduino Mega 2650 Teknik Özellikleri	33
3.16 Arduino Mega 2560 Pin Arayüzü	34
4.1 Yardımcı Kütüphaneler ve Kullanım Amaçları.....	39
4.2 @ey2020 GDYB Açılış Sayfa Görünümleri ve Açıklamaları.....	42
4.3 @ey2020 GDYB Ölçüm-Bilgilendirme Sayfa Görünümleri ve Açıklamaları.....	44
4.4 GDYB ile Ana Sunucu Arasındaki Mesajlaşma Yapısı	45
4.5 @ey2020 GDYB → Sunucu Veri Paketi İçeriği	45
4.6 @ey2020 GDYB Röle Numaraları	47
4.7 @ey2020 GDYB Uyarı Numaraları.....	47
4.8 @ey2020 GDYB Uyarı Sınır Değerleri	48
4.9 Uyarı Durumlarında Enerjisi Kesilecek Soketler	48
4.10 İstemci → Sunucu → GDYB Komut-Mesaj Seti İçeriği	49
4.11 Sunucu Yazılımı Pencere Listesi	52

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.12 Derlenmiş Sunucu Yazılımı Klasör İçeriği	53
4.13 Form1 “001 PDMU” Sekmesi Özellikleri.....	57
4.14 Form1 “User Account Settings” Sekmesi Özellikleri	62
4.15 Form1 “History-Notification Mail-Console” Sekmesi Özellikleri	63
4.16 Sunucu Yazılımı InformationPage Özellikleri	65
4.17 Form2 “AC Telemetry” Sekmesi Özellikleri	67
4.18 Form2 “Sensor Status” Sekmesi Özellikleri.....	68
4.19 Form2 “Socket Status” Sekmesi Özellikleri.....	69
4.20 Form2 “Error Status” Sekmesi Özellikleri	70
4.21 Form2 “Other Status” Sekmesi Özellikleri	71
4.22 Sunucu Yazılımı SearchingPage Özellikleri	72
4.23 İstemci Yazılımı Pencere Listesi.....	73
4.24 Derlenmiş İstemci Yazılımı Klasör İçeriği.....	74
4.25 İstemci Yazılımı FrontPage Özellikleri.....	75
4.26 MainPage “Summary” Sekmesi Özellikleri	77
4.27 MainPage “Control Panel” Sekmesi Özellikleri.....	79
4.28 MainPage “User Settings-History” Sekmesi Özellikleri.....	81
5.1 Test Ölçüm Cihazları, Araç-Gereçleri ve Aksesuarları	83
5.2 Tasarım Doğrulama Metotları	85
5.3 Prosedür-1 GDYB ve Aksesuarlarının Göz Denetimi	88
5.4 Prosedür-2 Enerjili Testler.....	89

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

A	Amper
AC	Alternating Current (Alternatif Akım)
DC	Direct Current (Doğru Akım)
Hz	Hertz
I/O	Input / Output (Giriş / Çıkış)
kW	Kilo Watt
kWh	Kilo Watt-Hour
mA	Miliamper
MHz	Mega Hertz
ms	Milisaniye
rms	root-mean-square
V	Volt
°C	Celcius Degree
%Rh	Relative Humidity(Bağıl Nem)

Kısaltmalar

1U	44.45mm
19"	19 inch
Bcc	Blind carbon copy
ÇKT	Çevre Koşulları Testleri
EMI	Electromagnetic Interference (Elektromanyetik Girişim)
EMC	Electromagnetic Compatibility (Elektromanyetik Uyumluluk)
GDB	Güç Dağıtım Birimi
GDYB	Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi
GND	Ground
I2C	Inter-Integrated Circuit (Bütünleşik Devre)
IDE	Integrated Development Environment
IEC	International Electrotechnical Commission

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
IoT	Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
IP	Internet Protocol
J1	Junction-1
Kd.	Kıdemli
LED	Light Emitting Diode
Mbps	Mega bit-per-second
PDU	Power Distribution Unit
PDMU	Power Distribution and Management Unit
RTC	Real-Time-Clock
SCL	Serial Clock (Seri Saat)
SDA	Serial Data (Seri Veri)
SMS	Short Message Service
SNAB	Sıcaklık-Nem Algılayıcı Birimi
SPI	Serial Peripheral Interface
TFT LCD	Thin-Film-Transistor Liquid-Crystal Display
USB	Universal Serial Bus
vb.	Ve benzeri

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Bu tez; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Telekomünikasyon-Sinyal İşleme Bilim Dalında, bir sistemde bulunan elektriksel güce ait gerilim/akım/frekans bilgileri ile çevre birimlerinden alınan sensör bilgilerinin sinyal işleme teknikleri kullanılarak ayrıştırılması ve anlamlandırılması; belli senaryolar çerçevesinde ilgili güç hatlarının anahtarlamaını sağlayacak uzaktan kontrol edilebilir bir güç dağıtım biriminin tasarlanması ve tasarım doğrulama aşamalarının detaylandırılması üzerine yapılan bir yüksek lisans tez çalışmasıdır.

“Güç” ve “Enerji” terimleri sık sık karıştırılır. Değişen ya da hareket eden her şeyde “Enerji”nin bir biçimi mutlaka bulunmaktadır. İnsanlar enerjiye birçok yönden bağımlıdır: Taşımacılıkta, endüstride, savaş ortamında ve evde, yani çevremizdeki her yerde enerji kullanılmaktadır. Güç, enerjinin ne kadar hızlı kullanıldığı ya da üretildiğidir (Spurgeon ve Flood, 2014). Güç Dağıtım Birimi (Power Distribution Unit, PDU) ise; elektriksel gücü (Alternatif veya Doğru akım), kontrollü veya kontrolsüz; korumalı veya korumasız; uzaktan kontrol edilebilen veya edilemeyen olarak, birden fazla birime veya cihaza aktaran bir sistem olarak tanımlanabilmektedir (Yılmaz, A. E., 2015).

Çizelge 1.1 Güç Dağıtım Birimi(GDB) Tanım Parametreleri

Tanım	Açıklama
Kontrollü / Kontrolsüz	Anahtar veya Röle kullanımı
Korumalı / Korumasız	Çıkış hatlarında aşırı akım ve kısa devre koruma elemanı kullanımı
Uzaktan Kontrol Edilebilen / Edilemeyen	İstenilen çıkışların belli haberleşme bağlantı noktaları ile uzaktan açılıp kapatılabilmesi

En basit güç dağıtım birimleri olarak evlerde kullanılan 4'lü uzatma kabloları ile evlerin güç girişlerinde kullanılan sigorta kutuları örnek gösterilebilirken, askeri güç dağıtım birimleri ile endüstriyel alanlarda kullanılan raf kabinet tipi güç dağıtım birimleri de en karmaşık yapılar olarak karşımıza çıkmaktadırlar (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2 Güç Dağıtım Birimi(GDB) Örnekleri

En Basit Güç Dağıtım Birimi Örneği	
Askeri Güç Dağıtım Birimi Örnekleri (Anonim-1, 2018)	
Endüstriyel Tip Güç Dağıtım Birimi Örneği (Anonim-2, 2018)	

Güç Dağıtım Birimlerinin kullanıldıkları alanlarda tercih edilme sebeplerini aşağıda maddeler halinde toplayabiliriz:

- Güç Dağıtım Birimleri, şekil olarak bulunduğu ortamda **düzenli bir görünüm** sağlar; **dağınıklığı ortadan kaldırır**.
- İçerisinde bulundurduğu anahtarlama (röle veya kontaktör) ve koruma elemanlarını (sigorta veya devre kesici) kapsayarak, **emniyet açısından** kullanıcıya yarar sağlar.
- Üzerinde bulundurduğu **LED veya Lambalar** ile sistemde güç olup olmadığını kullanıcıya bildirir.
- Üzerinde bulundurduğu dijital veya analog göstergeler ile sistemde bulunan gücün **gerilim ve akım seviyeleri** hakkında bilgi verir.
- Üzerinde bulundurduğu **uyarı LED veya Lambaları** ile sistemde yer alan uyarı durumlarını kullanıcıya bildirir.

- Üzerinde bulundurduğu *Sigorta veya Devre Kesici* elemanları ile *aşırı akım veya kısa devre durumlarında* ilgili hatta bulunan birimi ve tüm sistemi korur.
- Çıkış sağladığı birimlere gücü *konnektörler üzerinden* sağlayarak kullanıcı ve sistem açısından güven sağlar.

Yurt içi ve yurt dışı pazarda ilgi gören 19” raf kabinet uyumlu Güç Dağıtım Birimleri her ne kadar klasik güç dağıtım işlemi yapsa da aynı zamanda “Güç Yönetimi (Power Management)” anlamında da bir göreve sahiptirler. Bu nedenle bu tez çalışmasında, Güç Dağıtım Birimi (GDB) yerine Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi (GDYB) terimi kullanımı tercih edilmiştir. Dünyada “GDYB” denince;

- Raf kabinetler için kullanılan,
- Ethernet ve Internet üzerinden kontrol edilebilir,
- Sıcaklık ve Nem Sensörü girişleri bulunan,
- Güç girişine ait gerilim, akım ve frekans bilgilerinin gerçek zamanlı izlenebilen,
- Yatayda 1U (44.45mm) yüksekliğinde,
- 8 adet çıkışın kontrol edildiği,
- Genellikle gerilim, akım, frekans, sıcaklık, nem bilgilerini üzerinde LCD veya 7-segment gösterge bulunan birimler akla gelmektedir.

19” Raf kabinetler için piyasada hali hazırda bulunan “Güç Dağıtım ve Yönetim Birimleri” kullanım alanları aşağıda verilmiştir. Bu birimlerin ortak özellikleri aşağıdaki Çizelge 1.3’de özetlenmiştir:

- Banka Bilgi İşlem Merkezleri,
- Üniversite Bilgi İşlem Merkezleri,
- Büyük Kurumsal İş Yerlerine ait Bilgi İşlem Merkezleri,
- Hastane Bilgi İşlem Merkezleri,
- Server(Sunucu) – Veri Merkezleri vb.

Çizelge 1.3 Dünya Pazarında GDYB Teknik Özellikleri

Tanımlama	Teknik Özellikler
GDB Nominal Güç Gereksinimi	200 VAC~ 240 VAC
Haberleşme Arayüzü	Ethernet
CİT/Kullanıcı Arayüz Yazılımları	Cihaz İçi Test (CİT) Donanım / Yazılımları
Mekanik Kutu	19" raf kabinet uyumlu, 1U yüksekliğinde
Görsel Uyarı	LEDler veya LCD ile
Sıcaklık / Nem Sensörü	Ayrı ayrı veya bütünleşik sensörler ile
Uzaktan Erişim ve Kontrol	Uzaktan soket anahtarlama

Dünyadaki örneklerine bakınca bu birimlerin üretici firmaları kullanıcıların ihtiyaçlarına göre farklı konfigürasyonlarda GDYBler geliştirdikleri görülmektedir. GDYBlerin 4 ana konfigürasyonda altında toplandığı görülmektedir.

- Yalın GDYB (Basic PDMU),
- Ölçümsel GDYB (Metered PDMU),
- İzlenebilir GDYB (Monitored PDMU),
- Uzaktan Anahtarlama GDYB (Remote Controlled PDMU).

Yalın GDYBler, en basit güç dağıtım birimi olarak anıldıkları gibi sadece elektriksel gücü tek bir ana hat devre kesici üzerinden anahtarlarken, aşırı akım ve kısa devre koruma yapan birimlerdir. Ölçümsel GDYBler, Yalın GDYBlere ilave olarak üzerinde gerilim-akım-frekans bilgilerinin 7-segment göstergeler gösterildiği birimlerdir. Opsiyonel olarak bu birimlere sıcaklık ve nem sensörleri de ilave edilebilmektedir. İzlenebilir GDYBler, Ölçümsel GDYBlere ek olarak uzaktan birime bağlanarak sistemdeki gerilim-akım-frekans, sıcaklık-nem bilgilerinin izlenmesine olanak vermektedir. Uzaktan Anahtarlama GDYBler ise diğer tüm GDYBlerin özelliklerine ek olarak çıkış soketlerinin tek tek uzaktan açılıp kapatılmasına olanak veren bir yapıya sahiptir. Bu tez çalışmasında tasarlanan ve detayları ileriki bölümlerde anlatılacak GDYB, en çok özellikli olan "Uzaktan Anahtarlama GDYB" kategorisinde yer alacaktır. Yüksek Lisans Tez çalışması kapsamında; 19" raf kabinet uyumlu, 1U yüksekliğinde, 1 harici 230VAC giriş ile 8 adet 230VAC çıkışa sahip Endüstriyel Alanda kullanıma da açık olacak Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi'nin özgün tasarımı, tasarım doğrulama testleri, test sonuçları ve ileride daha yapılması muhtemel çalışmaları anlatılmaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tezime konu olan ve dünya üzerinde birçok üretici tarafından üretilen ve geliştirilen Güç Dağıtım ve Yönetim Birimleri, veri merkezleri veya sunucu odalarındaki ekipmanların güç kalitelerini aslen bilişim teknolojileri yöneticilerinin anlık olarak izleyebilmeleri için önemli bir role sahiptir. Dijitalleşen dünya gündeminde, veri merkezlerindeki anlık güç kesintileri, çok büyük maddi zararlara neden olabilmektedir. Veri merkezindeki bir sunucunun anlık olarak kapanması demek; o sunucunun hizmet ettiği bölgedeki kullanıcıların banka işlemlerini, eğlence sistemlerine girişini veya son kullanıcıların oyun erişimlerini iptal etmesi demektir. Servis sağlayıcıları günümüzde bu gibi durumların yaşanmaması için sistemlerini kurarken ekipmanlarını besleyecek Güç Dağıtım ve Yönetim Birimlerini özenle seçmeye başlamışlardır.

Güç Dağıtım ve Yönetim Birimleri besledikleri çeşitli alanlardaki sunucuların kesintisiz olarak elektriksel güce sahip olmalarını sağlamalarının yanında sunucu odalarının veya veri merkezlerinin buldukları ortamdaki sıcaklık ve nem bilgilerinin anlık olarak izlenebilmesini de sağlamaktadırlar. Sunucular, hassas ve çok ısınan cihazlar oldukları için sürekli iklimlendirme yapılan ortamlara yerleştirilmektedirler. Sıcaklığın belli bir seviyede ve bağıl nemin de yüksek değerlerde olmadığı yerler tercih edilir. Bunu sağlamak için de klima sistemleri kullanır. Bu iklimlendirme sistemi yaz-kış cihazların olduğu ortamı sabit sıcaklıkta tutmak için sürekli çalışırlar. İklimlendirme sistemindeki herhangi bir arızadan dolayı Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi'ne daha önceden tanımlanan eşik değerleri altında veya üzerinde bir sıcaklık veya nem algılanırsa, merkezden sorumlu yöneticiye anında bir bilgilendirme iletisi gönderilir. Böylelikle sıkıntı daha da büyümeden ilgili alana müdahale edilmesi sağlanabilir. Endüstriyel Güç Dağıtım ve Yönetim Birimleri içerisinde yer alan mikroişlemci/mikrodenetleyici sayesinde birime bir "akıl" yüklenerek belli senaryolarda neler yapılması gerektiği öğretilmektedir. Ayrıca uyarı durumlarında da nasıl davranması gerektiği (ilgili çıkışların kapatılması, tanımlı kullanıcıya bilgilendirme yapılması, sesli ve görsel uyarı vb.) gömülü yazılımına tanımlanabilmektedir.

Daha çok veri merkezleri ve sunucu odalarında bulunan 19” raf kabinetlere uyumlu olarak tasarlanmış akıllı GDYBler, diğer GDYB türlerine göre belirgin bir avantaj sunar. Çünkü kabinete güvenilir bir güç dağıtımını sağlamanın yanı sıra, gerçek zamanlı güç izleme ve sıcaklık-nem izleme gibi ortam sensörü bilgileri de sağlarlar. Kullanıcı arayüz yazılımları vasıtasıyla da ilgili çıkışların (soketlerin) güç durumlarının uzaktan açılıp kapatılabilmesine olanak verirler. Akıllı GDYBler, Bilişim Teknolojileri yöneticilerinin ve tesis yöneticilerinin verimlilik ve üretkenlikle ilgili bir dizi önemli kurumsal performans hedefine ulaşmalarına yardımcı olmanın yanı sıra şirketin genel çevresel girişimlerine de fayda sağlayabilirler (More, 2014). Kullanıcı tanımlı eşik değerleri ile herhangi bir uyarı (yüksek gerilim, yüksek sıcaklık, aşırı akım vb.) anında sistemde kayıtlı kullanıcılara e-posta veya SMS bilgilendirmesi yapılabilmektedir. Dünyanın herhangi bir yerinden bir arayüz yazılımı aracılığıyla çıkış düzeyinde anahtarlama yoluyla sunucuların ve bilişim teknolojileri ekipmanının uzaktan yeniden başlatılması da çalışma süresi ve üretkenlik çabalarının iyileştirilmesine yardımcı olur.

Raf kabinet tipi Güç Dağıtım Birimleri, raf içindeki ekipmanları koruyan entegre bir sistemin önemli bir parçalarıdır. Seçilecek doğru Güç Dağıtım Birimi, elektriksel gücü ayrı bir sokette izlemenize ve kontrol etmenize, elektriksel gücü açıp kapatmanıza, acil bir elektrik kesintisi sırasında elektriksel gücü uzaktan kapatmanıza veya sadece gücü verimli ve güvenli bir şekilde dağıtmanıza olanak tanır (Anonim-3, 2015). Raf tipi Güç Dağıtım Birimlerinin sağladığı avantajlar şu şekildedir:

- Bilişim Teknolojileri bölümünün güvenilirliğini artırır.
- Sistemde tüketilen enerjinin, hangi ekipmanda daha çok harcandığı bilgisini verirler.
- Soğutma maliyetlerini düşürmeye yardımcı olurlar.
- Bakım maliyetlerini düşürürken, sistem güncellemelerini daha basit hale getirirler.
- Sistemdeki elektriksel gücün kontrolünü kullanıcıya verirler.
- Günümüzün dinamik Bilişim ortamlarında sıklıkla meydana gelen değişiklikler, hızlı, verimli ve minimum hata riski ile uygulanırken, elektriksel güç sisteminin yönetimini basitleştirirler.

- Birden çok GDB için tek bir bağlantı noktasının ve yalnızca bir IP adresinin kullanılabilirdiği zincirleme ağ bağlantısı ile fiziksel altyapı maliyetlerini düşürerek ağ bileşenlerinden tasarruf edilmesini sağlarlar.
- Elektriksel güç sisteminin çalışmasını bir bakışta kontrol etmeyi mümkün kılarken, arızaların hızlı tespiti ve düzeltilmesi için önemli bir yardımcı görevde bulunurlar.
- Yeni tip GDB'lerin kurulumları kolaydır. Hafifirler ancak sağlamdırlar ve alüminyum şasileri ısıyı verimli bir şekilde dağıtarak kullanışlı bir yapıya sahiptirler.

Yüksek Lisans Tezi kapsamında tasarlanan Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi, bu noktadan itibaren “@ey2020 GDYB” olarak anılacaktır. @ey2020 GDYB, 19” raf kabinet uyumlu olup, 1U (44.45mm) yüksekliğe sahip olacaktır. @ey2020 GDYB'ne ait genel özellikler aşağıda verilmiştir:

- 230 VAC/50 Hz elektriksel gücü, kontrollü ve korumalı olarak, uzaktan erişime imkan verecek şekilde birden fazla cihaza aktaracaktır.
- Dünya üzerindeki mevcut GDYB'lerin özelliklerini referans alarak ilave yazılım çözümleri ile kullanıcıya daha esnek bir kullanım sunacaktır.
- Kullanıcı tarafından giriş sağlanacak belli senaryolar ile bulunduğu sisteme elektriksel gücün “otomatik” olarak verilmesini ve güç kalitesinin gerçek zamanlı izlenebilmesini sağlayacaktır.

GDYB tasarımı sırasında dünya üzerinde bulunan ve kullanılmakta olan GDYBler referans alınmakla beraber hem donanım tasarımında hem de yazılım tasarımı tarafında ilave özellikler eklenerek bir çalışma hedeflenmiştir. GDYB ana hatları ile; mekanik kutu, konnektörler (güç giriş-çıkış, sinyal vb.), kullanıcı arayüzü (LCD, 7-segment display vb.), mikroişlemci veya mikrodenetleyici, anahtarlama kartı, çevresel algılayıcı birimleri (sıcaklık-nem sensörleri), gerilim-akım-frekans analog ölçüm bloklarından oluşmaktadır.

GDYB işlevlerini yerine getirebilecek özelliklere sahip; yeterli sayıda giriş-çıkış portu, analog kanal portu, sayısal kanal portu bulunan bir mikrodenetleyici tercih edilmiştir. Kullanılan ekipmanlar piyasadan kolaylıkla bulunabilecek malzemelerden seçilmiş olmakla beraber gerilim-frekans okuması için kullanılacak “Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı” özgün olarak tasarlanmıştır. Kullanılan ekipmanlar ve tasarlanan kartlar hakkında detaylı bilgiler **3.bölümde** anlatılacaktır.

Literatürde kullanılan GDYBlerin güç giriş ve çıkış konnektörleri belli bir standartta kullanılmaktadır. GDYB'nin kullanılacağı bölgenin durumuna göre konnektör tipleri değişiklik göstermektedir. Tasarlanan GDYB güç giriş-çıkış konnektörleri Avrupa ve Türkiye standartlarına uygun olarak seçilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında tasarlanan @ey2020 GDYB, 19” raf kabinet uyumlu olup, 1U (44.45mm) yüksekliğe sahip olacaktır. Üzerinde 1 adet 220 VAC güç girişi bulunurken, 8 adet 220VAC güç anahtarlayabilecek bir yapıdadır. Giriş gerilim, akım ve frekans verileri anlık olarak okunarak kullanıcıya hem birim ön panelinde yer alan 1.8” TFT LCD ekrandan hem de uzaktan Ethernet üzerinden erişim sağlanarak bildirim sağlayabilmektedir. Üzerinde 2 adet sensör bulunmakta olup bu sensörler ortamın hem sıcaklık hem de nem bilgisini ölçmektedirler. Anlık gerçek güç (real power) değerleri ölçülebildiği gibi belli bir zaman aralığında tüketilen enerji sarfiyatı da birikmiş (cumulative) olarak birim hafızasında saklamaktadır. Gerilim, sıcaklık ve aşırı akım sınır değerleri kullanılarak kritik seviyede olan birimlerin uyarı durumlarında güçlerinin kesilmeleri sağlanmaktadır. Uyarı durumlarında kullanıcıyı uyarı amaçlı hem sesli (buzzer) hem de görsel ikaz (TFT üzerinden) bulunmaktadır. İstenildiğinde buzzer sesi iptal edilebilmektedir. Ön panelde yer alan 3 adet buton ile TFT LCD ekrandaki sayfalar arasında geçişler sağlanmaktadır.

Birim arka tarafında yer alan CAT6 konnektör üzerinden bir modem vasıtasıyla İnternete çıkılarak, GDYB veri paketi GDYB sınır değerlerinde bir değişim olduğunda veya 15 saniyede bir periyodik şekilde “@ey2020 GDYB Sunucu (Sunucu Yazılımı)”ya göndermektedir. Burada tutulan veriler istenildiğinde, son kullanıcı tarafından parola ve şifre ile giriş yapılabilen “@ey2020 Arayüz Yazılımı (İstemci Yazılımı)” üzerinden görüntülenebilmektedir. Bu arayüz yazılımı üzerinden uzaktan GDYB’nin tüm verilerine erişim sağlanabilmekte olup ilgili güç çıkışları uzaktan “Açık-Kapalı” konuma getirilebilmektedir.

@ey2020 GDYB ana güç girişi, 220 ± 20 VAC/50 \pm 5 Hz gerilim seviyesinde çalışabilir durumdadır. Güç giriş kapasitesi maksimum 10 Arms'dir. Belli bir akım seviyesinin üzerinde kullanıcı görsel ve sesli olarak çekilen akımın yüksek olduğu konusunda uyarılmaktadır. Ön panelde yer alan 8 adet güç çıkışı, 220 ± 20 VAC/50 \pm 5 Hz gerilim seviyesinde çalışabilir durumda olup, her bir güç çıkışı ayrı ayrı anahtarlanabilir yapıdadır. Bunun için birim içerisinde her bir çıkış için ayrı röleler kullanılmaktadır. Güç çıkış konnektörlerinin yan taraflarında ilgili rölelerin açık-kapalı durumlarını anlamak amacıyla birer yeşil LED bulunmaktadır. @ey2020 GDYB donanım ve yazılım bilgileri Çizelge 3.1'de, genel özellikleri ise Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Donanım ve Yazılım Konfigürasyon Özellikleri

Proje Kapsamı	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı Telekomünikasyon-Sinyal İşleme Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
Donanım Birimi Tanımı	@ey2020 Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi (GDYB)
Parça Numarası	@ey2020-100
Seri Numarası	001
Birim Donanım Rev.	A
GDYB Gömülü Yazılım Rev.	v0.0
Sunucu Yazılımı Rev.	v201123
İstemci Yazılımı Rev.	v201123



Şekil 3.1 @ey2020 GDYB Ön Panel Görünümü



Şekil 3.2 @ey2020 GDYB Arka Panel Görünümü



Şekil 3.3 @ey2020 GDYB Genel Görünümü



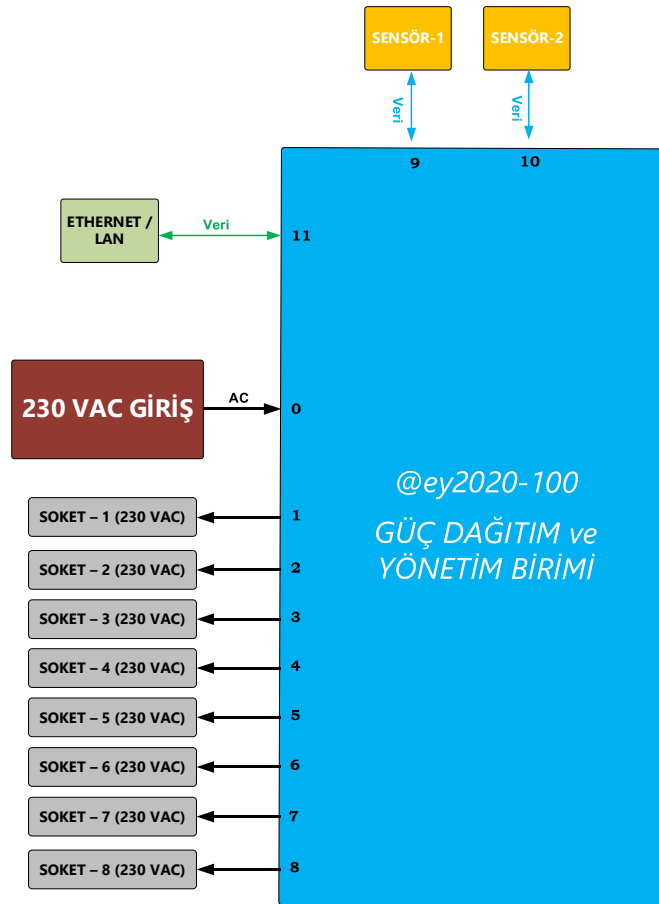
Şekil 3.4 @ey2020 GDYB İç Yerleşimi Görünümü



Şekil 3.5 @ey2020 GDYB Sensör Kutusu(SNAB) ve Kablosu Görünümü

Çizelge 3.2 @ey2020 GDYB Genel Özellikleri

Özellikler	@ey2020 GDYB
AC Gerilim Girişi (VAC)	Nominal 230 VAC (1 x IEC320-C13 konnektör ile)
Sigorta (A)	10A Cam Sigorta, Güç Girişinde
AC Gerilim Çıkışı (VAC)	Nominal 230 VAC (8 x IEC320-2-2/F, C14 Variant)
AC Akım Çıkışı (A)	8.5 A rms
Ölçümler	Gerilim(V), Akım(A), Frekans(Hz), Güç(W), Enerji(Wh)
LCD Ekran	1.8" TFT LCD
Görsel/Sesli Alarm	Ekran üzerinde Uyarı / Buzzer(Korna) ile Uyarı
Cihaz İçi Test	Kullanıcı Destekli TFT LCD ve Buzzer Testi
Sıcaklık-Nem Ölçümleri	2 x DHT22 Sensör ile ölçüm
Uzaktan Kontrol	Tek tek veya toplu olarak çıkış soketlerin AÇIK-KAPALI durum kontrolleri



Şekil 3.6 @ey2020-100 GDB Elektriksel Giriş/Çıkış Arayüzleri

Çizelge 3.3 @ey2020 GDYB Elektriksel Giriş Bağlantı Özellikleri

KN#	Tanım	Konnektör Tip No	Nominal Gerilim	Pin Tanımı
0	230V AC Güç Girişi	C14 Panel Mount IEC Connector	230 VAC	L: Faz N: Nötr E: Toprak
9	SNAB-1	RJ-12 Dişi Soket	-	1: 5V DC 2: GND 3: DATA
10	SNAB-2	RJ-12 Dişi Soket	-	1: 5V DC 2: GND 3: DATA
11	Ethernet	RJ-45 Dişi Soket	-	1: Rx(+) 2: Rx(-) 3: Tx(+) 6: Tx(-)

Çizelge 3.4 @ey2020 GDYB Elektriksel Giriş Bağlantı Özellikleri

KN#	Tanım	Konnektör Tip No	Nominal Gerilim	Pin Tanımı	Akım
1	AC Güç Soket-1	IC-212A-K (C13 Variant)	230 VAC	L: Faz N: Nötr E: Toprak	Maks. 10 A rms
2	AC Güç Soket-2	IC-212A-K (C13 Variant)	230 VAC	L: Faz N: Nötr E: Toprak	Maks. 10 A rms
3	AC Güç Soket-3	IC-212A-K (C13 Variant)	230 VAC	L: Faz N: Nötr E: Toprak	Maks. 10 A rms
4	AC Güç Soket-4	IC-212A-K (C13 Variant)	230 VAC	L: Faz N: Nötr E: Toprak	Maks. 10 A rms
5	AC Güç Soket-5	IC-212A-K (C13 Variant)	230 VAC	L: Faz N: Nötr E: Toprak	Maks. 10 A rms
6	AC Güç Soket-6	IC-212A-K (C13 Variant)	230 VAC	L: Faz N: Nötr E: Toprak	Maks. 10 A rms
7	AC Güç Soket-7	IC-212A-K (C13 Variant)	230 VAC	L: Faz N: Nötr E: Toprak	Maks. 10 A rms
8	AC Güç Soket-8	IC-212A-K (C13 Variant)	230 VAC	L: Faz N: Nötr E: Toprak	Maks. 10 A rms

3.1. @ey2020 GDYB Ön-Arka Panel Yerleşimi

@ey2020 GDYB Ön ve arka panelinde yer alan ekipmanlar Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de gösterilmektedir:



Şekil 3.7 @ey2020 GDYB Ön Panel Yerleşimi



Şekil 3.8 @ey2020 GDYB Arka Panel Yerleşimi

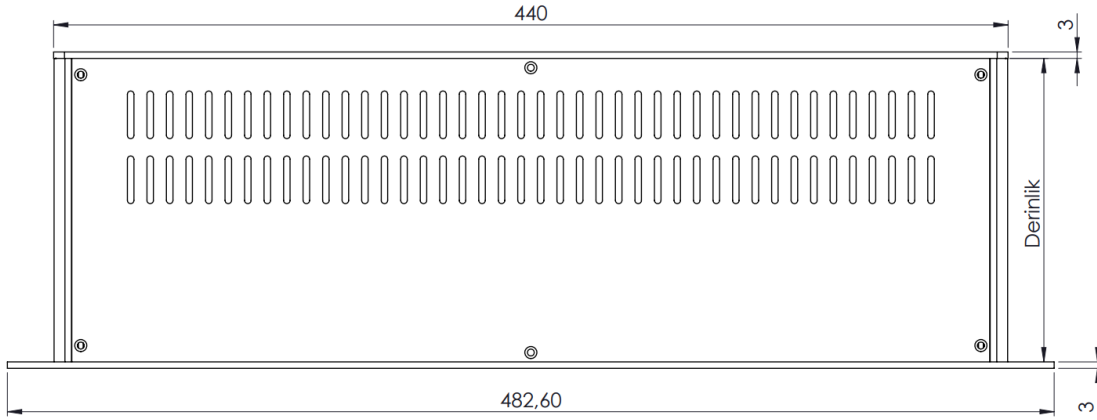
1. 19", 1U yüksekliğinde, Alüminyum, Siyah boyalı Mekanik Kutu,
2. Güç Çıkış Konnektörleri (a) + Yeşil LEDleri (b),
3. 1.8" TFT LCD (a) + Butonlar (b),
4. LAN konnektörü (a) + Sensör Konnektörleri (b ve c),
5. USB konnektörü,
6. Güç Giriş Konnektörü/Açma-Kapama Anahtarı/Cam Sigorta Yuvası.

3.1.1. RM-110-20 482.6 x 43.5 x 206 mm raf tipi kutu (1)

@ey2020 GDYB için piyasada kolaylıkla bulunabilen hazır mekanik kutu temin edilmiş ve tasarıma uygun olarak için ikincil işlemler gerçekleştirilmiştir. Kutu hazır olarak Siyah boyanmış şekilde temin edilmiştir.

Çizelge 3.5 19", 1U Raf Mekanik Kutu Özellikleri

Malzeme Kodu	RM-110
Boyutları	482.6x43.5x66mm / 19"x1.71"x2.6" inch
Materyal	Alüminyum
Boya	Siyah (RAL9005) Texture



Şekil 3.9 19", 1U Raf Mekanik Kutu Boyutları(Anonim-4, 2016)

3.1.2. Güç çıkış konnektörleri (2-a)

@ey2020 GDYB ön panelinde sekiz adet güç çıkış konnektörü kullanılmaktadır. Kullanılan güç çıkış konnektörlerinin özellikleri Çizelge 3.6'da belirtilmiştir:

Çizelge 3.6 Güç Çıkış Konnektörü Genel Özellikleri

Konnektör Tipi	IEC 320-2-2/F (C14 Variant)
Kapasitesi	230VAC / 10A akım kapasitesi
Montaj Türü	Snap Fit (Panele Vidasız Montaj)
Elektriksel Bağlantı Terminalleri	6.3mmx0.8mm Erkek tip faston terminaller
Takılabildiği Panel Kalınlığı	1 mm



Şekil 3.10 IEC 320-2-2/F (C14 Variant) Güç Çıkış Konnektörü

3.1.3. Güç çıkış LEDleri (2-b)

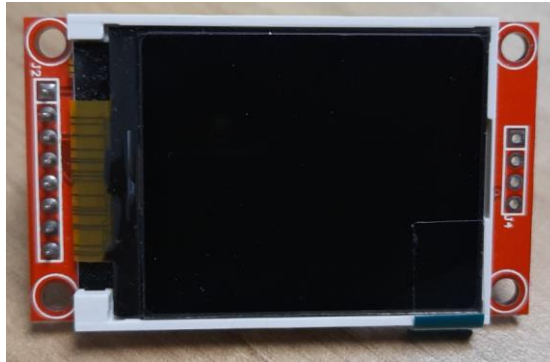
Ön panelde yer alan güç çıkış konnektörlerinde elektriksel güç var olup olmadığını görsel olarak kullanıcıyı bildirmek için 3mm, Yeşil LED kullanılmaktadır (Şekil 3.11). Her bir socketin anahtarlama elemanları (röle) aktif ise Yeşil LED ışıdamaktadır.



Şekil 3.11 3mm Yeşil LED (Anonim-5, 2020)

3.1.4. 1.8" TFT LCD (3-a)

@ey2020 GDYB ön panelinde bir adet TFT LCD Ekran kullanılmaktadır (Şekil 3.12). Kullanılan ekran, 1.8" boyutunda ve renkli özelliğe sahiptir. Üzerinde kendi dahili sürücüsü bulunmaktadır. Haberleşme altyapısı SPI'dır. Ekran üzerinde çeşitli sayfalar bulunmaktadır. Bu sayfalarda GDYB'nin tarih, saat, socket durumları, gerilim, akım, frekans, güç, enerji, sıcaklık ve nem bilgileri gösterilmektedir.



Şekil 3.12 Dâhili Sürücülü, 1.8 Inch TFT LCD Ekran

3.1.5. Butonlar (3-b)

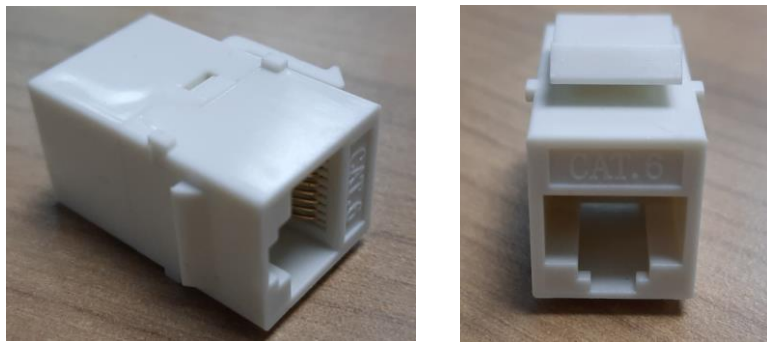
@ey2020 GDYB ön panelinde 3(üç) adet buton kullanılmaktadır. Butonlar “Tactile” tipinde olup, ekran kontrolünde kullanılmaktadır. Butonlar, “Yukarı”, “OK” ve “Aşağı” şeklinde adlandırılmaktadır. Butonların kullanım şekilleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.7 Buton Kullanım Tipleri

Buton Adı	Basış Tipi	Kullanımı
“YUKARI” ↑	Kısa Basış(<1 saniye)	Mevcut ekrandan sonra gelen ekrana geçiş
	Uzun Basış(>3 saniye)	Buzzer ve LCD Test ekranına geçiş
“OK” ←	Kısa Basış(<1 saniye)	Bilgilendirme sayfasına geçiş
“AŞAĞI” ↓	Kısa Basış(<1 saniye)	Mevcut ekrandan önce gelen ekrana geçiş
	Uzun Basış(>3 saniye)	Buzzer durumu değiştirilir

3.1.6. LAN konnektörü (4-a)

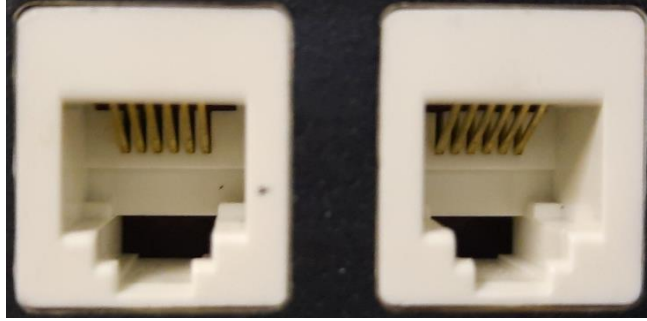
@ey2020 GDYB arka panelinde birimin ana sunucu ile bağlantı kurması için bir adet RJ45 konnektörü bulunmaktadır (Şekil 3.13). Birimin dış dünyaya açılmasını sağlayan bu konnektördür.



Şekil 3.13 Cat6 Modüler Jack Dişi Dişi Konnektör

3.1.7. Sensör konnektörleri (4-b)

@ey2020 GDYB arka panelinde birimin bulunduğu ortamın sıcaklık-nem bilgilerini ölçmek için kullanılacak sensörlerin bağlantı arayüzü olarak RJ12 konnektörü bulunmaktadır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 CAT3 UTP Jack 6P 6C

3.1.8. USB adaptörü (5)

@ey2020 GDYB arka panelinde birimin mikrodenetleyicisine ait gömülü yazılımın güncellenmesi için birim içerisinde direkt olarak mikrodenetleyici kartına bağlanmış USB (Dişi-Dişi) adaptörü bulunmaktadır (Şekil 3.15). Bu USB konnektörü kullanılarak, birim kapağı açılmadan mikrodenetleyici yazılımının güncellenmesi sağlanmaktadır. Duvar prizleri ve raf montajı için uygun olan bu XLR biçimli USB adaptörü, standart kablolama kullanan özel konfigürasyonları bağlamak için değerli bir arayüze sahip olmasının yanı sıra, yaygın olarak GDYB'lerde kullanılırlar.



Şekil 3.15 USB(Dişi-Dişi) Adaptör (Anonim-6, 2020)

3.1.9. Güç giriş konnektörü/açma-kapama anahtarı/cam sigorta yuvası (6)

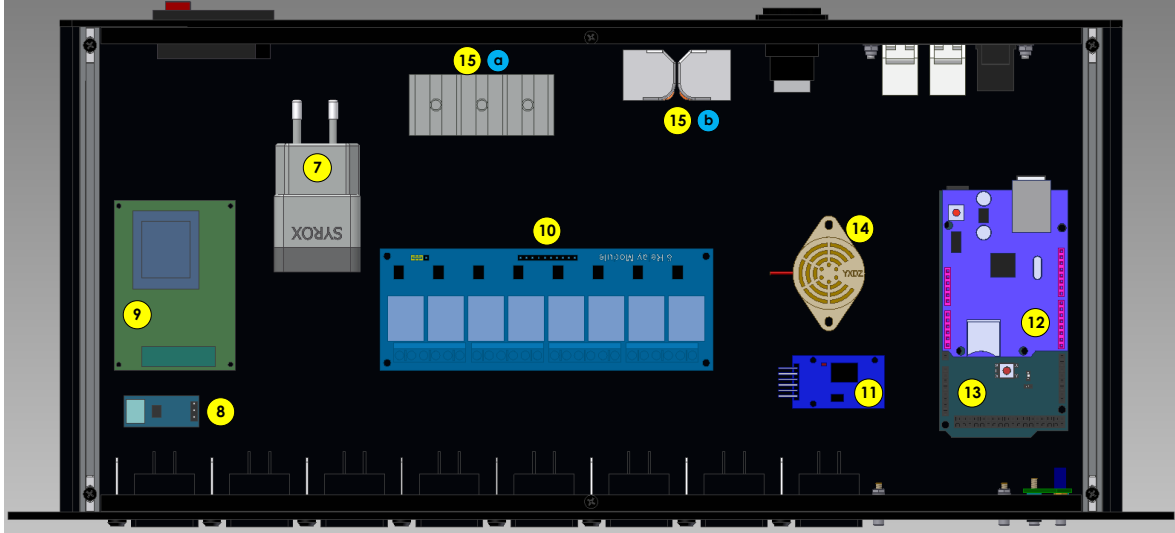
GDYB arka panelinde, 230VAC güç girişinin bağlandığı erkek C13 tipte konektör, birimin açılıp kapatılması için kullanılan kırmızı başlıklı Açma-Kapama Anahtarı ve elektriksel gücün birim içerisinde dağıtılması sırasında aşırı akım/kısa devre koruması görevinde bulunacak Cam Sigorta için sigorta yuvası yer almaktadır (Şekil 3.16). Bu ekipmanlar, tek bir malzeme üzerinde bütünleşik olarak bulunmaktadır. İzolasyon görevi yapan bu yapılar, terminallerin tüm elemanlarının mekanik olarak korunması ve elektriksel parçalara temasının engellenmesini sağlamaktadır. GDYB'nin bulunduğu sistemi aşırı akım/kısa devreden korumak için sigorta yuvasına 1 (bir) adet 10 A'lık cam sigorta ilave edilmiştir.



Şekil 3.16 Güç Giriş Konnektörü/Açma-Kapama Anahtarı/Cam Sigorta + Yuvası

3.2. @ey2020 GDYB Birim İçi Donanımları

@ey2020 GDYB birim içinde yer alan ekipmanlar Şekil 3.17’de gösterilmektedir:



Şekil 3.17 @ey2020 GDYB İç Yerleşimi

7. 220VAC/5VDC, 3A Güç Kaynağı,
8. ACS712 Akım Ölçüm Kartı,
9. AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı,
10. 8 çıkışlı 220VAC/10A Röle Kartı,
11. DS3231 Real-Time Clock (RTC) Kartı
12. Ethernet Shield Kartı,
13. Arduino Mega 2560 İşlemci Kartı,
14. Buzzer (Korna),
15. DC Bağlantı Elemanı (a) + AC Bağlantı Elemanı (b)

3.2.1. 220VAC/5VDC, 3A Güç kaynağı (7)

“@ey2020 GDYB” içerisinde kullanılacak 5 VDC elektriksel gücün oluşturulması için kullanılacak olan güç kaynağı (Şekil 3.18), rafta hazır olan cep telefonu şarj cihazları ürünlerinden eleme yolu ile seçilmiştir. Mevcutta kullanılan cep telefonu şarj cihazları 5 VDC, 2A olarak çıkış sağlarken bu tasarım için 5VDC, 3A’lik olan modellerden biri seçilmiştir. Yapısı itibariyle diğer güç kaynaklarına oranla biraz daha büyüktür. Bunun sebebi iç yapısında çift kondansatör devre yapısının kullanılmasıdır. Bu durum güç kaynağının, tam doğru akım vererek daha verimli ve güvenli güç sağlaması içindir.



Şekil 3.18 5VDC/3A Güç Kaynağı

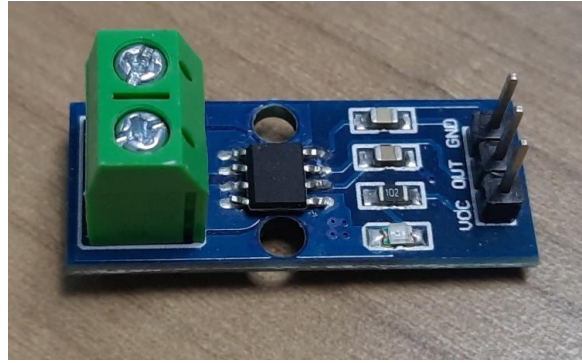
Çizelge 3.8 220VAC/5VDC, 3A Güç Kaynağı Genel Özellikleri

Marka	Syrox
Parça Numarası	SYX-Q20
Bağlantı Tipi	Micro USB
Giriş	100-240V~ 50/60Hz.
Çıkış	5.0 VDC, 3A
USB Bağlantı Noktası(Güç) Miktarı	1 Adet
Renk	Beyaz
Paket Boyutları / Ağırlık	17 x 10 x 3 cm / 100 gram

3.2.2. ACS712 Akım ölçüm kartı (8)

“@ey2020 GDYB” 220 VAC güç girişindeki akım miktarını ‘Amper’ mertebesinde ölçmek için kullanılan ‘ACS712’ Akım Ölçüm Kartı üzerindeki ‘ACS712’ sensörü, sistemin performansını etkilemeden iletkenine uygulanan akım miktarını ölçmek ve hesaplamak için kullanılabilen bir sensördür (Şekil 3.19). ACS712 Akım Sensörü ölçüm yaparken akımla orantılı olarak uygun bir sinyal üretir. Sensör, 5 VDC'lik bir besleme voltajına ihtiyaç duyar. ACS712 Akım Sensörü Hall Etkisine dayanmaktadır. IP + ve IP – pinlerini dahili olarak bağlayan bir bakır şerit vardır. Bu bakır iletkeninden bir miktar akım akarken, Hall Etkisi sensörü tarafından algılanan bir manyetik alan üretilir. Hall Effect sensörü daha sonra bu manyetik alanı AC veya DC akımla orantılı uygun voltaja dönüştürür. Karta ait genel özellikler Çizelge 3.9’da verilmektedir.

Bu entegrenin üzerinde bulunduğu hazır bir kart kullanılmış olup, “@ey2020 GDYB” güç girişinin faz hattı bu karta giriş ve çıkış yaparak entegre içerisinde çekilen akıma bağlı olarak analog bir çıkış (voltaj çıkışlı) elde edilir. Bu analog veri, Mikrodenetleyici tarafından algılanarak gerçek akım için ilgili gömülü yazılım fonksiyonunda kullanılır.



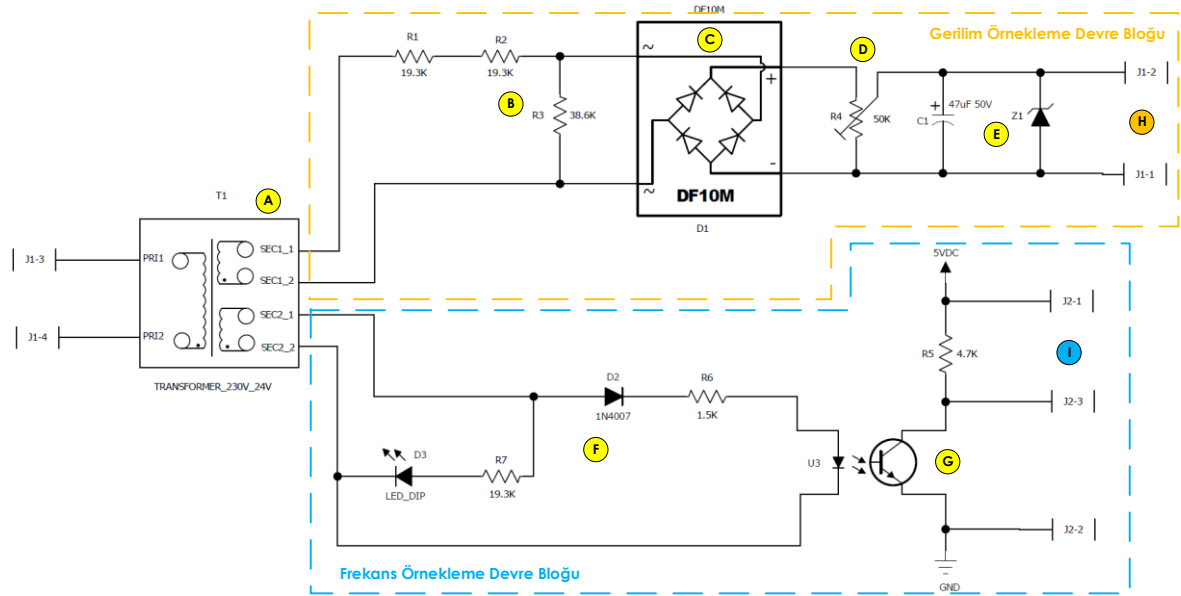
Şekil 3.19 ACS712 (20A) Akım Ölçer Kartı Görünümü

Çizelge 3.9 ACS712 (20A) Akım Ölçer Kartı Genel Özellikleri

Çalışma Gerilimi	5 VDC
Akım Değeri (Max)	20 A / -20 A
Hata payı	±%5
Çıkış Hassasiyeti	100 mV/A
Çalışma Sıcaklık Aralığı	-40°C'den 85°C'ye
Aşırı Akım Dayanıklılığı	Beş Sefere Kadar Dayanabilir.

3.2.3. AC Gerilim-frekans izolasyon kartı (9)

“@ey2020 GDYB” içerisinde gerilim ve frekans ölçümlerinin yapılabilmesi için gelen şehir şebekesi hatlarının izole edilmesi gerekmektedir. Mikrodenetleyicinin düzgün bir gerilim ve frekans okuma işlemi ve 50Hz’lik şehir şebekesinden etkilenmemesi için bu izolasyon durumu önem arz etmektedir. Bunun için özgün bir kart tasarlanmıştır. Kartın devre şeması Şekil 3.20’de gösterilmektedir. AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı pin atamaları Çizelge 3.10’da verilmektedir.



Şekil 3.20 AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı Devre Şeması

Çizelge 3.10 AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı Pin Atamaları

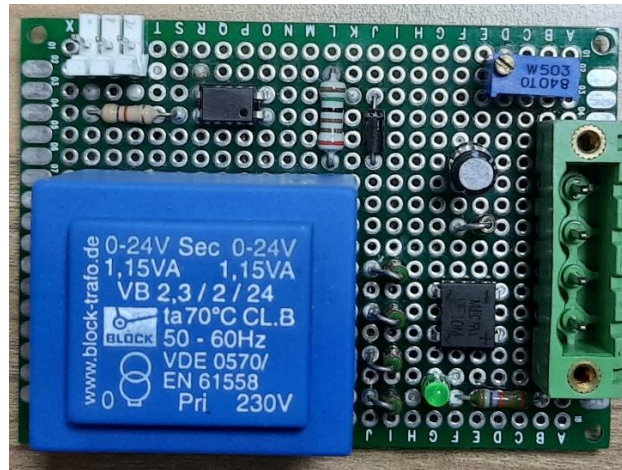
Konnektör-Pin Numarası	Sinyal Adı
J1-1	Gerilim Örneklemesi (-) / GND
J1-2	Gerilim Örneklemesi (+)
J1-3	AC Giriş (Faz)
J1-4	AC Giriş (Nötr)
J2-1	Frekans Örneklemesi (+)
J2-2	GND
J2-3	Frekans Örneklemesi (-)

3.2.3.1. Devre elemanları

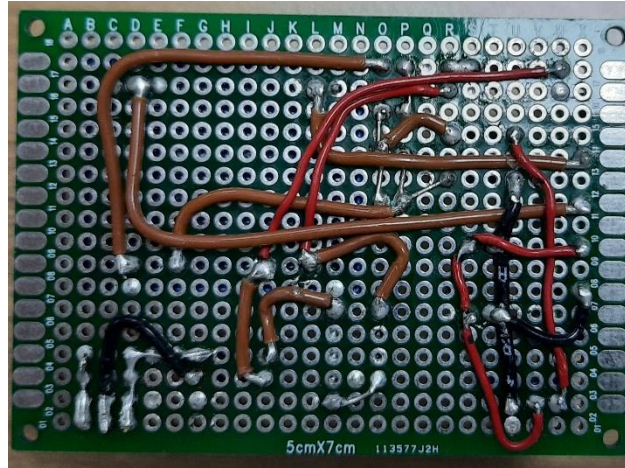
AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı üzerinde kullanılan malzemeler aşağıda listelenmektedir:

- 1N4007 Diyot (1 Adet)
- PC817 DIP-4 Transistör Çıkışlı Optokuplör Entegresi (1 Adet)
- 5V 1/2W Zener Diyot (1 Adet)
- DF10M Köprü Diyot, 1A/1000V (1 Adet)
- 230V/24V 1P / 2S Trafo (1 Adet)
- 50K, Trimpot (1 Adet)
- 3mm Yeşil LED (1 Adet)
- Muhtelif Dirençler
- Konnektörler (2 Adet)

Bu malzemeler, ‘Delikli Pertinaks’ üzerine dizilerek malzemelerin alt pinlerinden (bağlantı noktalarından) kablo kullanılarak birleştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kartın ön ve arka yüz malzeme yerleşimleri Şekil 3.21 ve Şekil 3.22’de gösterilmektedir.



Şekil 3.21 AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı Ön Yüzey Görünümü



Şekil 3.22 AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı Arka Yüzey Görünümü

3.2.3.2. Çalışma prensibi

Özgün olarak tasarlanan AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı üzerindeki devre yapılarının nasıl çalıştıkları Çizelge 3.11’de verilen tabloda ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Devre bloklarının isimlendirmeleri karta ait devre şeması üzerinde verilmiştir (Şekil 3.20). Devre blokları anlatımları bu isimlendirmelere göre verilmiştir.

Çizelge 3.11 AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı Devre Açıklamaları

Devre Bloğu	Devre Açıklaması
A Devre Bloğu	230 Volt AC güç kaynağını 24 volta indirmek için 230V/24V 1.15 A transformator kullanılır. Bu trafoda gerilimi ve frekansı izole etmek için SEC1 (Gerilim) ve SEC2 (Frekans) olarak ikiye ayrılmıştır.
B Devre Bloğu	Gerilim yalıtımını sağlamak için SEC1’de yer alan 19.3k değerinde R1 ve R2 dirençleri ile beraber 38.6k değerinde R3 direnci kullanılarak voltaj seviyesi yarıya indirilir.
C Devre Bloğu	Gerilim bölücü devresinden gelen gerilimi yönlendirmek için Köprü diyotu (DF10M) kullanılmıştır. Bu sayede tam doğrultma sağlanarak eksi alternanslar iptal edilerek artı alternansa aktarılmış ve tam doğrultma sağlanmıştır.

Çizelge 3.11 AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı Devre Açıklamaları (devam)

Devre Bloğu	Devre Açıklaması
D Devre Bloğu	Köprü diyotundan çıkan artı ve eksi kutupları R4 (50k) potansiyometresi kullanılarak (dışardan ince ayar yapmak için) gerilim kontrolü sağlamaktır.
E Devre Bloğu	C1 (10 μ F) kapasitörü kullanılarak DC geriliminin daha stabil olması sağlanır. Mikrodenetleyicinin analog girişine J1-1 ve J1-2 pinlerinden uygulanan gerilimi 5VDC seviyesinde sınırlamak için sabit tutmak için Z1 (5V1 1/2W) zener diyotu kullanılır. Bu sayede belirli bir gerilim değeri aşıldığı zaman akım 5V'u geçmeyerek mikrodenetleyicinin giriş devreleri korunmuş olur.
F Devre Bloğu	Frekans yalıtımını sağlamak için ise SEC2'de D2 (1N4007) diyotu kullanılarak AC'den gelen frekansın sadece pozitif kısmını geçirmek için kullanılır. Bu şekilde yarım doğrultma gerçekleştirilir. R5 (1K) kullanarak akım sınırlanır. SEC2'de yer alan LED, şehir şebekesi frekansıyla doğru orantılı olacak şekilde yanıp söner.
G Devre Bloğu	U1 (PC817 DIP-4 Transistör Çıkışlı) Optokuplör Entegresi sayesinde sadece artı alternans tarafında iletme girerek çıkışta kare dalga üretilmesi sağlanır. Giriş hattından izole bir şekilde J2-1, J2-2 ve J2-3 soketlerine iletim sağlanır. R5 (4k7) direnci kullanılarak J2-1 soketinden 5VDC seviyesinde kare dalga çıkışı sağlanır.

Ayrıca hem gerilim örnekleme hem de frekans örnekleme devre şeması üzerinde belirtilen yerlerden alınan osiloskop çıktıları Şekil 3.23 ve Şekil 3.24'de verildiği gibi olmaktadır.

H Ölçüm Noktası, Frekans örnekleme çıkışı olarak aşağıdaki osiloskop görüntüsü elde edilmektedir. 50 Hz'lik sinüs dalgası ilgili devre yapılarından geçirilerek 5VDC seviyesinde 50 Hz'lik bir kare dalga oluşturulmaktadır. Böylece mikrodenetleyicinin ilgili PWM okuma portuna yönlendirilecek hale getirilmektedir.



Şekil 3.23 J2-2 ve J2-3'den Alınmış Osiloskop Görüntüsü (Frekans Örnekleme Çıkışı)

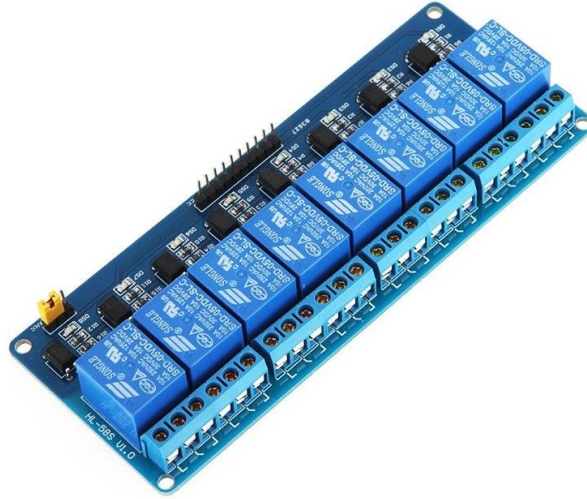
I Ölçüm Noktası, Gerilim örnekleme çıkışı ilgili devre yapılarından geçirildikten sonra zener diyot ile 5VDC seviyesinde sınırlandırılarak mikrodenetleyicinin analog kanalına girişi sağlanmaktadır. Gömülü yazılım içinde yapılan dönüşüm ve çevrimlerle gerçek gerilimin bulunarak gerçek değere göre senaryonun işletilmesi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.24 J1-1 ve J1-2'den Alınmış Osiloskop Görüntüsü (Gerilim Örnekleme Çıkışı)

3.2.4. 8 Çıkışlı 220VAC/10A röle kartı (10)

Röleler, düşük akımı kullanarak yüksek akım çeken dolayısıyla hassas geliştirme kartlarının kontrol etmenin zor olduğu devreleri anahtarlama görevinde kullanılan devre elemanıdır (Şekil 3.25). Bu projede kullanılan kart, 5V ile kontrol edilebilen 8-Kanallı Röle arayüz kartıdır. Bu kart üzerindeki çeşitli cihazları ve diğer ekipmanları büyük akımla kontrol edebilir. Doğrudan mikrodenetleyici ile kontrol edilebilir yapıya sahiptirler. Bu projede, röleler her bir soket çıkışına seri olarak bağlanmış olup, rölelerin mikrodenetleyici kontrollü olarak uzaktan açılıp kapatılması sağlanmaktadır. Kartın genel özellikleri Çizelge 3.12 verilmektedir.



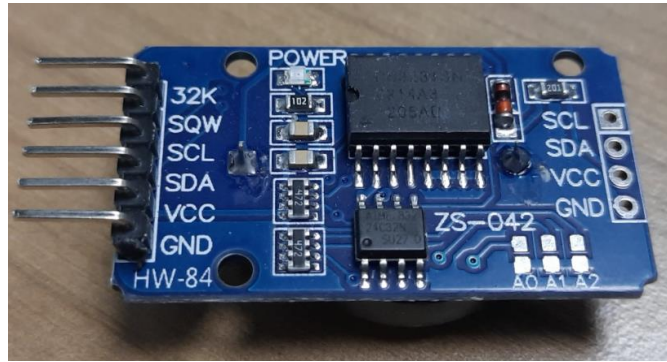
Şekil 3.25 8 Çıkışlı 220VAC/10A Röle Kartı (Anonim-7, 2020)

Çizelge 3.12 8 Çıkışlı 220VAC/10A Röle Kartı Genel Özellikleri

Maksimum Anahtarlama Voltajı	250VAC / 30VDC
Çalışma Gerilimi	5VDC
Çıkış Sayısı	8 Kanal
Bobin Sürme Akımı	20mA
Çalışma Sıcaklığı	-25 derece +70 derece
Anahtarlama Süresi	10ms maksimum
Bırakma Süresi	5ms maksimum
Kontak Malzemesi	AgCdO
Kontak direnci	100mohm

3.2.5. DS3231 Real-Time Clock(RTC) kartı (11)

DS3231 RTC, sıcaklık sensörüne sahip, son derece hassas ve I2C haberleşme sistemi üzerinden iletişim kurulabilen bir gerçek zamanlı saattir (Şekil 3.26). Üzerindeki pil yuvası sayesinde elektrik kesintisi durumunda, cihaz doğru zamanlama ve sıcaklık ölçümü sağlamaya devam edebilir, performansı etkilenmez. Bu tez çalışmasında, her bir GDYB belli periyotlarda ilgili bilgi paketi gönderimini tarih ve saat ile birlikte yapmaktadır. Mikrodenetleyicinin tarih ve zaman bilgisi, DS3231 gerçek zaman saati kullanımı ile mümkün kılınmaktadır. İstenildiğinde uzak komuta yazılımı üzerinden tarih-saat güncellemesi yapmak mümkün olmaktadır. Kartın genel özellikleri Çizelge 3.13'de verilmektedir.



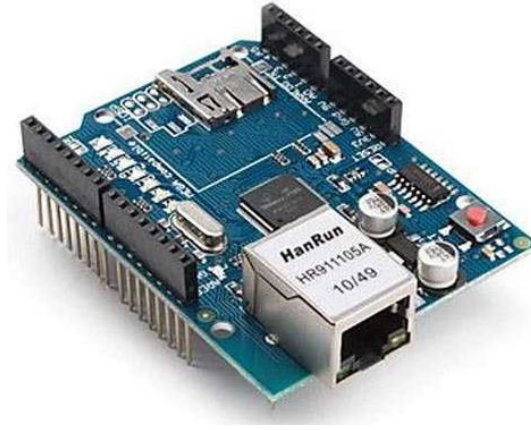
Şekil 3.26 DS3231 Real-Time Clock(RTC)

Çizelge 3.13 DS3231 Real-Time Clock(RTC) Kartı Genel Özellikleri

Saat Hassasiyeti	±1 dk/Yıl
Dâhili Bellek	AT24C32 (32kb)
Saat Pili Yuvası	CR2032
Çalışma Gerilimi	5V ya da 3.3V DC (Harici)
Seri Protokol	400Khz I2C
Doğruluk	0°C ila + 40°C için + 2ppm ila -2ppm, -40°C ila + 85°C için + 3.5ppm ila -3.5ppm
Çalışma Sıcaklığı	-45°C ile + 80°C
Dijital Sıcaklık Sensörü	± 3°C Hassasiyeti

3.2.6. Ethernet Shield kartı (12)

Ethernet Shield (Şekil 3.27), mikrodenetleyici ile birlikte çalışarak internete bağlanmaya olanak sağlar. Sunucu (Server) veya İstemci (Client) olarak kullanılabilir. Lehimlemeye gerek duymadan kolaylıkla Arduino tipi mikrodenetleyicilere bağlanabilmektedirler. Arduino Ethernet Kütüphanesi ile uyumludur. RJ45 kablosuyla mevcut ağa bağlayarak mikrodenetleyiciyi İnternet üzerinden kontrol etmeye başlamak oldukça pratiktir. Bu tez çalışmasında, Ethernet Shield İstemci (Client) modunda kullanılmaktadır. GDYB veri paketi belli bir periyotta (15-16 saniyede bir) Ethernet Shield kartı üzerinden sunucuya gönderilmektedir. Aynı şekilde sunucudan gelen sorgu mesajları veya ayar mesajları Ethernet Shield üzerinden mikrodenetleyiciye aktarılmaktadır. Kartın genel özellikleri Çizelge 3.14’de verilmektedir.



Şekil 3.27 Ethernet Shield Kartı (Anonim-8, 2020)

Çizelge 3.14 Ethernet Shield Kartı Genel Özellikleri

Bağlantı Hızı	10/100Mbps
Mikrodenetleyiciye Bağlantı Tipi	SPI Portu
Bilgi LEDleri	AÇIK: Kartın ve Shield'ın güce sahip olduğunu gösterir. LINK: Bir ağ bağlantısının varlığını belirtir ve Shield veri ilettiğinde veya alırken yanıp söner. 100M: 100 Mbps ağ bağlantısının varlığını gösterir.

3.2.7. Arduino Mega 2560 mikrodenetleyici kartı (13)

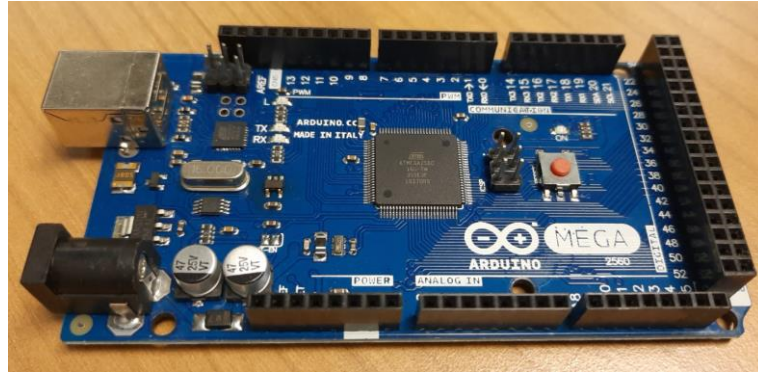
Arduino; üzerinde modellerine göre 8 veya 32 bit mikrodenetleyicileri bulunan, kendi kütüphaneleri (Arduino kütüphaneleri) ile mikrodenetleyicileri kolay bir şekilde programlanabilen, çevre elemanlarına (sensör veya diğer elektronik kartlar) kolaylıkla entegre edilebilen açık kaynaklı bir geliştirme platformudur.

Arduino kartlarının donanımında bir adet Atmel AVR mikrodenetleyici (ATmega328, ATmega2560, ATmega32u4 gibi) ve programlama ve diğer devrelere bağlantı için gerekli yardımcı elemanlar bulunur. Her Arduino kartında en az bir adet 5 voltluk regüle entegresi ve bir 16MHz kristal osilator (bazılarında seramik rezonatör) bulunmaktadır. Arduino kartlarında programlama için harici bir programlayıcıya ihtiyaç duyulmaz, çünkü karttaki mikrodenetleyiciye önceden bir bootloader programı yüklenmiştir (Anonim-9, 2018).

Arduino geliştirme ortamı (IDE), Arduino bootloader (Optiboot), Arduino kütüphaneleri, AVR Dude (Arduino üzerindeki mikrodenetleyici programlayan yazılım) ve derleyiciden (AVR-GCC) oluşur (Anonim-9, 2018).

Arduino yazılımı bir geliştirme ortamı (IDE) ve kütüphanelerden oluşur. IDE, Java dilinde yazılmıştır ve Processing adlı dilin ortamına dayanmaktadır. Kütüphaneler ise C ve C++ dillerinde yazılmıştır ve AVR-GCC ve AVR Libc. ile derlenmiştir (Anonim-9, 2018).

Arduino'nun bu kadar çok tercih edilmesini sağlayan en önemli bileşen ise mikrodenetleyici konusunda detaylı bilgi sahibi olmayı gerektirmeden herkesin programlama yapabilmesini sağlayan Arduino kütüphaneleridir. Arduino kütüphaneleri, geliştirme ortamı ile birlikte gelmekte ve "libraries" klasörünün altında bulunmaktadır. Kodları inceleyerek mikrodenetleyicilerin nasıl programlandığını ve kütüphanelerin yapısını görmemiz mümkündür. Son olarak AVR Dude bileşeni ise derlenen kodları programlamak için kullanılır (Anonim-9, 2018). Arduino kartları (Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Leonardo... vs) Arduino IDE yazılımı ile programlanabilmektedirler. Bu yüksek lisans tez çalışmasında, Arduino Mega 2560 mikrodenetleyici kartı (Şekil 3.28) kullanılmıştır.



Şekil 3.28 Arduino Mega 2560 Kartı Ön Görünümü

Arduino Mega 2560 mikrodnetleyicisinin tüm giriş ve çıkışları kartın kenarlarında bulunan konnektörlere çıkmaktadır. Arduino Mega 2560 mikrodnetleyici kartı; Arduino USB kablosu ile kolaylıkla bilgisayar USB girişine bağlanarak veya USB uyumlu 5VDC çıkışlı şarj aletleri ile enerjilendirilebilmektedir. Bu projede birim içerisinde enerjilendirme işi USB uyumlu 5VDC şarj aleti ile yapılmaktadır.



Şekil 3.29 Arduino Mega2560 Fonksiyonel Şema

Arduino Mega 2560 kartında 1 adet ATmega2560 mikrodnetleyici kullanılmaktadır (Çizelge 3.15). Arduino Mega 2560; ATmega2560 işlemci tabanlı bir Arduino kartıdır. 54 dijital I/O pini vardır. Bunların 14 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. 16 analog girişi, 4 UART (serial port), 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, adaptör girişi, ICSP çıkışı ve bir reset butonu vardır. Arduino Mega 2560; Arduino Mega'nın yerini alan gelişmiş modelidir (Alpat, 2012).

Çizelge 3.15 Arduino Mega 2650 Teknik Özellikleri

Mikrodenetleyici	ATmega2560
Saat Frekansı	16 MHz
EEPROM	4 KB
SRAM	8 KB
Flash Hafıza	256 KB (8 KB bootloader için)
Dijital Giriş / Çıkış Pinleri	54 Adet (Bunların 15 tanesi PWM olarak kullanılabilir)
Analog Giriş	16 Adet
Çalışma Gerilimi	+5V DC
Tavsiye Edilen Besleme Gerilimi	7 – 12 V DC
Besleme Gerilimi Limitleri	6-20 V
Giriş ve Çıkış Pin Başına Düşen DC Akım	40 mA
3.3 V Pini İçin Akım	50 mA
Çalışma Gerilimi	5V

Arduino Mega2560'ın diğer kartlardan farkı FTDI USB-to-serial sürücü entegresi kullanılmamış olmasıdır. USB-to-Serial entegresi yerine ATmega16U2 USB-to-serial dönüştürücü olarak programlanmıştır (Alpat, 2012).

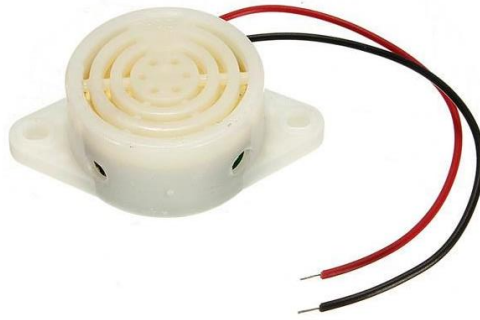
Arduino Mega2560'ın aynı zamanda USB aşırı akım koruması da vardır. Normalde her bilgisayarda bu koruma bulunur ama ek olarak Mega2560'a 500mA'in üzerinde akım uygulanırsa atacak bir sigorta bulunmaktadır (Alpat, 2012). Arduino Mega2560 pin tanımlamaları ve kullanım amaçları Çizelge 3.16'da anlatılmaktadır.

Çizelge 3.16 Arduino Mega 2560 Pin Arayüzü

Pin Grubu	Pin Tanımı	Açıklama
Güç (Power)	5V	5 Volt Güç Çıkışı
	RESET	Tekrar Başlatma Girişi
	3.3V	3.3 Volt, 50 mA güç çıkışı
	5V	5 Volt Giriş veya Çıkış
	GND	Güç Girişi (-)
	GND	Güç Girişi (-)
	VIN	7-12 Volt Giriş veya Çıkış
	AREF	Analog Sinyal Referans Voltajı
Analog Giriş (Analog IN)	A0, A1.. A15	Analog Pin 0,1,..15 / Dijital Pin 54,55,..69
PWM	2,3,4,..13	Dijital Pin 2,3,..13 / PWM
Dijital Giriş Pinleri	22,23,24,..43 47, 48, 49	Dijital Pin 22,23,..43 Dijital Pin 47,48,49
Dijital Giriş Pinleri / PWM	44, 45, 46	Dijital Pin 44,45,46 / PWM
Dijital Giriş Pinleri / SPI	50, 51, 52, 53	Dijital Pin 50, 51, 52, 53 / SPI
Haberleşme (Communication)	TX0, RX0, TX3, RX3, TX2, RX2, RX1, TX1, SDA, SCL	Dijital pin 0,1 ve 14,15,..21 / Haberleşme Pinleri

3.2.8. Buzzer/Korna (14)

Buzzer/Korna, mekanik, elektromekanik veya piezoelektrik olabilen bir ses cihazıdır (Şekil 3.30). Bu cihazların tipik kullanım amaçları kullanıcıyı sesli olarak uyarmak veya bilgi vermektir. Bu yüksek lisans tezinde, GDYB üzerinde meydana gelen uyarılar (yüksek/düşük gerilim, yüksek/düşük sıcaklık, aşırı akım vb) sırasında, eğer kullanıcı isterse (yani sesli uyarı açık ise) sesli olarak uyarı verilmektedir. Eğer yazılımsal olarak kullanıcı sesli uyarı özelliğini ister birim üzerinden ister kullanıcı arayüz yazılımından kapatmış ise yukarıda belirtilen uyarı durumlarında sesli uyarı aktif olmamaktadır.



Şekil 3.30 Buzzer/Korna Görünümü (Anonim-10, 2020)

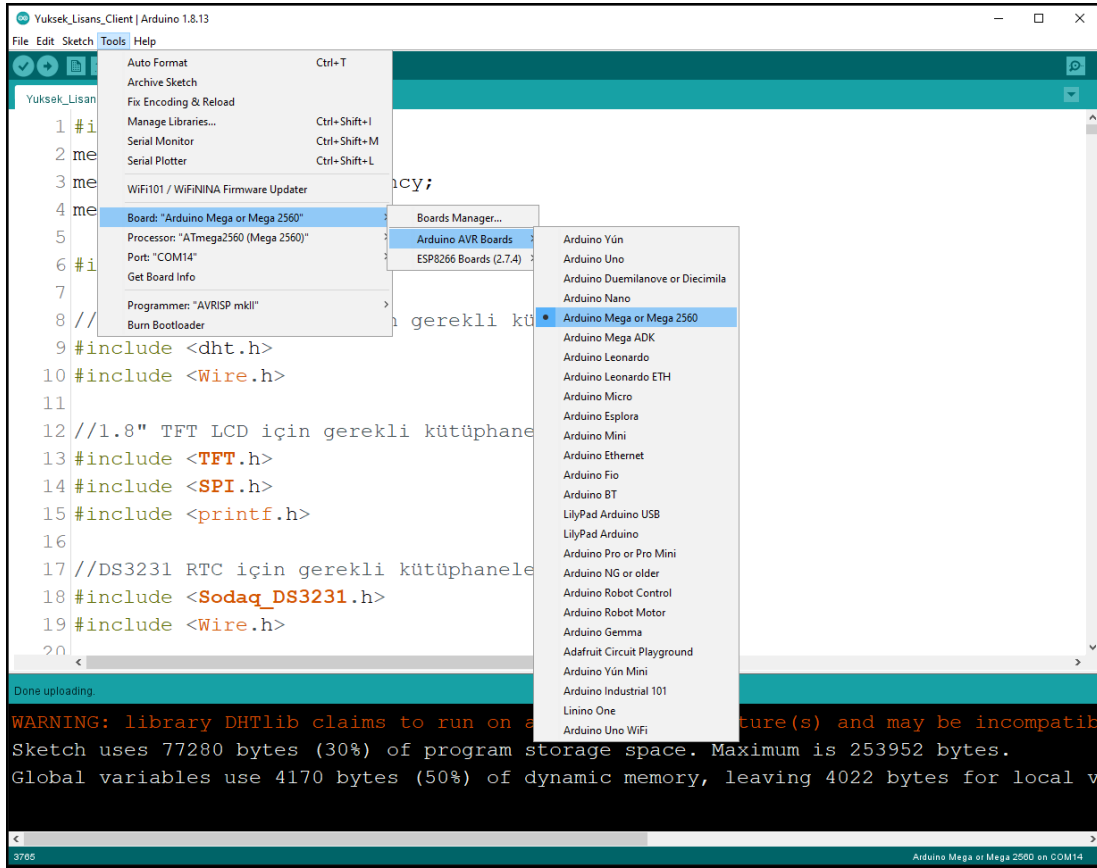
4. YAZILIM ÖZELLİKLERİ

4.1. Arduino Mega 2560 Gömülü Yazılımı Tasarımı Özellikleri

Arduino IDE; Arduino kartları için ücretsiz olarak elde edilebilen, kullanıcıların kod yazması, kodları derlemesi ve derlenen kodları USB portuna bağlı olan Arduino kartına yükleyebilmesini sağlayan açık kaynaklı, yazılım geliştirme platformudur. Bu tez çalışmasında Arduino IDE yazılımının 1.8.13 versiyonu kullanılmıştır. Arduino firması sürekli olarak açık kaynaklı kütüphaneyi geliştirerek; IDE yazılımının bu kütüphaneleri kapsayacak şekilde versiyonunu yükseltmektedir.

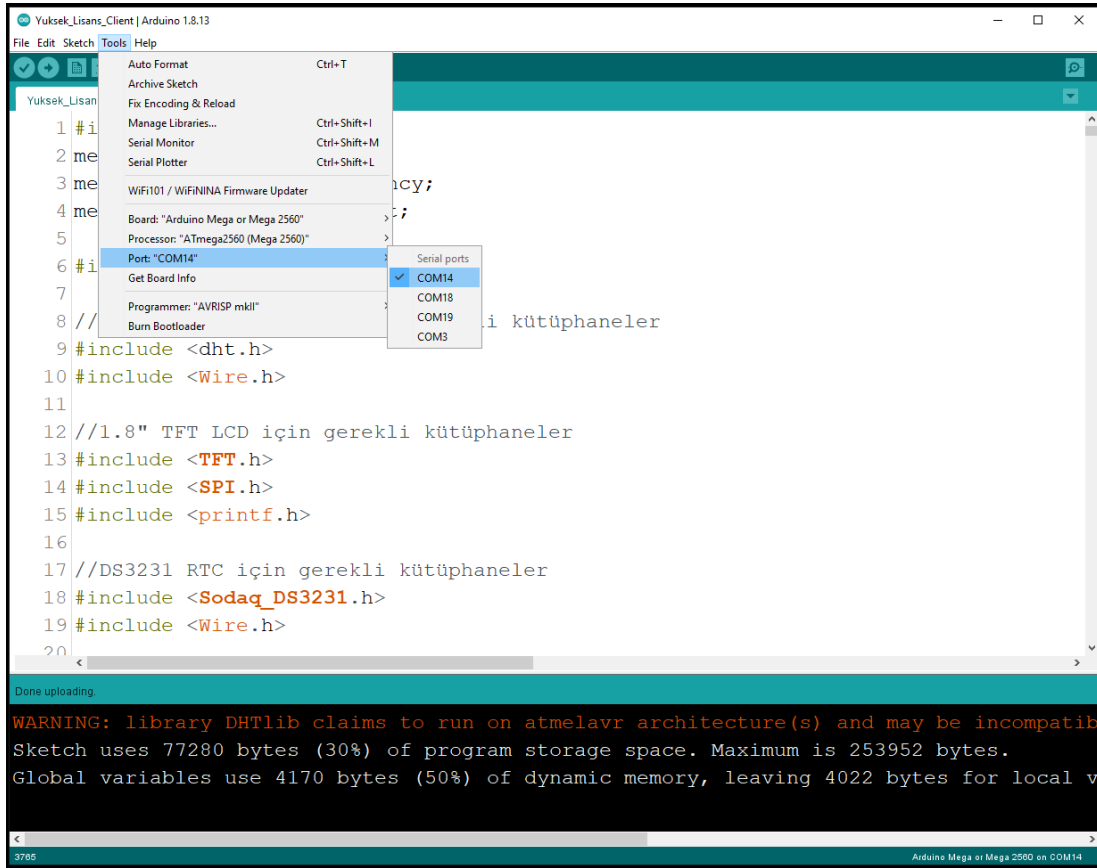
Arduino IDE yazılımı internet aracılığıyla, Arduino'nun resmi sitesi (<https://www.arduino.cc/>) üzerinden ücretsiz olarak indirilebilmektedir. Kurulum dosyası indirilmesi sonrasında, standart program kurulumu adımları takip edilerek IDE yazılımı istenilen bilgisayara yüklenebilmektedir.

Arduino IDE (Versiyon 1.8.13) yazılımı açılarak **Şekil 4.1'de** gösterildiği üzere "Tools // Boards // Arduino AVR Boards // Arduino Mega or Mega 2560" seçimi yapılarak, kullanılacak olan Arduino kartı ile ilgili çalışma yapılacağı Arduino IDE yazılımına bildirilmiş olur.



Şekil 4.1 Arduino IDE – Arduino Mega2560 İşlemci Seçim Ekranı

Şekil 4.2’de gösterildiği gibi Arduino IDE (Versiyon 1.8.13) yazılımında “Tools // Port // COM14” portu (tezimde kullanılan bilgisayar için bu port kullanılmıştır, COM port numarası farklı bilgisayarlarda farklılık gösterebilmektedir) seçilerek Arduino kartı ile haberleşme işlemi tamamlanarak yazılım geliştirme işlemleri başlanabilmektedir.



Şekil 4.2 Arduino COM Port Seçim Ekranı

Gömülü Arduino Yazılımı için yardımcı kütüphaneler kullanılmıştır. Bu kütüphaneler Arduino IDE (Versiyon 1.8.13) içerisinde olduğu gibi internet üzerinden açık kaynak kodlar şeklinde bedelsiz olarak da bulunabilmektedirler. Bu kütüphaneler, @ey2020 GDYB için kullanılan ekipmanların gömülü yazılımda nasıl uygulanacağına olanak sağlayan yardımcı kodlardan oluşmaktadır. Yardımcı olacak kütüphaneler, yazılımın baş kısmında referans olarak eklenirler. Her kütüphane eklenmesi “**#include <xxxx.h>**” şeklinde yapılmaktadır. Gömülü yazılımda kullanılan kütüphane kullanım örneği gösterimi Şekil 4.3’de verilmiştir. Ayrıca yazılımda kullanılan bazı kütüphaneler ve hangi amaçla kullanıldıkları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

```

12 //1.8" TFT LCD için gerekli kütüphaneler
13 #include <TFT.h>
14 #include <SPI.h>
15 #include <printf.h>

```

Şekil 4.3 Yazılımda Kullanılan Kütüphanelerden Örnek Gösterimi

Çizelge 4.1 Yardımcı Kütüphaneler ve Kullanım Amaçları

Kütüphane Ad(lar)ı	Kullanım Amacı
#include <dht.h> #include <Wire.h>	DHT22 sensörler için gerekli kütüphaneler
#include <TFT.h> #include <SPI.h> #include <printf.h>	1.8" TFT LCD için gerekli kütüphaneler
#include <Sodaq_DS3231.h> #include <Wire.h>	DS3231 RTC için gerekli kütüphaneler
#include <Ethernet.h> #include <SPI.h>	Ethernet Shield için gerekli kütüphaneler
#include <EEPROM.h>	EEPROM kullanımı için gerekli kütüphane
#include <medianFilter.h>	Gerilim, akım, frekans ölçümlerinin median filtre için gerekli kütüphane

@ey2020 GDYB gömülü yazılımında ölçülen analog ve sayısal girişler ile sayısal çıkışlar yer almaktadır. Gerilim ve akım okumaları, analog kanallar vasıtasıyla okunmaktadır. Sıcaklık-Nem sensörleri ise sayısal girişler vasıtasıyla okunmaktadır. Bu okunan değerler belli filtrelerden geçirilerek gerçek değerlerin ortaya çıkarılması sağlanmaktadır. Kullanılan filtrelerden biri “Median” filtredir. Ortanca filtre olarak da bilinen Median filtre genellikle ses ve görüntü işlemede gürültülerden kurtulmak için kullanılır. Bir grup sayı dizisinden veya bir matris içerisinde ortalama değerler seçilip diğerlerinin elenmesiyle büyük farklılıklar temizlenmiş olur. Genellikle görüntü işleme için kullanılır. Ancak bu tez çalışmasında, analog kanallardan ölçülen gerilim ve akım ölçümlerindeki istenmeyen-gereksiz ölçümlerden kurtulmak için kullanılmaktadır. Analog ölçümler bir dizi içerisine eklenir ve bu dizi içerisinde ortalama değerler seçilip diğerlerinin elenmesiyle büyük farklılıklar temizlenmiş olmaktadır. Böylelikle daha düzgün ölçümlerin alınması sağlanmaktadır.

Örnek olarak AC gerilim için örneklenen 50 adet analog ölçüm, median filtre için daha önce hazırlanan filtre dizisine eklenir ve daha sonra bu dizi içerisindeki değerler “<medianFilter.h>” kütüphanesi aracılığıyla filtrelenerek gürültü olduğu bilinen ya da düşünülen verilerden temizlenerek daha düzgün veri olarak ilgili gerçek AC gerilim için kullanıma alınmaktadır. AC gerilim için okunan verilerin median filtre için diziye alınmasını gösteren örnek kodlama Şekil 4.4’de verilmektedir.

```
for(sample_count = 0; sample_count < 50; sample_count ++ ) {
    sensorValue = analogRead(GERILIM);
    Filter.run(sensorValue);
    delayMicroseconds(1);
}

voltage_peak_value = Filter.run(sensorValue);
```

Şekil 4.4 AC Gerilim (Ham Değer) İçin Filtre Kullanımı Gösterimi

Gömülü yazılımında gerilim ölçümü yanında akım, frekans, güç ve enerji ölçümlerine ait kodlamalar da gerçekleştirilmektedir. Akım ölçümü, frekans ölçümü ve güç ölçümü saniyede 1 kere yapılarak sistemde kullanılmaktadır. Bu ölçümler, hem TFT LCD ekran üzerinde gösterilmesi sağlanırken ayrıca bu ölçümler 15 saniyede bir sunucu yazılımına gönderilerek kayıtlara geçmesi sağlanmaktadır. Enerji ölçümü ise 250 milisaniyede bir yapılmaktadır. O andaki gerilim ve akım değerleri göz önünde bulundurularak, gerekli fonksiyonda işlem yapılır ve 250 milisaniye içerisinde tüketilen enerji tüketimi Watt-saat (Wh) cinsinden kümülatif olarak arttırılarak bir değişken içerisinde tutulmaktadır. Enerji ölçümü de ekran ve sunucu iletimi için kullanılmaktadır. Kayıtlı kullanıcılar tarafından “ZEROIZE (SIFIRLAMA)” komutu geldiğinde ise değişken değeri sıfırlanarak, enerji tüketiminin yeniden arttırılması sağlanmaktadır. Enerji tüketimi hesaplama yöntemi Şekil 4.5’de verilmiştir.

```
1654 //Gerçek AC Energy sarfiyatını hesaplayacak fonksiyon
1655 void ac_energy_reading() {
1656     if((millis() - ac_energy_delay) > 250) {
1657
1658         real_ac_energy1 += (real_ac_voltage1 * real_ac_current1 * (millis() - ac_energy_delay)*0.001) / 3600;
```

Şekil 4.5 Kümülatif Enerji Tüketimi Kodlama Bölümü

Güç tüketimi için yapılan tasarım doğrulama testlerinde reactive güç değeri ihmal edilmiştir. “Power Factor” olarak “1.0” kullanılmıştır. Gerçek Güç(Real Power) değeri hesaplanırken o anda hesaplanan gerilim ve akım değeri çarpılarak o anki güç tüketimi “Watt” cinsinden hesaplanması sağlanmaktadır (Bknz. Şekil 4.6).

```
1610 void ac_power_reading() {
1611
1612   real_ac_power1 = real_ac_voltage1 * real_ac_current1;
```

Şekil 4.6 Gerçek Güç Tüketimi Kodlama Bölümü

Frekans ölçümü kodlama bölümünde frekans okuma için “AC Gerilim-Frekans İzolasyon Kartı” frekans çıkışından gelen hat mikrodenetleyici girişinde kare dalga şeklindedir. Kodlama sırasında gelen sinyalin ne kadar süre “Yüksek Seviye (HIGH Level)”de, ne kadar süre “Alçak Seviye (LOW Level)”de kaldığı ölçülerek gelen sinyalin frekansı ölçülerek AC şebekenin frekansı bulunmaktadır (Bknz. Şekil 4.7).

```
1635 //Gerçek AC Frekans değerini ölçecek fonksiyon
1636 void ac_frequency_reading() {
1637   high_time = pulseIn(FREQUENCY_INPUT, HIGH);           //(microseconds) LOW -> HIGH -> LOW
1638   low_time = pulseIn(FREQUENCY_INPUT, LOW);             //(microseconds) HIGH -> LOW -> HIGH
1639
1640   time_period2 = high_time + low_time;                   //(microseconds)
1641   time_period = FilterFrequency.run(time_period2);
1642   time_period = time_period / 1000;                       //(milliseconds)
1643   temp_ac_frequency1 = 1000 / time_period;               //(Hz)
```

Şekil 4.7 Frekans Ölçümü Kodlama Bölümü

@ey2020 GDYB’nin internet üzerinden verilerini iletebilmek için birim açılırken statik IP adresi olarak internete bağlanması sağlanmaktadır. GDYB, TCP/IP protokolüne göre İstemci (Client) modunda yapılandırılmaktadır. Yüksek lisans tez çalışmasında, birimi internete bağlanılan ortama uygun olarak bir statik IP adresi verilmiştir. 4007 numaralı port üzerinden veri paketinin sunucuya gönderilmesi sağlanmaktadır. Sunucu (Server) olarak çalıştığım şirketin sunucularından bir tanesi sanal sunucu olarak kullanılmıştır. GDYB açılır açılmaz, Ethernet yapılandırmasını yapar ve ilgili sunucunun IP adresi ve portuna bağlantıyı sağlar. Ethernet Shield yapılandırması ve sunucu bilgilerinin gömülü yazılım üzerinde yapılandırılması Şekil 4.8’de gösterilmektedir. Güvenlik nedeniyle yapılandırma ayarındaki bilgilerin hepsi açık olarak paylaşılammıştır.


```

IPAddress ip(192, 168, ■■■, ■■■);           //IP address
byte mac[] = {
  0xDE, 0xAD, 0xBE, ■■■, ■■■, ■■■ }; //MAC Address
IPAddress myDns(8, 8, 8, 8);               //DNS
IPAddress gateway(192, 168, ■■■, ■■■);     //Gateway
IPAddress subnet(255, 255, ■■■, ■■■);     //Subnet

int port_number = 4007;                   //Port Number
EthernetClient client;                    //Client Mode




IPAddress server(193,109,■■■,■■■);        //Server Ip Address

```



Şekil 4.8 Ethernet Shield Yapılandırma Ayarlarının Yazılım Üzerinde Gösterimi

@ey2020 GDYB ilk açılırken açılış sayfasında kullanıcıya bilgi vermek amaçlı bazı veriler ekrana yazdırılmaktadır. Bu bilgiler, daha çok Ethernet Shield yapılandırması ile Sunucuya bağlantı özelliklerini gösteren bilgilendirme mesajlarıdır. Birim açılışı sırasında sırasıyla kullanıcı karşısına çıkan mesajlar **Çizelge 4.2**'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 @ey2020 GDYB Açılış Sayfa Görünümleri ve Açıklamaları

Açılış Safya #	Ekran Görüntüsü	Açıklama
1		Birimin açılış sayfası olup, tez ile ilgili veriler 3 saniye boyunca ekrana yansıtılmaktadır.
2		Birimin ağ bağlantıları kurulum sayfası olup, bağlı bulunduğu ağdan statik IP adresi alımı bilgileri ekrana yansıtılmaktadır.
3		Birime DHCP tarafından modemden atadığı IP adresi bilgileri ekrana yansıtılmaktadır. <i>Güvenlik nedeniyle birime atanan IP adresinin bir kısmı gizlenerek gösterilmektedir.</i>

Çizelge 4.2 @ey2020 GDYB Açılış Sayfa Görünümleri ve Açıklamaları (devam)






Açılış Safya #	Ekran Görüntüsü	Açıklama
4		Birimin hangi IP adres ve port numarasındaki ana sunucuya bağlantı kurmakta olduğu bilgisi ekrana yansıtılmaktadır. <i>Güvenlik nedeniyle sunucu IP adresinin bir kısmı gizlenerek gösterilmektedir.</i>
5		Birimin ana sunucuya bağlantı kurup kurmadığı sonuç bilgisi ekrana yansıtılmaktadır. <i>Güvenlik nedeniyle sunucu IP adresinin bir kısmı gizlenerek gösterilmektedir.</i>

Açılış sonrası @ey2020 GDYB, saniyede bir olmak üzere aşağıdaki ölçümler ve kontroller yapılarak birim senaryosunun işletilebilmesi sağlanmaktadır.

- AC Gerilim Okuma,
- AC Akım Okuma,
- AC Frekans Okuma,
- Sıcaklık-Nem Sensör Okuma,
- Uyarı Kontrolleri,
- Birimlerin Açma-Kapama Kontrolleri,
- LCD Bilgilerinin Güncellemesi vb.

Bu veriler aynı zamanda birim üzerinde yer alan 1.8” (inch) TFT LCD üzerinde de sayfalar şeklinde kullanıcıya bilgi vermektedir. Birim üzerindeki TFT LCD üzerinde açılış sayfaları hariç 5 adet sayfa yer almaktadır. Sayfalarda hangi bilgilerin yer aldığı ve örnek gösterimleri Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 @ey2020 GDYB Ölçüm-Bilgilendirme Sayfa Görünümleri ve Açıklamaları

Ölçüm-Bilgi Sayfa #	Ekran Görüntüsü	Açıklama
@ey1		Birimin tarih-zaman bilgisi ile hangi modda çalışıyor olduğu bilgisi (mod@0 veya mod@1) ve hangi soketlerin açık-kapalı (sarı-mavi) olduğu bilgileri ekrana yansıtılmaktadır. Buzzer (Sesli Uyarı) durumu da kullanıcıya bilgi amaçlı yazdırılmaktadır(BzON veya BzOF).
@ey2		Birimin ölçtüğü gerilim, akım ve frekans bilgisi ile Ana Sunucuya bağlı olup olmadığı bilgisi (srvrOK veya srvrNO) ekrana yansıtılmaktadır. Buzzer (Sesli Uyarı) durumu da kullanıcıya bilgi amaçlı yazdırılmaktadır(BzON veya BzOF).
@ey3		Birimin çektiği anlık gerçek güç değeri ile birimin operasyon zamanındaki kümülatif enerji sarfiyatı ekrana yazdırılmaktadır. Buzzer (Sesli Uyarı) durumu da kullanıcıya bilgi amaçlı yazdırılmaktadır(BzON veya BzOF).
@ey4		Sensör-1 üzerinden alınan sıcaklık ve nem bilgisi ile birimde var ise hata (err0, err1, err2, err3, err4, err5) durumları ekrana yansıtılmaktadır. Buzzer (Sesli Uyarı) durumu da kullanıcıya bilgi amaçlı yazdırılmaktadır(BzON veya BzOF). (Bknz. Çizelge 4.7)
@ey5		Sensör-2 üzerinden alınan sıcaklık ve nem bilgisi ile birimin açılıp-kapanma sayısı (counter) ekrana yansıtılmaktadır. Buzzer (Sesli Uyarı) durumu da kullanıcıya bilgi amaçlı yazdırılmaktadır(BzON veya BzOF).

Sunucu ve GDYB mesajlaşmaları için özel bir başlangıç karakteri kullanılmaktadır. Bu karakter “>” ve GDYB’nin 3 basamaklı seri numarası(örnek olarak) “001” birleşmiş halidir. Sonlandırma karakteri olarak da “Enter(\r\n)” karakteri bulunmaktadır. Her iki taraf da bu karakterler dışında gelen mesajları dikkate almamaktadır. Ana sunucu ile bağlantısı olan @ey2020 GDYB, sunucuya bağlı olduğu süre boyunca saniyede bir olmak üzere bir senkronizasyon mesajı göndermektedir (Çizelge 4.4). Bu mesaj sunucuya geldiği sürece, sunucu ilgili seri numarası ile bağlantının olduğunu sunucu ekranında bilgi amaçlı vermektedir.

Çizelge 4.4 GDYB ile Ana Sunucu Arasındaki Mesajlaşma Yapısı

Başlangıç Karakteri	Seri Numara	Mesaj	Sonlandırma Karakteri
>	001	CHANGESTATUS?	\r\n(Enter)

@ey2020 GDYB ölçüm, uyarı, tarih-zaman vb. verilerini paket halinde **15 saniyede** bir tarih-zaman bilgisi ile birlikte ana sunucuya göndermektedir. Gönderilen verilerin anlamları ve gönderilme şekilleri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 @ey2020 GDYB → Sunucu Veri Paketi İçeriği

Mesaj Tipi	Mesaj İçeriği
RESETTIME	Birim çalışma zamanının ve kümülatif enerji sarfiyatının en son hangi tarih ve zamanda sıfırlandığı bilgiyi içermektedir. >001 RESETTIME 11.11.2020 19:36:33\r\n
MYIP	Sunucuya bağlı olan GDYB’nin IP adresi, port numarası ve MAC adresi bilgilerini içermektedir. >001 MYIP 192.168.XX.YY 4007 ed:fe:ef:XX:YY:ZZ\r\n
REVISION	Birim üzerinde yüklü olan gömülü yazılımın revizyon bilgisini içermektedir. >001 REVISION @ey2020.0007.v0-0\r\n
STATUS 2	Birim o andaki soketlere ait rölelerin AÇIK-KAPALI durumlarını hexadecimal olarak hesaplanan bilgisini içermektedir. Bu mesaj ile rölelerin enerji durumlarını kodlanmış olarak görmek mümkündür. Dönen değer Hex formatında ve BigEndian sırasına göre. Binary olarak kodlandığında “1” olan bitler o indisli rölenin enerjili, “0” olanlar ise o rölenin enerjisiz olduğunu gösterir. Röle numaralandırılması ise Çizelge 4.6’de verilmiştir. >001 STATUS 2 55\r\n → (0 1 0 1 0 1 0 1) ₂ = Soket 1, 3, 5 ve 7 açık konumdadır.

Çizelge 4.5 @ey2020 GDYB → Sunucu Veri Paketi İçeriği (devam)

Mesaj Tipi	Mesaj İçeriği
STATUS 3	Birimin o andaki uyarı durumlarını hexadecimal olarak hesaplanan bilgisini içermektedir. Bu komut ile uyarı durumlarını kodlanmış olarak görmek mümkündür. Dönen değer Hex formatında ve BigEndian sırasına göre. Binary kodlandığında “1” olan bitler o indisli uyarının aktif, “0” olanlar ise o uyarının pasif olduğunu gösterir. Olmayan uyarı durumları “0” olarak ele alınır. Yüksek lisans tezim kapsamında toplam 6 adet uyarı durumu vardır. Bunlar sırası ile Çizelge 4.7 'de verilmiştir.
	>001 STATUS 3 10 r n → (0 0 0 1 0 0 0 0) ₂ = <i>Yalnızca Sensör Arıza uyarısı vardır.</i>
OFFSET	Sıcaklık sensörleri için atanmış olan offset bilgisini içermektedir. Bu veri istenildiğinde “0.1” hassasiyetinde (+) veya (-) şeklinde ayarlanabilmektedir.
	>001 OFFSET 0.0 r n
STATUS 4	Birimin sırasıyla o andaki gerilim, akım, frekans, güç, sensör-1 sıcaklık, sensör-1 nem, sensör-2 sıcaklık ve sensör-2 nem bilgilerinin “10” ile çarpılmış hallerini aralarında “,”(virgül) ile ayrılmış bir şekilde içermektedir.
	>001 STATUS 4 2193,0,499,0,252,352,243,364 r n
STATUS 5	Birimin en son sıfırlama yapıldığı zamandan o ana kadar geçen süre içindeki kümülatif enerji sarfiyatı “Wh” şeklinde “10” ile çarpılmış halini içermektedir.
	>001 STATUS 5 31645 r n
STATUS 6	Birim içerisinde yer alan RTC modülü üzerindeki sıcaklık sensör bilgisini birim içi sıcaklığı olarak “°C” cinsinden “10” ile çarpılmış halini içermektedir.
	>001 STATUS 6 292 r n
STATUS 8	Birimin en son sıfırlama yapıldığı zamandan o ana kadar geçen süre bilgisini “gün saat:dakika:saniye” olarak içermektedir.
	>001 STATUS 8 33d 22h:01m:00s r n
STATUS 9	Birimin açılış sayısını içermektedir.
	>001 STATUS 9 1513 r n
STATUS 10	Birimin sırasıyla yüksek gerilim uyarı değeri(V), yüksek gerilim geri dönüş değeri(V), düşük gerilim uyarı değeri(V), düşük gerilim geri dönüş değeri(V), sıcaklık yüksek uyarı değeri(°C), sıcaklık yüksek geri dönüş değeri(°C), sıcaklık düşük uyarı değeri(°C), sıcaklık düşük geri dönüş değeri(°C), aşırı akım uyarı değeri(A), aşırı akım geri dönüş değeri(A) bilgileri “10” ile çarpılmış hallerini içermektedir.
	>001 STATUS 10 2400,2350,1900,1950,450,400,0,30,90,75 r n
LCD	Birim üzerindeki TFT LCD ekranın parlaklığının “%” cinsinden bilgisini içermektedir.
	>001 LCD 90 r n

Çizelge 4.5 @ey2020 GDYB → Sunucu Veri Paketi İçeriği (devam)

Mesaj Tipi	Mesaj İçeriği
BZSTATUS	Birimin sesli uyarı durumunun açık(1)-kapalı(0) olduğu bilgisini içermektedir. >001 BZSTATUS 0 r n
STATUS 7	Birimin o anki “gün.ay.yıl saat:dakika:saniye” cinsinden tarih ve zaman bilgisini içermektedir. >001 STATUS 7 16.12.2020 11:31:20 r n

Gömülü yazılımda kullanılan röle numaraları, **Çizelge 4.6**'da verildiği şekilde sisteme yansıtılmıştır. @ey2020 GDYB'ye özgü olan uyarı numaraları, **Çizelge 4.7**'de belirtildiği gibi yazılımda kullanılmıştır. GDYB'ye ait uyarı durumları bulunmaktadır. GDYB'nin hangi koşullarda uyarı verileceği, uyarı sınır değerleri **Çizelge 4.8**'de verilmiştir.

Çizelge 4.6 @ey2020 GDYB Röle Numaraları

Röle No	Çıkış Adı
0	220V AC Güç Soket-1
1	220V AC Güç Soket-2
2	220V AC Güç Soket-3
3	220V AC Güç Soket-4
4	220V AC Güç Soket-5
5	220V AC Güç Soket-6
6	220V AC Güç Soket-7
7	220V AC Güç Soket-8

Çizelge 4.7 @ey2020 GDYB Uyarı Numaraları

Uyarı No	LCD Err No	Uyarı Tanımı
0	err0	Gerilim Yüksek
1	err1	Gerilim Düşük
2	err2	Sıcaklık Yüksek
3	err3	Sıcaklık Düşük
4	err4	Sensör Arıza
5	err5	Aşırı Akım(Güç)

Çizelge 4.8 @ey2020 GDYB Uyarı Sınır Değerleri

Uyarı Adı	İzlenen Değişken	Uyarı Verilir	Normale Dönülür
Yüksek Gerilim	Şebeke girişi Faz-Nötr gerilimi	$> 240 \pm 5 \text{ V}$	$< 235 \pm 5 \text{ V}$
Düşük Gerilim	Şebeke girişi Faz-Nötr gerilimi	$< 190 \pm 5 \text{ V}$	$> 195 \pm 5 \text{ V}$
Sıcaklık Yüksek	Sistem iç ortam sıcaklığı	$> 45 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$	$< 40 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
Sıcaklık Düşük	Sistem iç ortam sıcaklığı	$< 0 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$	$> 5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
Sensör Arıza*	İki SAB ölçüm değerleri farkı	*	*
Aşırı Akım (Güç)	Şebeke girişinden çekilen akım	$> 8 \pm 0.5 \text{ A}$	$< 6.5 \pm 0.5\text{A}$

* : Algılayıcılardan biri veya her ikisi birden takılmadığı veya çıkarıldığı zaman/ölçüm alınmadığı durumlarda uyarı verilir.

@ey2020 GDYB uyarı durumları oluştuğunda, soketlere bağlı ve açık olan birimlerin enerjilerin kesilmesi sağlanmaktadır. Bu enerji kesilmesi, soketlere bağlı olan cihazları uygun olmayan durumlardan korumak için kullanılmaktadır. **Çizelge 4.9**'da hangi uyarıda hangi çıkış soketlerin enerjilerinin kesileceği bilgisi verilmektedir. Bu tablo istenildiği zaman yazılım üzerinden değiştirilebilmektedir.

Çizelge 4.9 Uyarı Durumlarında Enerjisi Kesilecek Soketler

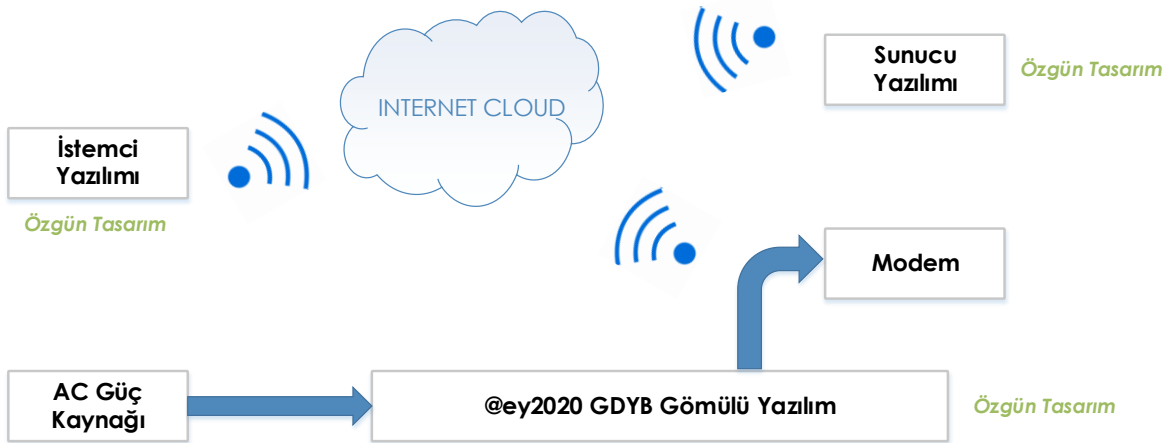
Soket#	Soketler	Gerilim Yüksek	Gerilim Düşük	Sıcaklık Yüksek	Sıcaklık Düşük	Sensör Arıza	Aşırı Akım
1	220V AC Güç Soket-1	√	√	√	√	√	√
2	220V AC Güç Soket-2	√	√	√	√	√	√
3	220V AC Güç Soket-3	√	√	√	√	√	√
4	220V AC Güç Soket-4	√	√	√	√	√	√
5	220V AC Güç Soket-5	√	√	√	√	√	√
6	220V AC Güç Soket-6	√	√	√	√	√	√
7	220V AC Güç Soket-7	√	√	√	√	√	√
8	220V AC Güç Soket-8	√	√	√	√	√	√

GDYB'den sunucuya veri paketi gönderilmesi gibi İstemci (Client) tarafından sunucu üzerinden GDYB'ye de bazı mesaj gönderimi mümkündür. Bu mesajlar Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 İstemci → Sunucu → GDYB Komut-Mesaj Seti İçeriği

Komut Tipi	Mesaj İçeriği
ROLE	Bu komut ile istenilen röle açılır/kapanır. >001 ROLE @p1,@p2 @p1=Röle numarası ; @p2=1 ise birim açılır, @p2=0 ise kapanır. >001 ROLE 2,1\r\n → 2 numaralı rölenin açılması(1) isteği gönderilmektedir.
ADJ_BZSTATUS	Bu komut, sesli uyarı açmak veya kapatmak için kullanılır. >001 ADJ_BZSTATUS @p1 @p1=1 ise sesli uyarı Aktif, @p1=0 ise sesli uyarı PASİF >001 ADJ_BZSTATUS 1\r\n → Sesli uyarı AKTİF edilir.
ADJ_OFFSET	Bu komut, sıcaklık sensör bilgilerine eklenen veya çıkarılan offset bilgisini güncellemek için kullanılır. >001 ADJ_OFFSET @p1 @p1= 0.1°C çözünürlükte -2.0°C ile +2.0°C arasında değer alır. >001 OFFSET -0.2\r\n → Offset verisi -0.2°C olarak ayarlanır.
ADJ_LCD	Bu komut, TFT LCD ekran parlaklığını “%” olarak ayarlamak için kullanılır. >001 ADJ_LCD @p1 @p1= %1 çözünürlükte %0 ile %100 arasında değer alır. >001 ADJ_LCD 75\r\n → TFT LCD parlaklığı %75 olarak ayarlanır.
ADJ_TIME	Bu komut, GDYB gerçek zaman saatini “gün.ay.yıl saat:dakika:saniye” olarak ayarlamak için kullanılır. >001 ADJ_TIME @p1 @p2 @p1=dd.mm.yyyy , @p2=hh:mm:ss şeklinde değer alır. >001 ADJ_TIME 16.12.2020 15:35:25\r\n
ADJ_VALUE	Bu komut, uyarı sınır değerleri ile geri dönüş değerlerinin güncellemesi için kullanılır. >001 ADJ_VALUE @p1,@p2,@p3,@p4,@p6,@p7,@p8,@p9,@p10 @p1=Yüksek Gerilim Uyarı Değeri(V)*10, @p2=Yüksek Gerilim Geri Dönüş Değeri(V)*10, @p3=Düşük Gerilim Uyarı Değeri(V)*10, @p4=Düşük Gerilim Geri Dönüş Değeri(V)*10, @p5=Yüksek Sıcaklık Uyarı Değeri(°C)*10, @p6=Yüksek Sıcaklık Geri Dönüş Değeri(°C)*10, @p7=Düşük Sıcaklık Uyarı Değeri(°C)*10, @p8=Düşük Sıcaklık Geri Dönüş Değeri(°C)*10, @p9=Aşırı Akım Uyarı Değeri(A)*10, @p10= Aşırı Akım Geri Dönüş Değeri(A)*10 >001 ADJ_VALUE 2450,2350,1900,1950,450,400,0,30,90,75\r\n
RESET	Bu komut, mevcut çalışma zaman(operasyon süresi) bilgisini ve kümülatif enerji tüketimini sıfırlamak için kullanılır. >001 RESET\r\n
RSTC	Bu komut, birime ait mevcut açılma sayacını sıfırlamak için kullanılır. >001 RSTC\r\n

Çizelge 4.10'da detayları verilen komutlar ileriki bölümde (4.3) anlatılacak olan İstemci Yazılımı (Uzak Komuta Yazılımı) üzerinde bulunacak butonlara basılarak arka planda otomatik olarak gönderilmektedir. Güncelleme ve yapılandırma içeren komutlar öncelikle sunucuya gönderilmektedir. Başlangıç karakteri ve seri numarası bilgisine göre ilgili GDYB'ye gönderilmesi sağlanmaktadır. GDYB, Sunucu ve İstemci yazılımlarının birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren şema aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.9 @ey2020 GDYB Gömülü Yazılım, Sunucu - İstemci Yazılımı İlişkileri

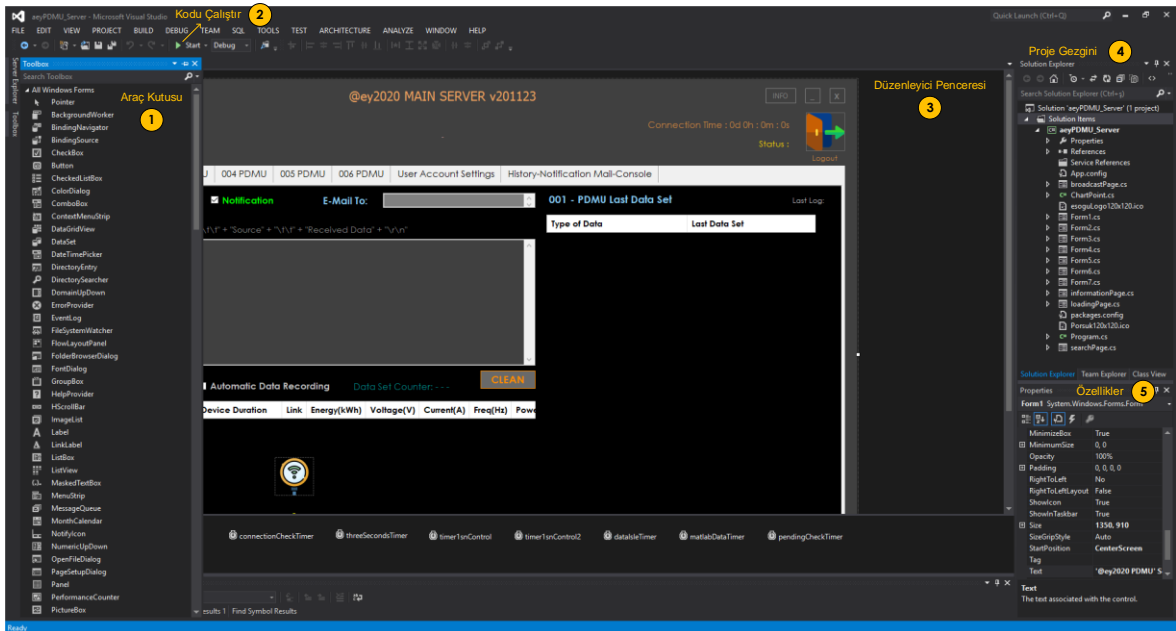
4.2. @ey2020 TCP Sunucu (Server) Yazılımı Tasarım Özellikleri

@ey2020 GDYB bilgilerini sürekli olarak tutacak istenildiğinde İstemci Yazılımı üzerinden GDYB'ye bağlantı kurabilecek özgün olarak bir sunucu yazılımı geliştirilmiştir. Sunucu yazılımı geliştirilirken ücretsiz versiyonu olan Visual Studio Tümüleşik Geliştirme Ortamı kullanılmıştır.

Visual Studio Tümüleşik Geliştirme Ortamı, kod düzenlemek, hataları ayıklamak ve derlemek ve ardından bir uygulama yayımlamak için kullanabildiğimiz bir yaratıcı başlatma paneliyle bulunur. Tümüleşik Geliştirme Ortamı (IDE), yazılım geliştirmenin birçok yönü için kullanılabilen özellik açısından zengin bir programdır. En çok kullanılan standart düzenleyici ve hata ayıklayıcı özellikleri yanında, Visual Studio, yazılım geliştirme sürecini kolaylaştırmak için derleyiciler, kod tamamlama araçları, grafik tasarımcıları ve çok daha birçok özellik içermektedir (Lee, 2019).

Sunucu yazılımı, sadece tasarlanan 001 seri numaralı GDYB için kullanılacağı gibi 002, 003, 004 005 ve 006 seri numaralı ilave GDYBler için de kullanılacak gibi tasarlanmıştır. İstenildiğinde ilave GDYB'ler eklenerek bu sunucu üzerinden o GDYB'lerin de izlenebilmesi sağlanabilecektir.

Yüksek lisans tez çalışmasında tasarlanan @ey2020 GDYB'nin test edilmesi ve doğrulanması için hazırlanan sunucu yazılımının proje ekranı Şekil 4.10'da gösterilmektedir:



Şekil 4.10 Sunucu Yazılımı Geliştirme Ortamı Genel Görünümü

- **Araç Kutusu (Toolbox) – 1;** Görsel tasarımda ihtiyaç duyulan ekipmanların seçildiği bölümdür. Sunucu yazılımında daha çok *textbox*, *label*, *button* vb. araçlar kullanılmıştır.
- **Kodu Çalıştır (Run Code) – 2;** Yazılan kodun ve tasarlanan ekipman yerleşiminin istenildiği şekilde çalışıp çalışmadığı test edilmektedir. Kod üzerinde istenilen yerlere kırılma noktaları(break points) konularak yazılımın o kod satırına geldiğinde kısa süreli durması ve kullanıcının hata ayıklaması (debugging) yapabilmesi sağlanabilmektedir.

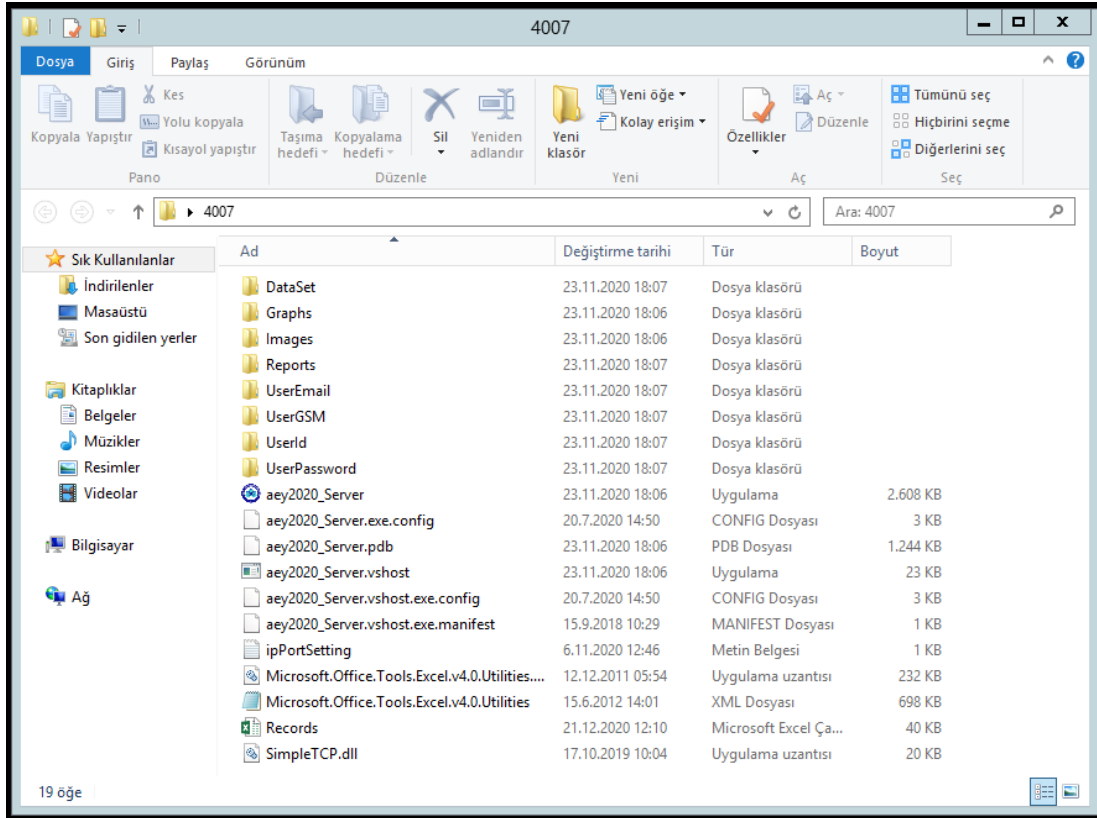
- **Düzenleyici Penceresi (Editor Window) – 3;** Proje kodlarının yazıldığı bölüm ile ekran tasarımlarının yapıldığı alandır. Bu bölüm iki ana başlıktan oluşmaktadır. Birincisi “Tasarım (Design)” sayfası, görsel tasarım için gerekli olan ekipmanların yerleşimi için kullanılmaktadır. İkincisi ise, “Kod (Code)” sayfası görsel tasarımdaki ekipmanların koda dönüştürülmesi ve ana döngüdeki yazılım kodlamasının yapılması için kullanılmaktadır.
- **Proje Gezgini (Solution Explorer) – 4;** Projede yer alan kod dosyalarının listelenmesi, yönetilmesi sağlanabilmektedir. Kodun düzenlenmesi ve gerekli ayarlamaların ve eklemelerin yapılması için kullanılabilir. Hazırlanan sunucu yazılımı belli başlı pencerelerden(forms) oluşturulmuştur. Her pencere için ayrı tasarımlar gerçekleştirilmektedir.
- **Özellikler (Properties) – 5;** Tasarım sayfasındaki ekipmanların özelliklerini değiştirmek, güncellemek için kullanılan bir alandır.

Sunucu yazılımı tasarımı sırasında, farklı formlar tasarlanmaktadır. Bu formlar farklı amaçlar için kullanılan pencereleri ifade etmektedir. Yüksek lisans tez çalışmasında kullanılan sunucu yazılımı tasarımında hazırlanan farklı formlar ve kullanım amaçları **Çizelge 4.11**'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Sunucu Yazılımı Pencere Listesi

Pencere Adı	Kullanım Amacı
Form1	Ana ekran tasarımı için
Form2	001 seri numaralı cihaza ait grafik penceresi tasarımı için
Form3	002 seri numaralı cihaza ait grafik penceresi tasarımı için
Form4	003 seri numaralı cihaza ait grafik penceresi tasarımı için
Form5	004 seri numaralı cihaza ait grafik penceresi tasarımı için
Form6	005 seri numaralı cihaza ait grafik penceresi tasarımı için
Form7	006 seri numaralı cihaza ait grafik penceresi tasarımı için
informationPage	Sunucu IP adresi, port numarası, e-posta ayarları için
loadingPage	Kayıtların kaydedilme durumunu göstermek için
searchPage	Grafik penceresinde tarih ve zaman araması için

Bütün kodlamalar ve tasarım işlemleri bittikten sonra “Start” butonuna basılarak yazılımın derlenmesi sonrası çalışması sağlanmaktadır. Mevcut sistemde bu yazılım çalıştığım şirketin sanal sunucusuna kopyalanmış ve o sunucuda çalıştırılmıştır. Sanal sunucuya kopyalanan klasörün içeriği Şekil 4.11’de gösterilmiştir. Derlenmiş Sunucu Yazılımı Klasör İçeriği ise Çizelge 4.12’de gösterilmektedir.



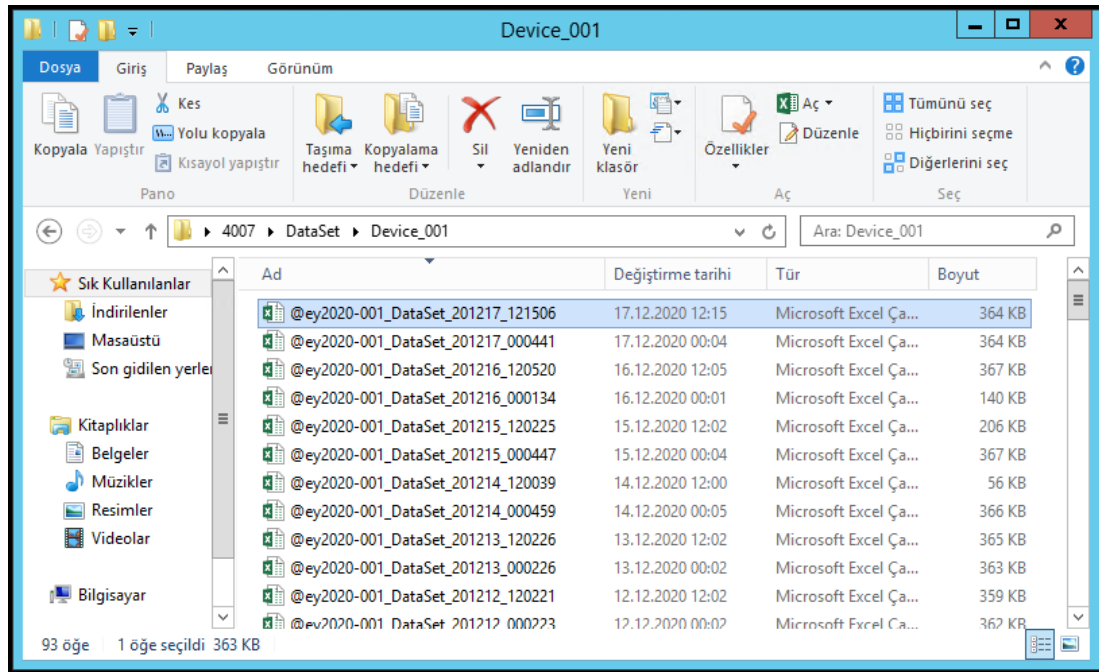
Şekil 4.11 Derlenmiş Sunucu Yazılımı Klasör Gösterimi

Çizelge 4.12 Derlenmiş Sunucu Yazılımı Klasör İçeriği

Klasör / Dosya Adı	Kullanım Amacı
“DataSet” Klasörü	Seri numaralarına göre günlük veri paketlerinin “*.xlsx” olarak kaydedildiği klasördür.
“Graphs” Klasörü	İlgili seri numaralı GDYB’ye ait uyarı durumunda oluşturulan grafiklerin “*.png” olarak kaydedildiği klasördür.
“Images” Klasörü	Grafiklerin isteğe bağlı olarak “*.png” olarak kaydedildiği klasördür.
“Reports” Klasörü	İlgili seri numaralı GDYB’ye ait uyarı durumunda oluşturulan raporların “*.docx” olarak kaydedildiği klasördür.

Çizelge 4.12 Derlenmiş Sunucu Yazılımı Klasör İçeriği (devam)

Klasör / Dosya Adı	Kullanım Amacı
“UserEmail” Klasörü	Tanımlı olan kullanıcıların e-posta adreslerinin “*.txt” olarak kaydedildiği klasördür.
“UserGSM” Klasörü	Tanımlı olan kullanıcıların cep telefon numaralarının “*.txt” olarak kaydedildiği klasördür.
“UserId” Klasörü	Tanımlı olan kullanıcıların kullanıcı adlarının “*.txt” olarak kaydedildiği klasördür.
“UserPassword” Klasörü	Tanımlı olan kullanıcıların kullanıcı parolalarının “*.txt” olarak kaydedildiği klasördür.
“@ey2020_Server.exe” Dosyası	Sunucu Yazılımının “*.exe” uzantılı uygulama dosyasıdır.
“ipPortSettings.txt” Dosyası	Sunucu Yazılımının IP adresi ve port numarası bilgilerinin “*.txt” olarak kaydedildiği/okunduğu klasördür.
“Records.xlsx” Dosyası	Sunucu Yazılımı üzerinde gerçekleşen tüm hareketlerin “*.xlsx” kaydedildiği klasördür.
Diğer Dosyalar	Diğer dosyalar, sunucu yazılımı uygulaması için yardımcı dosyalar/klasörler yer almaktadır.



Şekil 4.12 DataSet Klasörü “Device_001” İçeriği

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

Device Name : @ey2020 PDMU
 Device Serial Number : S-001
 Device Ip Address : 192.168.10.13
 Device SW Version : @ey2020.0007.v0-0
 Last Zeroize Time : 11.11.2020 19:36:33

#	Device Date-Time	Device Duration	Link Energy(kWh)	Voltage(V)	Current(A)	Freq(Hz)	Power(kW)	Temp1(°C)	Hum1(%Rh)	Temp2(°C)	Hum2(%R
1	17.12.2020 00:00:05	34d 10h:28m:40s	1	3.1646	219,9	0	49,8	0	24,2	30,7	23,3
2	17.12.2020 00:00:20	34d 10h:28m:55s	1	3.1646	219,8	0	49,8	0	24,2	30,7	23,3
3	17.12.2020 00:00:35	34d 10h:29m:10s	1	3.1646	219,2	0	49,8	0	24,2	30,7	23,3
4	17.12.2020 00:00:50	34d 10h:29m:25s	1	3.1646	219,8	0	49,8	0	24,2	30,7	23,3
5	17.12.2020 00:01:05	34d 10h:29m:40s	1	3.1646	219,5	0	49,9	0	24,2	30,6	23,3
6	17.12.2020 00:01:20	34d 10h:29m:55s	1	3.1646	219,5	0	49,9	0	24,2	30,7	23,3
7	17.12.2020 00:01:35	34d 10h:30m:10s	1	3.1646	219,5	0	49,9	0	24,2	30,7	23,3
8	17.12.2020 00:01:50	34d 10h:30m:25s	1	3.1646	219,7	0	49,9	0	24,2	30,7	23,3
9	17.12.2020 00:02:05	34d 10h:30m:40s	1	3.1646	219,6	0	49,9	0	24,2	30,7	23,3
10	17.12.2020 00:02:20	34d 10h:30m:55s	1	3.1646	219,5	0	49,9	0	24,2	30,7	23,3
11	17.12.2020 00:02:35	34d 10h:31m:10s	1	3.1646	219,4	0	49,9	0	24,2	30,7	23,3
12	17.12.2020 00:02:50	34d 10h:31m:25s	1	3.1646	219,5	0	49,9	0	24,2	30,7	23,3
13	17.12.2020 00:03:05	34d 10h:31m:40s	1	3.1646	219,3	0	49,9	0	24,2	30,7	23,3
14	17.12.2020 00:03:20	34d 10h:31m:55s	1	3.1646	219,7	0	49,9	0	24,2	30,7	23,3
15	17.12.2020 00:03:35	34d 10h:32m:10s	1	3.1646	219,4	0	49,9	0	24,2	30,7	23,3

Şekil 4.13 DataSet Klasörü “Device_001” “*.xlsx” Dosya İçeriği

The screenshot shows a Windows File Explorer window titled "Device_001" with the following content:

Path: 4007 > Reports > Device_001

Ad	Değiştirme tarihi	Tür	Boyut
201214_162152_Report	14.12.2020 16:21	Microsoft Word B...	13 KB
201202_130844_Report	2.12.2020 13:08	Microsoft Word B...	13 KB
201110_163846_Report	10.11.2020 16:38	Microsoft Word B...	13 KB
201110_163833_Report	10.11.2020 16:38	Microsoft Word B...	13 KB
201110_163823_Report	10.11.2020 16:38	Microsoft Word B...	13 KB
201110_163806_Report	10.11.2020 16:38	Microsoft Word B...	13 KB
201110_163740_Report	10.11.2020 16:37	Microsoft Word B...	13 KB
201110_160922_Report	10.11.2020 16:09	Microsoft Word B...	13 KB
201110_160032_Report	10.11.2020 16:00	Microsoft Word B...	13 KB
201110_160002_Report	10.11.2020 16:00	Microsoft Word B...	13 KB
201110_155816_Report	10.11.2020 15:58	Microsoft Word B...	13 KB
201110_155559_Report	10.11.2020 15:56	Microsoft Word B...	13 KB

Şekil 4.14 Reports Klasörü “Device_001” İçeriği

Ekran görüntüleri ve bilgi paylaşımları çalışan yazılım üzerinden alınmaktadır. Yazılım açılır açılmaz 6 adet GDYB ile 60 saniye boyunca haberleşme kurmayı denemektedir. Verileri gelen ilgili seri numaralı birimlerin verileri ilgili sekmelerde gösterilmektedir. Verileri gelmeyen GDYBlerin sekmelerinde bir bağlantının olmadığına dair mesaj gelmektedir. *Güvenlik nedeniyle sunucuya bağlı GDYB'ye ait IP adresinin bir kısmı gizlenerek gösterilmektedir.*

001 - Received Messages Notification **4** E-Mail To: aen@com.tr

Info#	Server Date-Time	Source	Received Data
147483	15.12.2020 15:21:02.695	from Device	CHANGESTATUS?
147484	15.12.2020 15:21:04.146	from Device	CHANGESTATUS?
147485	15.12.2020 15:21:05.628	from Device	CHANGESTATUS?
147486	15.12.2020 15:21:06.189	from Device	RESEETIME 11.11.2020 19:36:33
147487	15.12.2020 15:21:06.205	from Device	MYP 192.168. 4007 edife:
147488	15.12.2020 15:21:06.220	from Device	REVISION @ey2020.0007.v0-0
147489	15.12.2020 15:21:06.236	from Device	STATUS 2 55
147490	15.12.2020 15:21:06.252	from Device	STATUS 3 0
147491	15.12.2020 15:21:06.267	from Device	OFFSET 0.0

001 - Data Set Archive Automatic Data Recording Data Set Counter: 442 **6** **CLEAN**

#	Device Date-Time	Device Duration	Link	Energy(kWh)	Voltage(V)	Current(A)	Freq(Hz)	Power(W)
435	15.12.2020 15:19:06	33d 01h:50m:32s	1	3.1641	219.4	0	50	0
436	15.12.2020 15:19:21	33d 01h:50m:48s	1	3.1641	219.3	0	50	0
437	15.12.2020 15:19:36	33d 01h:51m:03s	1	3.1641	219.3	0	49.9	0
438	15.12.2020 15:19:51	33d 01h:51m:18s	1	3.1641	219.4	0	49.9	0
439	15.12.2020 15:20:07	33d 01h:51m:33s	1	3.1641	219.2	0	49.9	0
440	15.12.2020 15:20:22	33d 01h:51m:48s	1	3.1641	219.6	0	49.9	0
441	15.12.2020 15:20:37	33d 01h:52m:03s	1	3.1641	219.1	0	50	0
442	15.12.2020 15:20:52	33d 01h:52m:18s	1	3.1641	219.4	0	49.9	0

The Device whose IP Address is 192.168. is connected to Server... **7** **SAVE** **CHART**

Registered User ID of 001 Client List **8** aeyilmaz, esogu, fbe, fbe2, fbe3

001 - PDMU Last Data Set **9** Last Log: 15.12.2020 15:20:52

Type of Data	Last Data Set
SW VERSION =	@ey2020.0007.v0-0
IP ADDRESS =	192.168.
PORT NUMBER =	4007
MAC ADDRESS =	edife:
SOCKET-1 =	OPENED
SOCKET-2 =	CLOSED
SOCKET-3 =	OPENED
SOCKET-4 =	CLOSED
SOCKET-5 =	OPENED
SOCKET-6 =	CLOSED
SOCKET-7 =	OPENED
SOCKET-8 =	CLOSED
ERRORS =	---
VOLTAGE =	219.4 V
CURRENT =	0 A
FREQUENCY =	49.9 Hz
REAL POWER =	0 W
TEMPERATURE-1 =	26.3 °C
HUMIDITY-1 =	35.2 %RH
TEMPERATURE-2 =	25.4 °C
HUMIDITY-2 =	36.4 %RH
ENERGY CONSUMPTION =	3.1641 kWh
OPERATION TIME =	33d 01h:52m:18s
SYSTEM DATE-TIME =	15.12.2020 15:20:52
COUNTER of PDMU =	1513
TEMPERATURE OFFSET =	0.0 °C

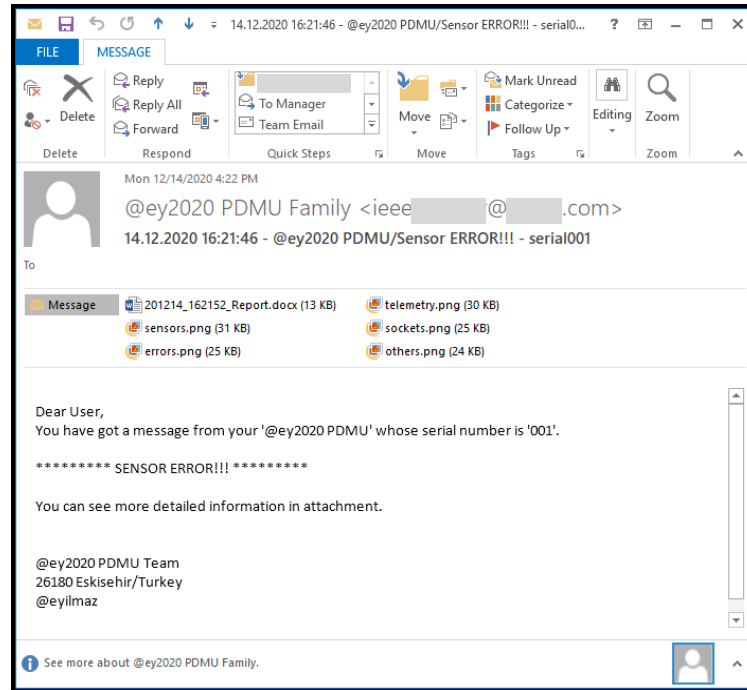
Şekil 4.15 Form1 "001 PDMU" Sekmesi

Çizelge 4.13 Form1 “001 PDMU” Sekmesi Özellikleri

Sıra	Tanım	Açıklama
1	Tarih-Zaman ve Aktif GDYB Gösterimi	Sunucu yazılımı açık olduğu sürece tarih-zaman bilgisi sol üst köşede gösterilmektedir. Ayrıca Sunucu aktif olan seri numaralı GDYBler kullanıcıya gösterilmektedir.
2	Sunucu Bağlantı Süresi ve Bağlantı Durumu	Sunucu yazılımının ne kadar süredir çalışmakta olduğu ve aktif bağlantı durumu gösterilmektedir.
3	Bilgi Ekranı Geçiş Butonu	Sunucu yazılımının IP adresi, port numarası ve e-posta yapılandırması ile ilgili ayarlamaların olduğu pencereye (informationPage) geçiş sağlanmaktadır (Bknz. Şekil 4.23).
4	Bilgilendirme Kontrol Kutusu ve Tanımlı e-posta Adresleri	Sunucu belli uyarı durumlarında ve bağlantı kopma durumlarında, eğer Bilgilendirme Kutusu aktif edilmiş ise kayıtlı e-posta adreslerine bilgilendirme mesajı göndermektedir (Bknz. Şekil 4.16). Ayrıca bilgilendirme kutusunun aktif olduğu durumlarda kullanıcıların tanımlı olan cep telefonlarına da SMS bilgilendirmesi yapılmaktadır (Bknz. Şekil 4.18).
5	GDYB İçin Gelen Mesajların Listelenmesi	Sunucu yazılımı ilgili seri numaralı birime gelen mesajları (GDYB ve İstemci Yazılımı) ayırarak GDYB'nin ilgili sekmesinde bu alanda tarih-zaman bilgisi eşliğinde göstermektedir.
6	Veri Setlerin Listelenmesi	GDYB'den gelen verilerle incelenerek aynı tarih-zaman bilgisinde gelen veriler tek bir satırda gösterilecek şekilde tabloya eklenmektedir. Bu veriler istenildiğinde incelenebilmektedir. Eğer Otomatik Kayıt Kutusu aktif edilmiş ise daha önce belirlenen zamanlarda (günde 2 defa olmak üzere) bu liste excel dokümanı(.xlsx) olarak ilgili yere kaydedilmektedir. Herhangi anda da kullanıcı bu listeyi tarih-zaman adıyla kaydedebilmektedir.

Çizelge 4.13 Form1 “001 PDMU” Sekmesi Özellikleri (devam)

Sıra	Tanım	Açıklama
7	GDYB IP Adresi, Port Numarası Bilgileri ile İstemci Yazılımı Aktif Kullanıcı Girişi, Grafik Ekranı Geçiş Butonu	Sunucu yazılıma veri gönderen ilgili seri numaralı GDYBnin ağ bilgileri IP adres ve port numarası olarak verilmektedir. Ayrıca İstemci yazılımında bağlanan aktif kullanıcı var ise onun da bilgileri verilmektedir. “Chart” Butonu ile ilgili seri numaralı GDYB’ye ait grafik ekranına geçiş gerçekleştirilmektedir. Bu ekran, GDYB’ye ait sunucu yazılımının açık olduğu süre zarfında gelen veri setlerinin grafiğe döküldüğü ekrandır.
8	İstemci Yazılımı Tanımlı Kullanıcı İsimleri Listesi	Sunucu Yazılımı’na İstemci Yazılımı üzerinden kayıtlı olan ilgili seri numaralı GDYB kullanıcı isimleri listelenmektedir.
9	GDYB Son Veri Seti Tablosu	Sunucuya GDYB tarafından gönderilen son veri setinin tarih-zaman verisi ile gelen mesajların çözümlenmiş hallerinin tabloya eklenmiş halleri gösterilmektedir.



Şekil 4.16 E-Posta Bildirim Örneği

Bu bildirim örneğinde (Şekil 4.16), 001 seri numaralı birim üzerinde sensör arızasının algılandığı ve o andaki ölçümlerin grafikleri ile raporlanmış doküman hali e-postaya eklenerek kayıtlı kullanıcılara gönderilmesi gösterilmektedir. E-postanın “To” kısmı kullanıcıların e-postalarının görünmemesi için gizli (Bcc) olarak gönderilmektedir.

E-postanın ekinde yer alan raporda o uyarının olduğu anda GDYB'nin son durum bilgileri rapor halinde kullanıcıları bilgilendirmek için hazırlanmaktadır. Rapor içeriğinde; GDYB'nin sürüm bilgisi, operasyon süresi, gerilim akım, frekans, akım, enerji, sıcaklık, nem bilgileri ile soketlerin AÇIK-KAPALI bilgileri, diğer uyarı durumlarının bilgisi, birim içi sıcaklık bilgisi, TFT LCD parlaklık yüzdesi, sesli alarm özelliği vb. bilgiler yer almaktadır. Rapor “*.docx” formatında hazırlanmaktadır (Şekil 4.17).

```

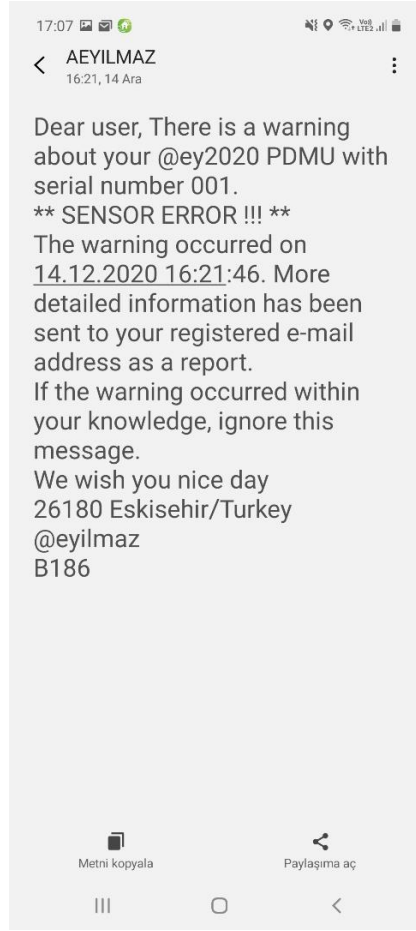
Dear User,
You have got a message from your '@ey2020 PDMU' whose serial number is
'001'.
**** SENSOR ERROR!!! ****
You can see more detailed information in below.

@ey2020 PDMU Team
26180 Eskisehir/Turkey
@eyilmaz
----- Beginning of Report -----
'Sensor Error' Time           : 14.12.2020 16:21:46
@ey2020 PDMU 'Counter'       : 1512
@ey2020 PDMU 'IP Number'     : 192.168.10.13
@ey2020 PDMU 'Port Number'   : 4007
@ey2020 PDMU 'Software Ver.' : @ey2020.0007.v0-0
@ey2020 PDMU 'Operating Time' : 32d 09h:50m:48s
@ey2020 PDMU 'Online User IDs' :

ON-OFF Status Info of Sockets(>STATUS 2)
SOCKET1:  CLOSED          SOCKET5:  CLOSED
SOCKET2:  CLOSED          SOCKET6:  CLOSED
SOCKET3:  CLOSED          SOCKET7:  CLOSED
SOCKET4:  CLOSED          SOCKET8:  CLOSED

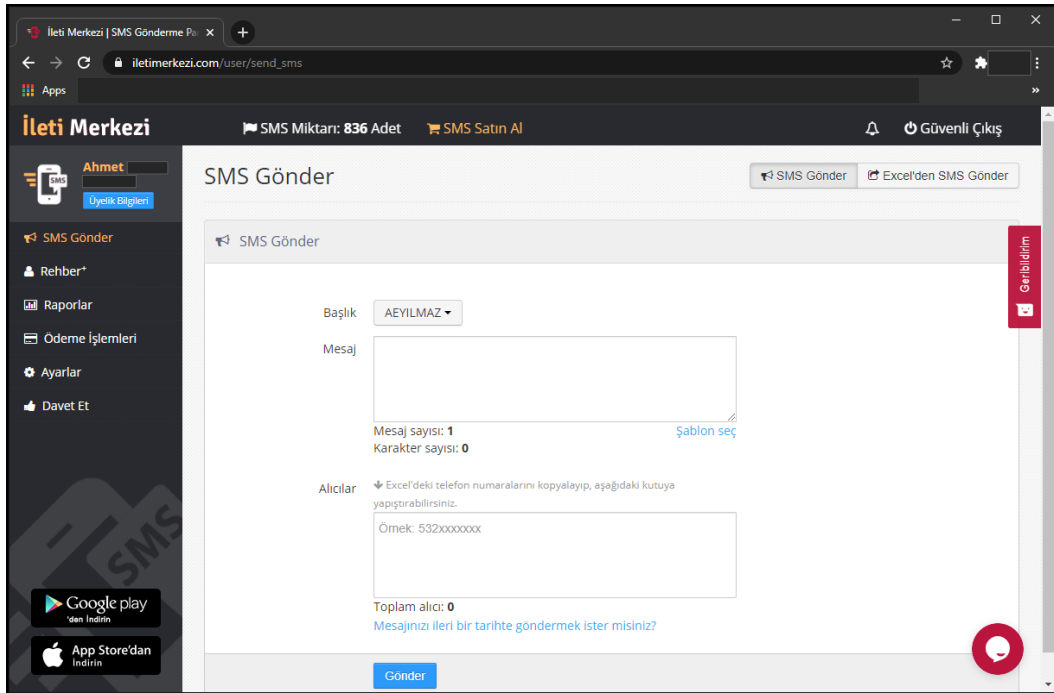
Warnings/Errors Status Info(>STATUS 3)
HIGH VOLTAGE      : NO      LOW VOLTAGE      : NO
HIGH TEMPERATURE : NO      LOW TEMPERATURE : NO
SENSOR ERROR      : YES     OVERCURRENT ERROR : NO
  
```

Şekil 4.17 Uyarı Durumundaki Rapor Örneği (1.Sayfa)

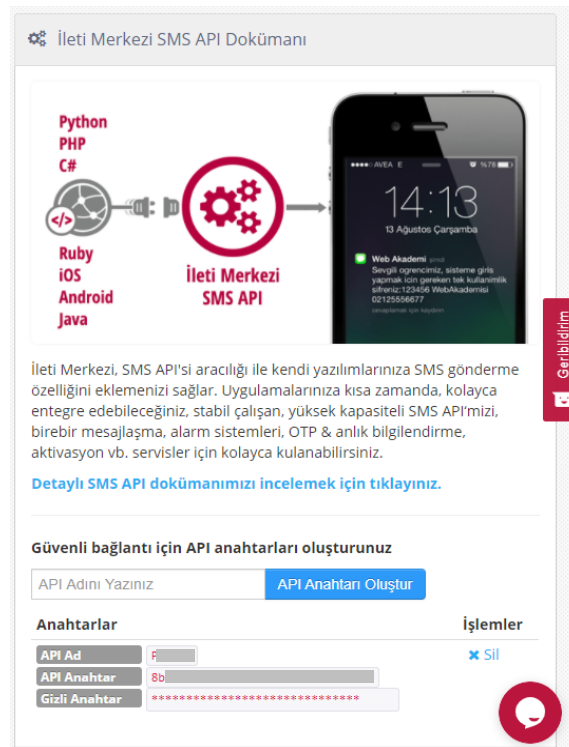


Şekil 4.18 Uyarı Durumundaki SMS Bilgilendirme Mesajı Örneği

Uyarı durumunda sistemde tanımlı kullanıcıların cep telefon numaraları üzerinden SMS bilgilendirmesi de yapılabilmektedir. SMS içeriğinde, *GDYB'nin seri numarası, uyarının gerçekleştiği tarih ve zaman bilgisi, uyarı adı ve GDYB'nin kontrolüne ilişkin bilgilendirme* yer almaktadır. Bu SMS gönderimi için hazır SMS gönderimi gerçekleştirilen bir firmadan destek alınmıştır (İleti Merkezi). Bu gönderimin gerçekleşmesi için SMS firması ile yazışmalar yürütülmüş olup isminin kısaltması olarak “AEYILMAZ” şeklinde bir hesap oluşturulmuştur. SMS gönderimi gelen telefon numarası/bilgisi olarak “AEYILMAZ” görünmektedir. İleti Merkezi firması, geliştiriciler için kendi yazılımlarından SMS gönderebilmeleri için belli başlı yazılım geliştirme araçları için API-yardımcı kod oluşturmuşlardır. Yüksek lisans tezi için hazırlanan sunucu yazılımında, İleti Merkezi'nin sunduğu SMS API, bana ait kullanıcı adı ve parola bilgileri ile entegre edilerek kullanılmaktadır (Şekil 4.19 ve Şekil 4.20).



Şekil 4.19 Hazır SMS Bilgilendirme Servisi Kullanıcı Sayfası Görünümü



Şekil 4.20 Sunucu Yazılımı İçin Gerekli API İçin Ayar Bilgileri

@ey2020 MAIN SERVER v201123 - 4007

15.12.2020 15:22:47 Sal
Active PDMUs: 001
Connection Time : 1d 4h : 57m : 16s
Status : Connected

001 PDMU | 002 PDMU | 003 PDMU | 004 PDMU | 005 PDMU | 006 PDMU | User Account Settings | History-Notification Mail-Console

User ID/Password/E-Mail/GSM Table

Clients	001 PDMU	002 PDMU	003 PDMU	004 PDMU	005 PDMU	006 PDMU
ID-01	aeylimaz	aeylimaz	aeylimaz	aeylimaz	aeylimaz	aeylimaz
Password-01	*****	*****	*****	*****	*****	*****
E-Mail-01	ae...@savronik.co...	ae...@savronik.co...	ae...@savronik.co...	ae...@savronik.co...	ae...@savronik.co...	ae...@savronik.co...
GSM-01	533325	533325	533325	533325	533325	0533325
ID-02	esogu	esogu	esogu	esogu	esogu	esogu
Password-02	*****	*****	*****	*****	*****	*****
E-Mail-02	burazel@	ahmetengin@	ahmetengin@	ahmetengin@	ahmetengin@	ahmetengin@
GSM-02	-	-	-	-	-	-
ID-03	fbe	fbe	fbe	fbe	fbe	fbe
Password-03	*****	*****	*****	*****	*****	*****
E-Mail-03	ieengineer@	ieengineer@	ieengineer@	ieengineer@	ieengineer@	ieengineer@
GSM-03	-	-	-	-	-	-
ID-04	fbe2	fbe2	fbe2	fbe2	fbe2	fbe2
Password-04	*****	*****	*****	*****	*****	*****
E-Mail-04	ieengineer@	ieengineer@	ieengineer@	ieengineer@	ieengineer@	ieengineer@
GSM-04	-	-	-	-	-	-
ID-05	fbe3	fbe3	fbe3	fbe3	fbe3	fbe3
Password-05	*****	*****	*****	*****	*****	*****
E-Mail-05	ieengineer@	ieengineer@	ieengineer@	ieengineer@	ieengineer@	ieengineer@
GSM-05	-	-	-	-	-	-

11 UPDATE @ey2020-001 UPDATE @ey2020-002 UPDATE @ey2020-003 UPDATE @ey2020-004 UPDATE @ey2020-005 UPDATE @ey2020-006

Şekil 4.21 Form1 “User Account Settings” Sekmesi

Çizelge 4.14 Form1 “User Account Settings” Sekmesi Özellikleri

Sıra	Tanım	Açıklama
10	Kullanıcı Adı, Parola, E-Posta, GSM Numarası Tablosu	6 adet GDYB için tanımlı olan 5’er (beşer) adet kullanıcı bilgilerini içeren tablo yer almaktadır. Bu tablodaki veriler, istenildiğinde değiştirilerek güncellenebilmektedir. Parola kısımları güvenlik açısından tam açık bir şekilde değil, karakterler “*” şeklinde gösterilmektedir.
11	Güncelleme Butonları	İlgili seri numaralı GDYB’lerin tanımlı kullanıcı bilgilerinin güncellenmesi için kullanılan buton gösterilmektedir. Farklı seri numaralı GDYBler için güncelleme butonları ayrıdır.

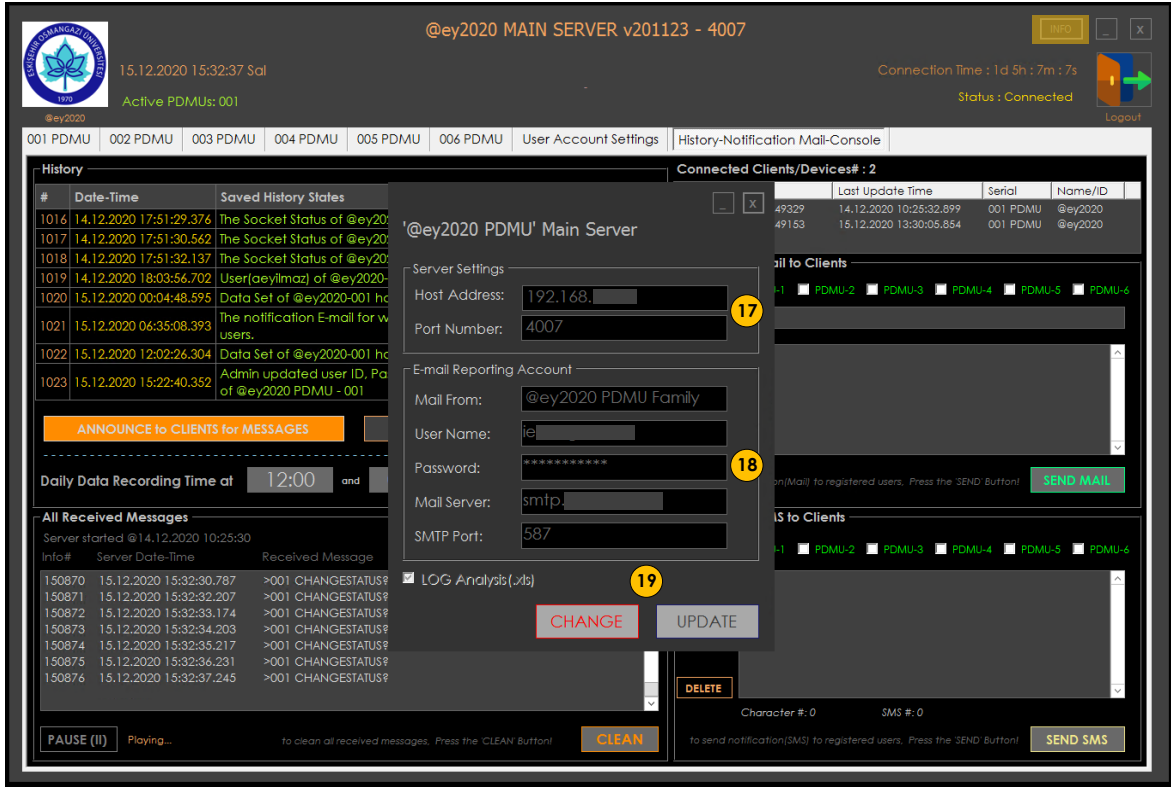
Şekil 4.22 Form1 “History-Notification Mail-Console” Sekmesi

Çizelge 4.15 Form1 “History-Notification Mail-Console” Sekmesi Özellikleri

Sıra	Tanım	Açıklama
12	Sunucu Yazılımı Tarihçesi ve Otomatik Veri Kayıt Zamanları	<p>Sunucu Yazılımının başlangıcından itibaren sunucuya bağlı olan GDYB'lerin olayları ile İstemci Yazılımlarının olayları kaydedilmektedir. Bu olay kayıtları, tarih-zaman bilgisi ile kaydedilmektedir.</p> <p>İstenildiği zaman bu kayıtlar sıfırlanarak silinebilmektedir.</p> <p>Bu bölümde, günlük kayıt zamanları verilmektedir. Sunucu Yazılımı günde iki defa ilgili seri numaralı GDYB'nin veri paketleri “DataSet” klasörüne “*.xlsx” dosyası olarak kaydedilmektedir. İstenirse manuel olarak kayıt işlemi de gerçekleştirilebilmektedir.</p>

Çizelge 4.15 Form1 “History-Notification Mail-Console” Sekmesi Özellikleri (devam)

Sıra	Tanım	Açıklama
13	Sunucuya Gelen Tüm Mesajlar	Sunucu Yazılımına gelen GDYB ve İstemci yazılımlarından gelen tüm veriler tarih ve zaman bilgisi ile gösterilmektedir.
14	Sunucuya Bağlı Olan İstemci/Cihaz IP Adresi, Seri Numarası, Kullanıcı Adı Bilgileri	Sunucu Yazılımına bağlı olan GDYB ve İstemci Yazılımlarından bağlı olan kullanıcıların bağlı oldukları IP adresi bilgisi ile bağlantı tarih-zaman bilgisi gösterilmektedir. Bağlı olan GDYB’lerin seri numara bilgileri de listede bulunmaktadır. İstemci Yazılımından bağlı olan kullanıcıların isimleri de listede yer almaktadır. <i>Güvenlik nedeniyle sunucuya bağlı GDYB’ye ait IP adresinin bir kısmı gizlenerek gösterilmektedir.</i>
15	İstemci Kullanıcılarına Bilgilendirme Amaçlı E-Posta Gönderimi	Kayıtlı istemci kullanıcılarına istenildiği zaman elektronik posta gönderilmesi için bir alan yer almaktadır. “Subject” bölümüne elektronik postanın konusu eklenebilmektedir. “Mail” bölümüne ise postanın içeriği eklenebilmektedir. Elektronik postanın hangi seri numaralı GDYB’ye gönderileceği, bölümün üst kısmındaki kutucuklardan seçilerek gönderilebilmektedir. Böylece ilgili birim kullanıcılarına özel mesajlar iletilebilmektedir.
16	İstemci Kullanıcılarına Bilgilendirme Amaçlı SMS Gönderimi	Kayıtlı istemci kullanıcılarına istenildiği zaman cep telefonu üzerinden SMS gönderilmesi için bir alan yer almaktadır. “SMS” bölümüne kısa mesajın içeriği eklenebilmektedir. Kısa mesajın hangi seri numaralı GDYB’ye gönderileceği, bölümün üst kısmındaki kutucuklardan seçilerek gönderilebilmektedir. Böylece ilgili birim kullanıcılarına özel kısa mesajlar iletilebilmektedir.



Şekil 4.23 Sunucu Yazılımı InformationPage Genel Görünümü

Çizelge 4.16 Sunucu Yazılımı InformationPage Özellikleri

Sıra	Tanım	Açıklama
17	Sunucu Ayarları	Ana ekranda sağ üst kısımda yer alan "INFO" butonuna ile bu ekrana geçiş sağlanır. Sunucu Yazılımı IP adresi ve port numarası bilgileri (güvenlik nedeniyle gizli) görüntülenmektedir.
18	Elektronik Posta Hesap Bilgileri	Otomatik raporlama için kullanılan elektronik posta hesabı bilgileri yer almaktadır.
19	"CHANGE" ve "UPDATE" Butonları	"CHANGE" butonuna basılarak Sunucu Ayarları ile E-posta Hesap Bilgileri alanları değiştirilebilir hale gelmektedir. İstenildiği zaman gerekli değişiklikler yapılarak "UPDATE" butonuna basılması ile Sunucu Yazılımının güncel ayarlar ile yeniden bağlanması sağlanmaktadır.



Şekil 4.24 Form2 “AC Telemetry” Sekmesi

İlgili seri numaralı GDYB’lerden gelen veri paketlerin tarih-zaman bilgisi eşliğinde işlenen verileri grafik şeklinde göstermek için bu ekran kullanılmaktadır. İlgili seri numaralı birin ana ekran sekmesinde “CHART” butonuna basarak bu ekrana geçiş sağlanabilmektedir (Çizelge 4.13 Sıra 7).

001 - Data Set Archive Automatic Data Recording Data Set Counter: 968 CLEAN

#	Device Date-Time	Device Duration	Link	Energy(kWh)	Voltage(V)	Current(A)	Freq(Hz)	Po
961	21.12.2020 16:01:08	39d 02h:19m:57s	1	3.1688	218.6	0	49.9	0
962	21.12.2020 16:01:23	39d 02h:20m:12s	1	3.1688	218.6	0	49.9	0
963	21.12.2020 16:01:39	39d 02h:20m:28s	1	3.1688	218.6	0	49.9	0
964	21.12.2020 16:01:54	39d 02h:20m:43s	1	3.1688	219	0	49.9	0
965	21.12.2020 16:02:09	39d 02h:20m:58s	1	3.1688	218.5	0	49.9	0
966	21.12.2020 16:02:24	39d 02h:21m:13s	1	3.1688	219	0	49.9	0
967	21.12.2020 16:02:39	39d 02h:21m:28s	1	3.1688	218.9	0	49.9	0
968	21.12.2020 16:02:54	39d 02h:21m:43s	1	3.1688	218.7	0	50	0

The Device whose IP Address is 192.168. is connected to Server...
User Id's Connected to Server : ae

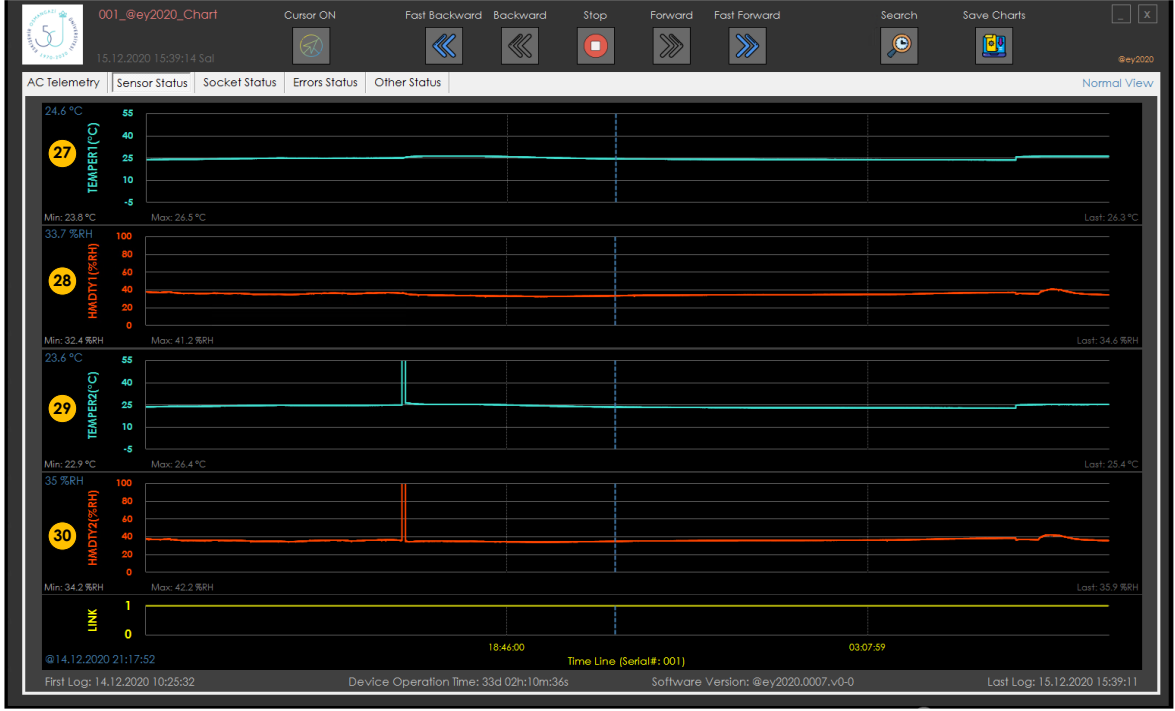
Registered User ID of 001 Client List: aeyilmaz, esogu, fbe, fbe2, fbe3

SAVE CHART

Şekil 4.25 “001_PDMU” Sekmesinden Grafik Ekranına Geçiş Gösterimi

Çizelge 4.17 Form2 “AC Telemetry” Sekmesi Özellikleri

Sıra	Tanım	Açıklama
20	Yardımcı Araçlar (Her sekme için ortak kullanılmaktadır.)	<p>“Cursor ON-OFF”; Hangi sekmede olursa olsun en altta yer alan “LINK (zaman)” ekseninde imlecin hareket ettirilerek istenilen tarih-zaman bilgilerinin görünmesi sağlanmaktadır.</p> <p>“Fast Backward”; x10 hızında, tarih-zaman eksenin geriye doğru imlecin hareket ettirilmesi sağlanmaktadır.</p> <p>“Backward”; x1 hızında, tarih-zaman eksenin geriye doğru imlecin hareket ettirilmesi sağlanmaktadır.</p> <p>“Stop”; Geriye ya da ileriye doğru imleç hareket ettirildikten sonra tekrar mevcut grafik görüntüsüne dönmek için kullanılmaktadır.</p> <p>“Forward”; x1 hızında, tarih-zaman eksenin ileriye doğru imlecin hareket ettirilmesi sağlanmaktadır.</p> <p>“Fast Forward”; x10 hızında, tarih-zaman eksenin ileriye doğru imlecin hareket ettirilmesi sağlanmaktadır.</p> <p>“Search”; açılan küçük ekranda belli tarih-zaman aralığındaki veri paketlerinin grafiğe dökülmüş hallerini görmek için kullanılmaktadır.</p> <p>“Save Chart”; Mevcut sekmedeki grafiğin görüntüsünü “*.png” formatında kaydetmek için kullanılmaktadır.</p>
21	Voltage(V) Grafiği	Gerilim verisi, “Volt” biriminde tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
22	Frequency(Hz) Grafiği	Frekans verisi, “Hertz” biriminde tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
23	R.Power(kW) Grafiği	Güç verisi, “Kilo Watt” biriminde tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
24	Energy(Kwh) Gariği	Enerji verisi, “Kilo Watt-Saat” biriminde tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
25	Link(Tarih-Zaman) Ekseni	Gelen veri paketindeki tarih-zaman bilgisi gösterilmektedir.
26	Bilgi Alanı	İlk-son kayıt zaman bilgileri ile GDYB’ye ait sürüm bilgisi ve toplam çalışma süresi gösterilmektedir.

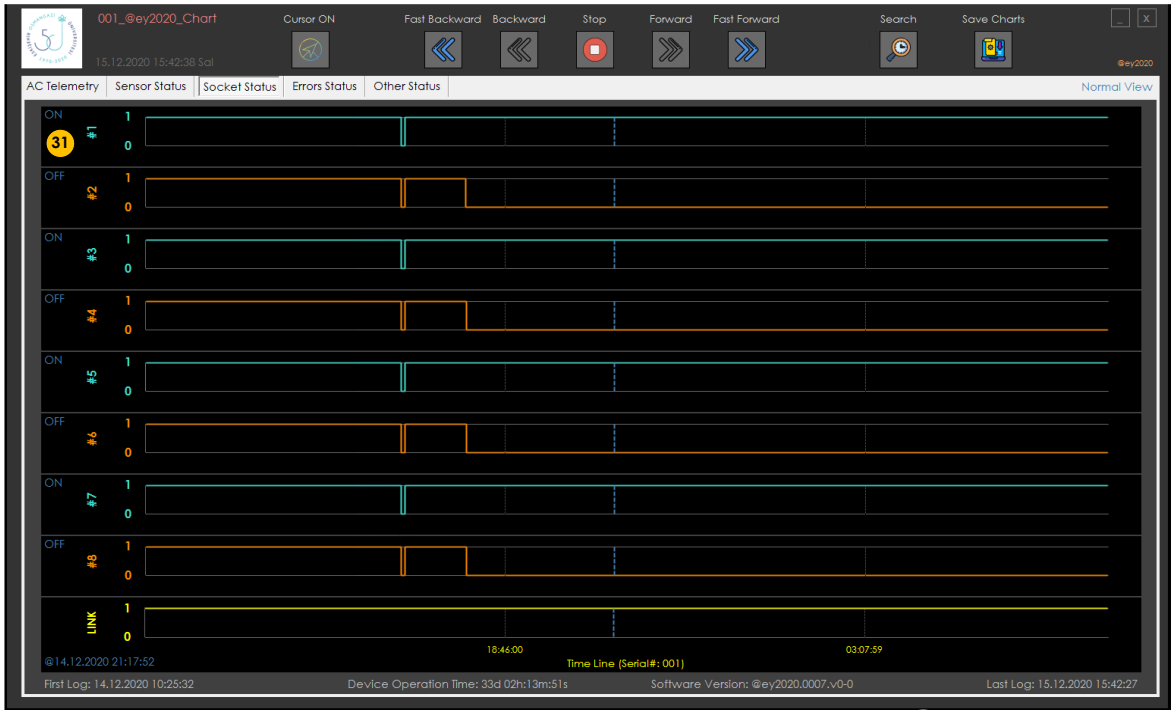


Şekil 4.26 Form2 Genel “Sensor Status” Sekmesi

Çizelge 4.18 Form2 “Sensor Status” Sekmesi Özellikleri

Sıra	Tanım	Açıklama
27	Sensor-1 Temperature (°C) Grafiği	Sensör-1 sıcaklık verisi, “°C” biriminde tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
28	Sensor-1 Nem (%Rh) Grafiği	Sensör-1 nem verisi, “%Rh” biriminde tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
29	Sensor-2 Temperature (°C) Grafiği	Sensör-2 sıcaklık verisi, “°C” biriminde tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
30	Sensor-2 Nem (%Rh) Grafiği	Sensör-2 nem verisi, “%Rh” biriminde tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.

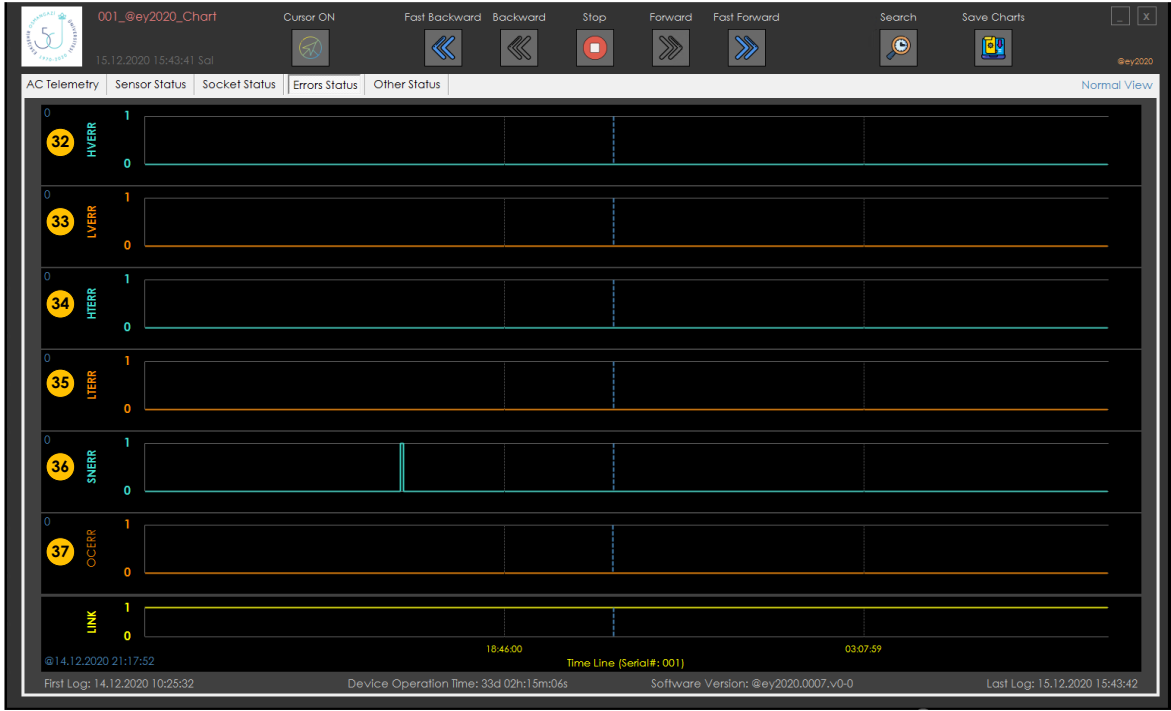
Grafiklerin üzerinde imleç gezdirilerek istenilen tarih-zamanda belirtilen ölçüm değerleri ilgili grafiklerin sol üst köşesinde belirtilmektedir. Ayrıca tüm veri paketindeki minimum ve maksimum verileri de ilgili grafiklerin sol alt köşesinde gösterilmektedir. Grafiklerin sağ alt köşesinde ise son gelen veriler yer almaktadır.



Şekil 4.27 Form2 “Socket Status” Sekmesi

Çizelge 4.19 Form2 “Socket Status” Sekmesi Özellikleri

Sıra	Tanım	Açıklama
31	Soketlerin AÇIK-KAPALI Bilgisi	<p>Çıkış soketlerinin veri paketi içerisindeki durumları tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.</p> <p>Her bir soket için ayrı grafik bulunmaktadır.</p> <p>İlgili soketlerin grafiklerinin sol üst köşelerinde, imlecin bulunduğu tarih-zamandaki soket durumu “ON” veya “OFF” olarak gösterilmektedir.</p> <p>Soketlerin “KAPALI” veya “AÇIK” olma durumu grafikte “0” veya “1” şeklinde gösterilmektedir.</p>

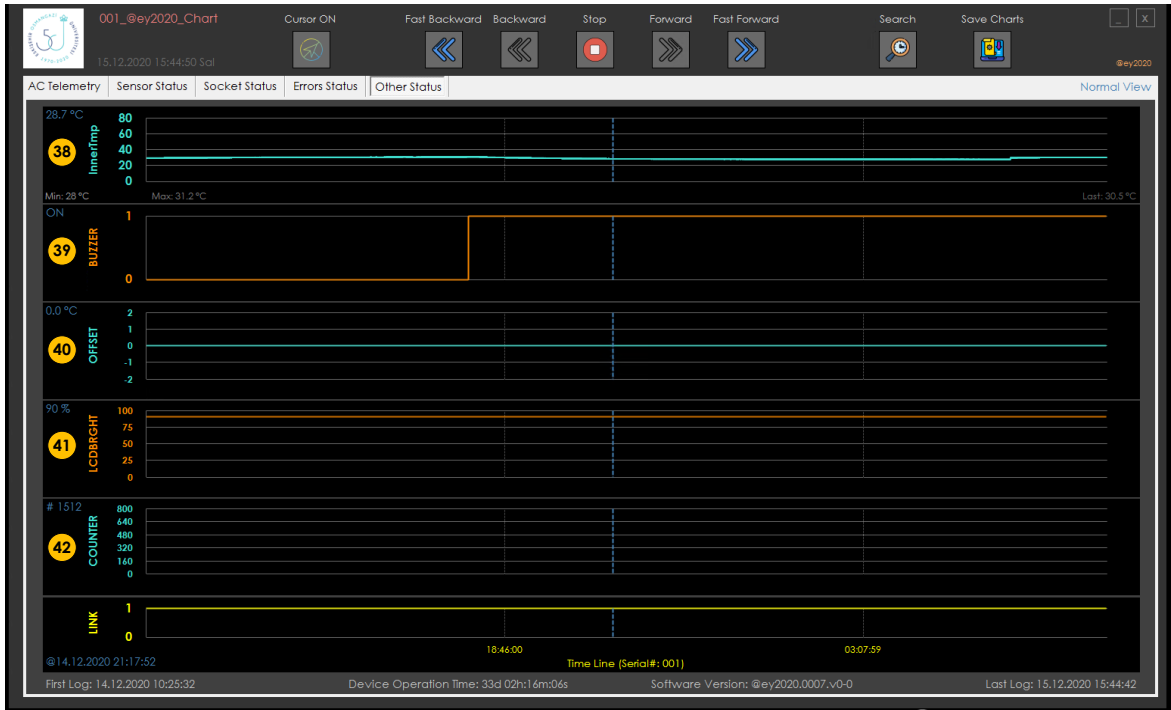


Şekil 4.28 Form2 “Errors Status” Sekmesi

Uyarıların “YOK” veya “VAR” olma durumu grafikte “0” veya “1” şeklinde gösterilmektedir. Her uyarı, ayrı sekmede gösterilirken uyarı geldiğinde ilgili uyarı grafiği “1” olarak çizilmektedir. Uyarı yoksa veya uyarı ortadan kalkmış ise ilgili uyarı grafiği “0” olarak çizilmektedir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.20 Form2 “Error Status” Sekmesi Özellikleri

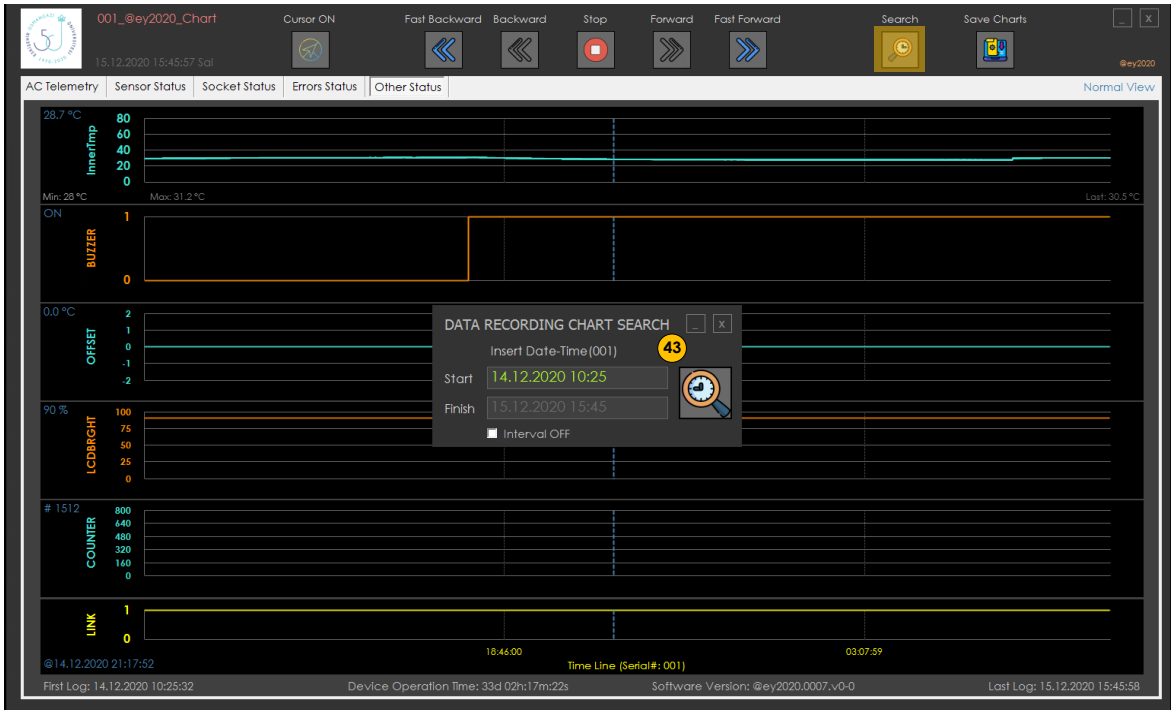
Sıra	Tanım	Açıklama
32	Yüksek Gerilim Uyarısı (HVERR)	Yüksek Gerilim uyarısı bilgisi tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
33	Düşük Gerilim Uyarısı (LVERR)	Düşük Gerilim uyarısı bilgisi tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
34	Yüksek Sıcaklık Uyarısı (HTERR)	Yüksek Sıcaklık uyarısı bilgisi tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
35	Düşük Sıcaklık Uyarısı (LTERR)	Düşük Sıcaklık uyarısı bilgisi tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
36	Sensör Uyarısı (SNERR)	Sensör uyarısı bilgisi tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
37	Aşırı Akım Uyarısı (OCERR)	Aşırı Akım uyarısı bilgisi tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.



Şekil 4.29 Form2 “Other Status” Sekmesi

Çizelge 4.21 Form2 “Other Status” Sekmesi Özellikleri

Sıra	Tanım	Açıklama
38	Birim İçi Sıcaklık Bilgisi (InnerTemp)	Birim içi sıcaklık verisi, “°C” biriminde tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
39	Sesli Uyarı Bilgisi (BUZZER)	Sesli uyarı durum bilgisi, “0” – “1” olarak tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
40	Sıcaklık Offset Bilgisi (OFFSET)	Sıcaklık offset bilgisi, “°C” biriminde tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
41	LCD Parlaklık Bilgisi (LCDBRGHT)	LCD parlaklık bilgisi, “%” olarak tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.
42	Birim Açılma Sayısı (COUNTER)	Birimin açılma sayısı, “Adet” olarak tarih-zaman ekseninde gösterilmektedir.



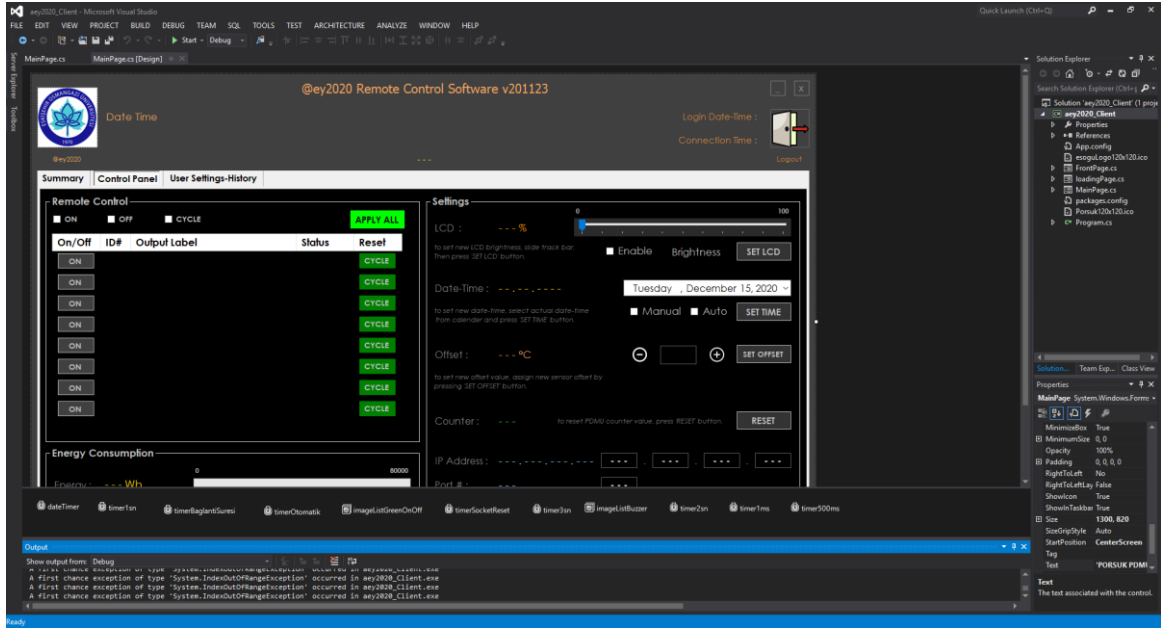
Şekil 4.30 Sunucu Yazılımı SearchingPage Görünümü

Çizelge 4.22 Sunucu Yazılımı SearchingPage Özellikleri

Sıra	Tanım	Açıklama
43	Tarih-Zaman Aralığında Ara	İlgili seri numaralı GDYB veri paketinde tarih-zaman aralığı belirterek grafikleri istenilen aralığa getirmek için kullanılmaktadır. Pencerenin alt tarafında yer alan "Interval" kontrol kutusu "Interval OFF" ise sadece Başlangıç(Start) tarih-zaman bilgisi girilebilmektedir. Eğer "Interval" kontrol kutusu, "Interval ON" ise hem Başlangıç (Start) hem de Bitiş (Finish) alanları doldurularak istenilen tarih-zaman aralığında özelleştirme yapılabilmektedir.

4.3. @ey2020 TCP İstemci (Client) Yazılımı Tasarım Özellikleri

@ey2020 GDYB birimlerini uzaktan kontrol edebilmek için İstemci Yazılımı tasarımı gerçekleştirilmiştir. İstemci yazılımı da geliştirilirken ücretsiz versiyonu olan Visual Studio Tümlleşik geliştirme ortamı kullanılmıştır.



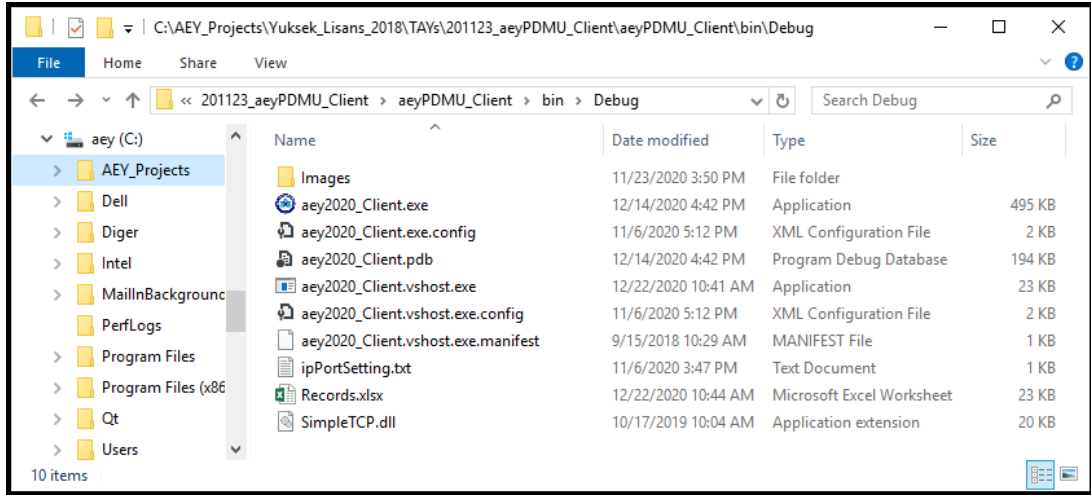
Şekil 4.31 İstemci Yazılımı Geliştirme Ortamı Genel Görünümü

İstemci yazılımı tasarımı sırasında, farklı formlar tasarlanmaktadır. Bu formlar farklı amaçlar için kullanılan pencereleri ifade etmektedir. Yüksek lisans tez çalışmasında tasarlanan ve kullanılan istemci yazılımı tasarımında hazırlanan farklı formlar ve kullanım amaçları **Çizelge 4.23**'de verilmiştir.

Çizelge 4.23 İstemci Yazılımı Pencere Listesi

Pencere Adı	Kullanım Amacı
FrontPage	Giriş ekran tasarımı için
MainPage	Birime ait bilgilerin gösterilmesi için
loadingPage	Kayıtların kaydedilme durumunu göstermek için

Bütün kodlamalar ve tasarım işlemleri bittikten sonra “Start” butonuna basılarak yazılımın çalışması sağlanmaktadır. Derlenen yazılımın bulunduğu klasör, herhangi bir Windows İşletim Sistemi bulunan bir bilgisayara kopyalanabilmektedir. Gerekli bilgiler girilerek istenilen GDYB’ye bağlantı kurularak uzaktan erişim sağlanabilmektedir. İstemci Yazılımı klasörünün içeriği aşağıda gösterilmiştir.

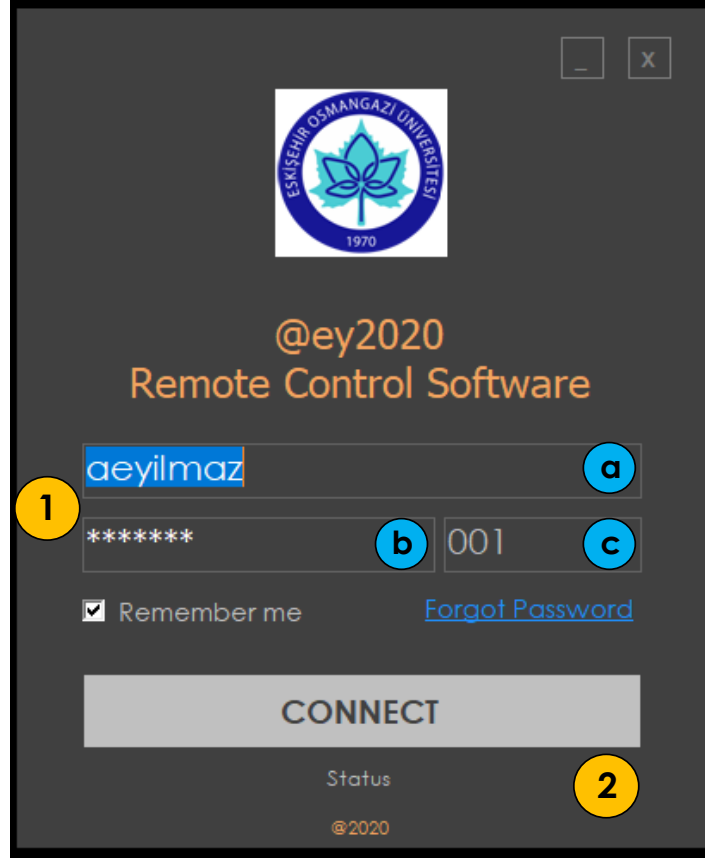


Şekil 4.32 Derlenmiş İstemci Yazılımı Klasör Gösterimi

Çizelge 4.24 Derlenmiş İstemci Yazılımı Klasör İçeriği

Klasör / Dosya Adı	Kullanım Amacı
“@ey2020_Client.exe” Dosyası	İstemci Yazılımının “*.exe” uzantılı uygulama dosyasıdır.
“ipPortSetting.txt” Dosyası	İstemci Yazılımını sunucu yazılımına bağlanması için gerekli IP adresi ve port numarası bilgilerinin “*.txt” olarak kaydedildiği/okunduğu klasördür.
“Records.xlsx” Dosyası	İstemci Yazılımı üzerinde gerçekleşen tüm hareketlerin “*.xlsx” kaydedildiği klasördür.
Diğer Dosyalar	Diğer dosyalar, istemci yazılımı uygulaması için yardımcı dosyalar/klasörler yer almaktadır.

Ekran görüntüleri ve bilgi paylaşımları, tasarlanan istemci yazılımı üzerinden alınmaktadır. Yazılım açılır açılmaz, giriş ekranı gelmektedir. Giriş ekranında, istenilen alanlara sunucu yazılımında kayıtlı olan kullanıcı bilgileri girilerek ana sunucuya ve ilgili seri numaralı GDYB’ye bağlantı kurulmaya çalışılmaktadır.



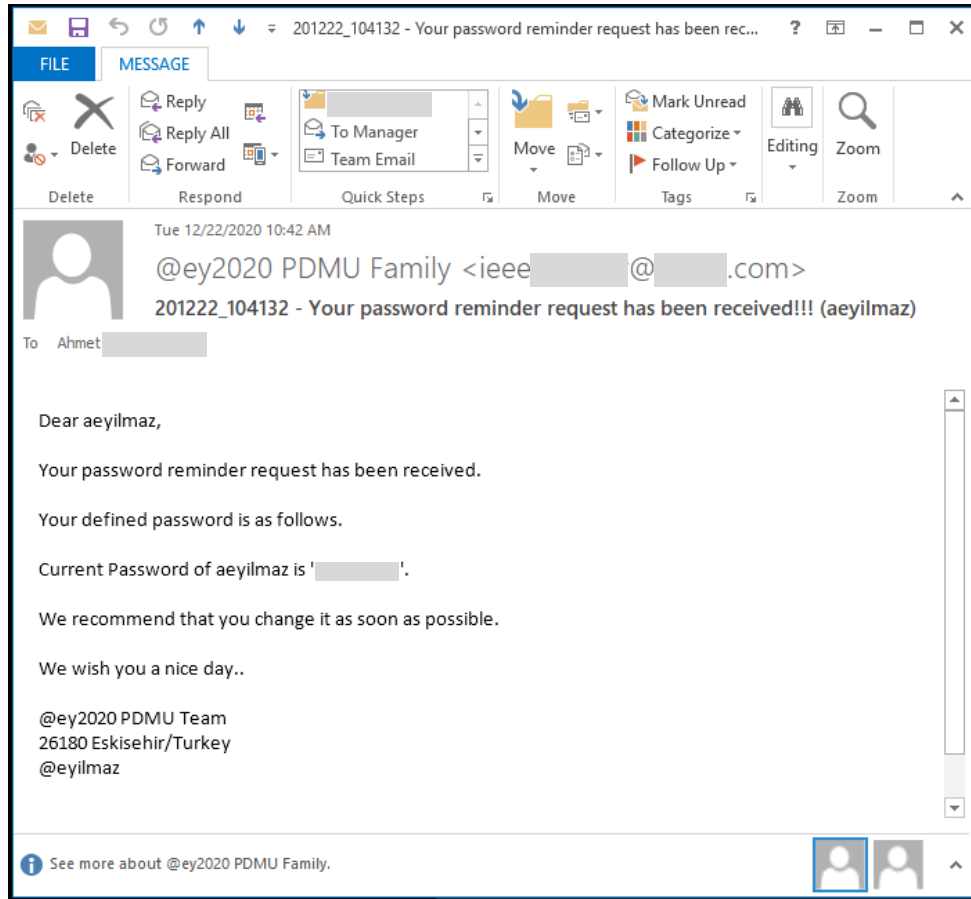
Şekil 4.33 İstemci Yazılımı FrontPage Görünümü

Çizelge 4.25 İstemci Yazılımı FrontPage Özellikleri

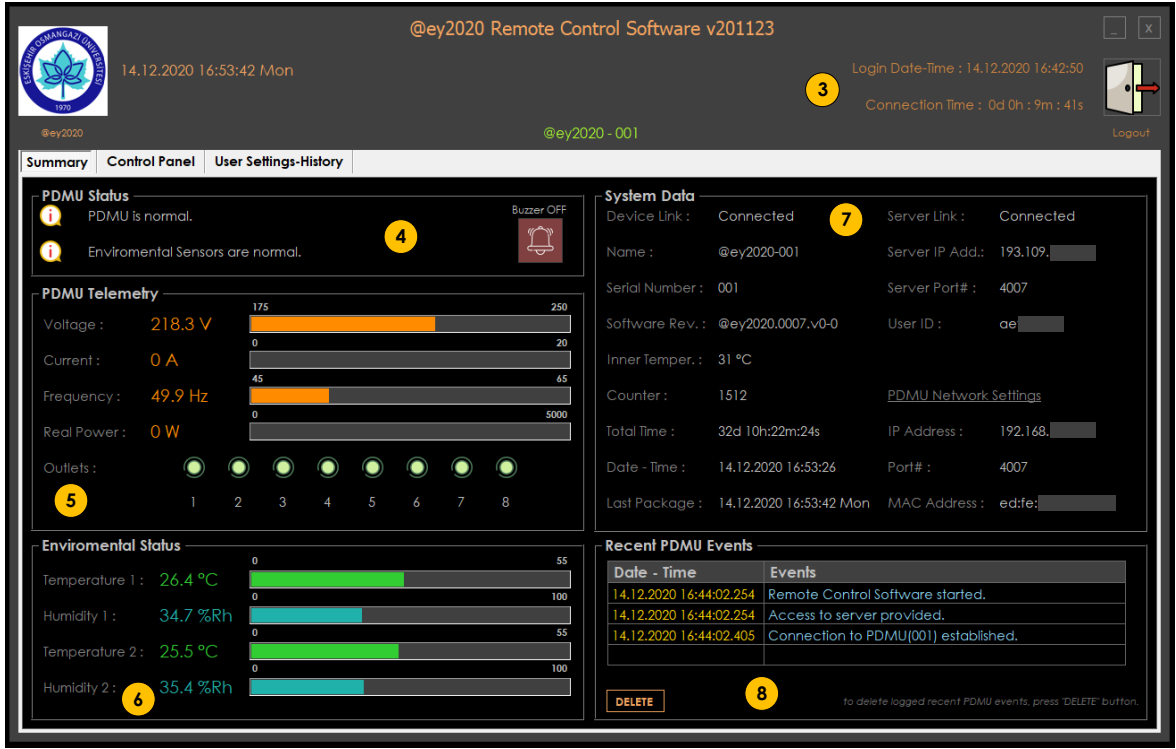
Sıra	Tanım	Açıklama
1	Kullanıcı Bilgilerinin Girildiği Alan	<p><i>a) “Kullanıcı Adı (User ID)”</i>; Sunucu Yazılımı veri tabanında kayıtlı olan kullanıcı adının girildiği alandır.</p> <p><i>b) “Parola (Password)”</i>; Kullanıcı adı ile eşleştirilmiş kayıtlı parolanın girildiği alandır.</p> <p><i>c) “Seri No (Serial#)”</i>; Hangi GDYB’ye bağlanılacaksa onun seri numarasının girildiği alandır.</p> <p>“Remember me” kontrol kutusu eğer işaretlenmiş olur ise daha sonraki istemci yazılımı girişlerinde yukarıdaki bilgiler otomatik olarak hatırlanmaktadır.</p> <p>Kullanıcı parolasını unutmuş ise “Forgot Password” yazısına basarak kayıtlı olan elektronik posta adresine parola hatırlatma iletisi gönderilmesi sağlanmaktadır (Şekil 4.34).</p>

Çizelge 4.25 İstemci Yazılımı FrontPage Özellikleri (devam)

Sıra	Tanım	Açıklama
2	“Bağlan” Butonu ve Durum Bilgi Alanı	Kullanıcı bilgilerinin girilmesi sonrasında Sunucu Yazılımına erişim sağlanarak istenilen seri numaralı GDYB bilgilerine erişim ve kontrol sağlanabilmektedir. “Status” bilgi alanında sunucu ile bağlantı durumu, cihaz erişim bilgileri, kullanıcı adı/parola uygunsuzluğuna dair bilgilendirme notları yazdırılmaktadır.



Şekil 4.34 İstemci Yazılımı Parola Hatırlatma Elektronik Posta İçeriği



Şekil 4.35 MainPage “Summary” Sekmesi

Çizelge 4.26 MainPage “Summary” Sekmesi Özellikleri

Sıra	Tanım	Açıklama
3	Sunucu Yazılımına Erişme Zamanı ve Sunucuya Bağlı Kalma Süresi	Kayıtlı kullanıcının İstemci Yazılımına erişim tarih ve saat bilgisi verilmektedir. Ayrıca ne kadar süredir bağlı kaldığı bilgisi verilmektedir.
4	GDYB Surum Bilgisi ve Sesli Uyarı Durum Bilgisi	GDYB ile bağlantı durumu ve uyarı durumlarının bilgisinin verildiği bölüm yer almaktadır. Uyarı durumunda, sesli uyarı için kullanılan Buzzer ekipmanının aktif veya pasif edilmesini sağlayan bir buton yer almaktadır.
5	GDYB Ölçüm Verileri ve Soket Durum Bilgileri	GDYB üzerinden ölçülen AC gerilim (V), akım (A), frekans (Hz), güç (kW) değerleri bu alanda gösterilmektedir. Ayrıca çıkış soketlerinin durumları AÇIK (Yeşil)-KAPALI (Beyaz) olarak gösterilmesi sağlanmaktadır.
6	Sensör Sıcaklık ve Nem Ölçüm Verileri	GDYB’ye bağlı 2 adet sensörün sıcaklık (°C) ve nem (%Rh) bilgileri kullanıcıya bilgi verilmektedir.

Çizelge 4.26 MainPage “Summary” Sekmesi Özellikleri (devam)

Sıra	Tanım	Açıklama
7	GDYB Sistem Bilgileri	<p>İstemci Yazılımı, Sunucu Yazılımı ve bağlı olunan GDYB ‘ye ait bilgiler yer almaktadır.</p> <p>GDYB’nin bağlantı durumu, birim adı, seri numarası, yazılım sürüm bilgisi, birim içi sıcaklık bilgisi, açılma-kapanma sayısı, toplam operasyon süresi, Tarih-Zaman bilgisi, son gelen mesaj zamanı verilmektedir.</p> <p>Ayrıca bu bölümde, sunucu bağlantı durumu, sunucu IP Adresi, sunucu port numarası, kullanıcı adı ile GDYB ağ bağlantı bilgileri (IP Adresi, port numarası, MAC Adresi) yer almaktadır. <i>Güvenlik nedeniyle bağlı konumdaki GDYB ve sunucu IP adreslerinin bir kısmı gizlenerek gösterilmektedir.</i></p>
8	Mevcut GDYB Olayları	<p>İstemci Yazılımına bağlanıldığı süre zarfında yazılım üzerinde yapılan kontroller ile GDYB’den gelen uyarı bilgilerinin tarih-zaman bilgisi ile tabloda gösterilmesi sağlanmaktadır.</p> <p>İstenildiği zaman bu tablodaki veriler “DELETE” butonu ile silinip yeni bir tablo oluşturulabilmektedir.</p>

İstemci yazılımı ile Sunucu yazılımı arasındaki haberleşme alt yapısı şu şekilde gerçekleştirilmektedir:

- GDYB’den Sunucu Yazılımına veri paketi gelir gelmez, eğer istemci yazılımı ile herhangi bir kullanıcı bağlı ise aynı veri paketi İstemci Yazılımına da iletilmektedir.
- Ayrıca İstemci Yazılımı, 15 saniyede bir olmak üzere tüm veri paketlerini alabilmek için “>001 TUMVERISR\r\n” mesajı göndermektedir.
- Bununla birlikte İstemci yazılımı üzerinde yapılacak herhangi bir kontrol ve güncelleme sonrası da Sunucu Yazılımındaki son veri paketi de İstemci Yazılımına iletilebilmektedir.

The screenshot shows the main control panel of the @ey2020 Remote Control Software. At the top, it displays the software version (@ey2020 Remote Control Software v201123), the current date and time (14.12.2020 17:03:21 Mon), and login information (Login Date-Time: 14.12.2020 16:42:50, Connection Time: 0d 0h : 19m : 20s). The interface is divided into three main sections: 'Remote Control', 'Energy Consumption', and 'Settings'.
 - **Remote Control:** A table with 8 rows, each representing a socket. The columns are 'On/Off', 'ID#', 'Output Label', 'Status', and 'Reset'. All sockets are currently 'OFF' and 'OPENED'. A yellow circle '9' highlights the 'CYCLE' button in the 'Reset' column for the first socket.
 - **Energy Consumption:** Shows 'Energy: 3.164 kWh' and 'Total Time: 32d 10h:32m:11s'. A yellow circle '10' highlights the 'ZEROIZE' button.
 - **Settings:** Includes 'LCD' brightness (90%), 'Date-Time' (14.12.2020 17:03:13), 'Offset' (0.0 °C), and 'Counter' (1512). A yellow circle '11' highlights the LCD brightness slider.
 - **Network Settings:** Shows IP Address (192.168.), Port # (4007), and MAC Add. (ed:fe:). A yellow circle '11' highlights the 'CHANGE' button.

Şekil 4.36 MainPage “Control Panel” Sekmesi

Çizelge 4.27 MainPage “Control Panel” Sekmesi Özellikleri

Sıra	Tanım	Açıklama
9	Soket Durumları / Soket Açma-Kapama Butonları	<p>İstemci Yazılımına geçerli kullanıcı adı ve parola ile giriş yapan operatör GDYB çıkış soketlerinin kontrolü sağlanabilmektedir.</p> <p>Çıkış soketleri tek tek kontrol edilebileceği gibi çıkışlar toplu olarak da kontrol edilebilmektedir.</p> <p>Ayrıca çıkış soketlerinin uzaktan reset (cycle) edilebilmesi için de kontrol butonları bulunmaktadır. Bu kontrol, çıkış soketlerine tek tek uygulanacağı gibi toplu olarak da uygulanabilmektedir.</p> <p>Reset (Cycle) kontrolü sırasında AÇIK olan çıkış soketi ilk önce KAPALI konuma getirilmektedir. 3000ms (3saniye) sonra aynı çıkış soketi tekrar AÇIK konuma getirilerek yeniden açılması sağlanmaktadır.</p> <p>Soketlerin güncel durumları da gösterilmektedir.</p>

Çizelge 4.27 MainPage “Control Panel” Sekmesi Özellikleri (devam)

Sıra	Tanım	Açıklama
10	Enerji Tüketim Verileri ile Toplam Operasyon Süresi ve Sıfırlama Butonu	<p>İlgili seri numaralı GDYB’ye ait kümülatif enerji tüketimi gösterimi yapılmaktadır. Bu enerji tüketimi birimin toplam operasyon süresi içerisindeki değeri olarak kWh cinsinden gösterilmektedir.</p> <p>İstenildiği zaman toplam operasyon süresi enerji tüketimi verileri sıfırlanabilmektedir. “ZEROIZE” butonu ile bu işlev gerçekleştirilmektedir.</p> <p>Sıfırlama isteği gönderildikten sonra GDYB tarafındaki toplam operasyon süresi enerji tüketimi verisi sıfırlanmaktadır. Bu isteğin gerçekleştiği tarih ve zaman verisi bilgi amaçlı kaydedilmektedir. Bu bölümün alt tarafında bu bilgi kullanıcıya verilmektedir.</p>
11	GDYB Ayar Bölümü	<p>GDYB ayarlarının bulunduğu bu bölümde;</p> <ul style="list-style-type: none"> • LCD Parlaklık Ayar Bölümü; “%” olarak ayarlamak için kullanılır. • Tarih-Zaman Ayar Bölümü; GDYB’ye ait tarih-zaman ayarı bilgisayarın sistem saati olarak ayarlanabileceği gibi manuel olarak da ayarlanabilmektedir. • Offset Ayar Bölümü; Sıcaklık ölçümü ince ayar kullanımı için “+” ve “-” butonlarına basarak ayar gerçekleştirilmektedir. • GDYB Birim Açılma Sayısı Sıfırlama Bölümü; GDYB’nin ne kadar açıldığını gösterirken, “RESET” butonu ile bu sayacın sıfırlaması sağlanmaktadır. <p><i>Güvenlik nedeniyle sunucuya bağlı GDYB’ye ait IP adresinin bir kısmı gizlenerek gösterilmektedir.</i></p>

The screenshot displays the '@ey2020 Remote Control Software v201123' interface. At the top, it shows the login date-time as 14.12.2020 16:42:50 and the connection time as 0d 0h : 20m : 8s. The interface is divided into three main sections: 'Threshold Values of Errors' (labeled 12), 'User ID / Password / E-mail Update' (labeled 13), and 'History' (labeled 14). The 'Threshold Values of Errors' section contains a table with columns for 'Alert is Given' and 'Alert is Removed'. The 'User ID / Password / E-mail Update' section includes input fields for 'Old User ID', 'New User ID', 'User E-mail', and 'User GSM#', along with 'UPDATE USER ID', 'UPDATE PASSWORD', and 'UPDATE E-MAIL' buttons. The 'History' section is a table with columns for '#', 'Date-Time', and 'Saved History States'. The interface also shows a navigation menu with 'Summary', 'Control Panel', and 'User Settings-History' selected.

Alert is Given	Alert is Removed
High Voltage Error (V) 240	235
Low Voltage Error (V) 190	195
High Temper. Error (°C) 45	40
Low Temper. Error (°C) 0	3
Overcurrent Error (A) 9	7.5

#	Date-Time	Saved History States
441	23.11.2020 17:51:02.024	@ey2020 Remote Control Software v201123 started.
442	23.11.2020 17:51:25.782	Access to server provided.
443	23.11.2020 17:51:26.515	Connection to PDMU(001) established.
444	23.11.2020 18:08:27.103	@ey2020 Remote Control Software v201123 started.
445	23.11.2020 18:08:29.921	Access to server provided.
446	23.11.2020 18:08:30.345	Connection to PDMU(001) established.
447	23.11.2020 18:10:09.674	All sockets of PDMU(001) closed(CYCLE OFF).
448	23.11.2020 18:10:17.168	All sockets of PDMU(001) opened(CYCLE ON).
449	23.11.2020 18:13:23.253	@ey2020 Remote Control Software v201123 started.
450	23.11.2020 18:13:24.862	Access to server provided.
451	23.11.2020 18:13:25.249	Connection to PDMU(001) established.
452	23.11.2020 18:13:38.440	All sockets of PDMU(001) closed.
453	23.11.2020 18:13:44.356	All sockets of PDMU(001) opened.
454	23.11.2020 18:13:49.808	All sockets of PDMU(001) closed(CYCLE OFF).
455	23.11.2020 18:13:52.811	All sockets of PDMU(001) opened(CYCLE ON).
456	23.11.2020 18:24:24.039	@ey2020 Remote Control Software v201123 started.
457	23.11.2020 18:24:25.623	Access to server provided.
458	23.11.2020 18:24:26.029	Connection to PDMU(001) established.
459	14.12.2020 16:42:50.907	@ey2020 Remote Control Software v201123 started.
460	14.12.2020 16:44:02.254	Access to server provided.
461	14.12.2020 16:44:02.405	Connection to PDMU(001) established.

Şekil 4.37 MainPage “User Settings-History” Sekmesi

Çizelge 4.28 MainPage “User Settings-History” Sekmesi Özellikleri

Sıra	Tanım	Açıklama
12	Uyarı Sınır Değerlerinin Güncellemesi	<p>GDYB'nin uyarı sınır değerlerinin güncellenmesi için bu bölüm kullanılabilir.</p> <p>Burada yüksek gerilim, düşük gerilim, yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık, aşırı akım uyarı sınır değerleri ve geri dönüş değerleri güncellenebilmektedir.</p> <p>Uyarı sınır değeri ile geri dönüş değeri arasında bir aralık bırakılmaktadır. Bu, uyarının verilmesi ve uyarının kalkması durumunun sürekli olmaması için bir önlem olarak kullanılmaktadır.</p> <p>İstenilen uyarı sınır değeri veya geri dönüş değeri güncellemesi için değişiklik yapıldıktan sonra “UPDATE VALUES” butona basılmaktadır.</p>

Çizelge 4.28 MainPage “User Settings-History” Sekmesi Özellikleri (devam)

Sıra	Tanım	Açıklama
13	Kullanıcı Adı / Parola / E-Posta /Cep Telefonu Numarası Güncelleme Alanı	<p>İstemci Yazılımına giriş yapan geçerli kullanıcı, istediği zaman kullanıcı adı, parola, e-posta ve cep telefonu bilgilerini güncelleyebilmektedir.</p> <p>Kullanıcı adı değişikliği için giriş yapılan kullanıcı adının da doğru girilmesi gerekmektedir.</p> <p>Parola değişikliği sırasında mevcut parolanın da doğru girilmesi beklenmektedir. Parolanın gizliliği nedeniyle karakterler “*” olarak gösterilmektedir.</p> <p>Kayıtlı elektronik posta bilgisi ile cep telefonu numarası güncellemeleri için önceki değerlerin girilmesine gerek yoktur. Geçerli e-posta ve cep telefonu girilmesi önem arz etmektedir.</p>
14	İstemci Yazılımı Tarihçesi	<p>İstemci Yazılımının başlangıcından itibaren sunucuya bağlı olan GDYB’lerin olayları ile İstemci Yazılımı üzerinden yapılan değişiklik/kontrol olayları kaydedilmektedir. Bu olay kayıtları, tarih-zaman bilgisi ile kaydedilmektedir.</p> <p>İstenildiği zaman bu kayıtlar sıfırlanarak silinebilmektedir.</p>

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde anlatılan test prosedürleri, bu tez kapsamında geliştirilen @ey2020 Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi doğrulama yöntemlerini içermektedir. @ey2020 GDYB'nin tasarım doğrulama testleri sırasında yine bu tez çalışması sırasında tasarlanan Sunucu Yazılımı ve İstemci Yazılımı kullanılmaktadır.

5.1. Test Ölçüm Cihazları, Araç-Gereçleri Ve Aksesuarları

@ey2020 GDYB tasarım doğrulama test çalışmaları için ölçü aletleri, güç kaynakları kullanılacak ekipmanlar aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.1 Test Ölçüm Cihazları, Araç-Gereçleri ve Aksesuarları

Sıra No	Ekipman Adı	Açıklama
1	Dijital Multimetre	AC gerilim ve frekans ölçümü için
2	AC Güç Kaynağı	AC gerilim ve frekans ayarlaması için
3	AC Yük Bankası	AC akım ölçümleri için
4	Test Bilgisayarı	Sunucu/İstemci yazılımlarının kontrolü için
5	Menzil Genişletici	GDYB'nin internete bağlantısı için
6	İstemci Yazılımı (Özgün Tasarım)	GDYB'ni uzaktan kontrol etmek için
7	Sunucu Yazılımı (Özgün Tasarım)	GDYB grafiklerini kontrol etmek için



Şekil 5.1 Wifi Menzil Genişletici



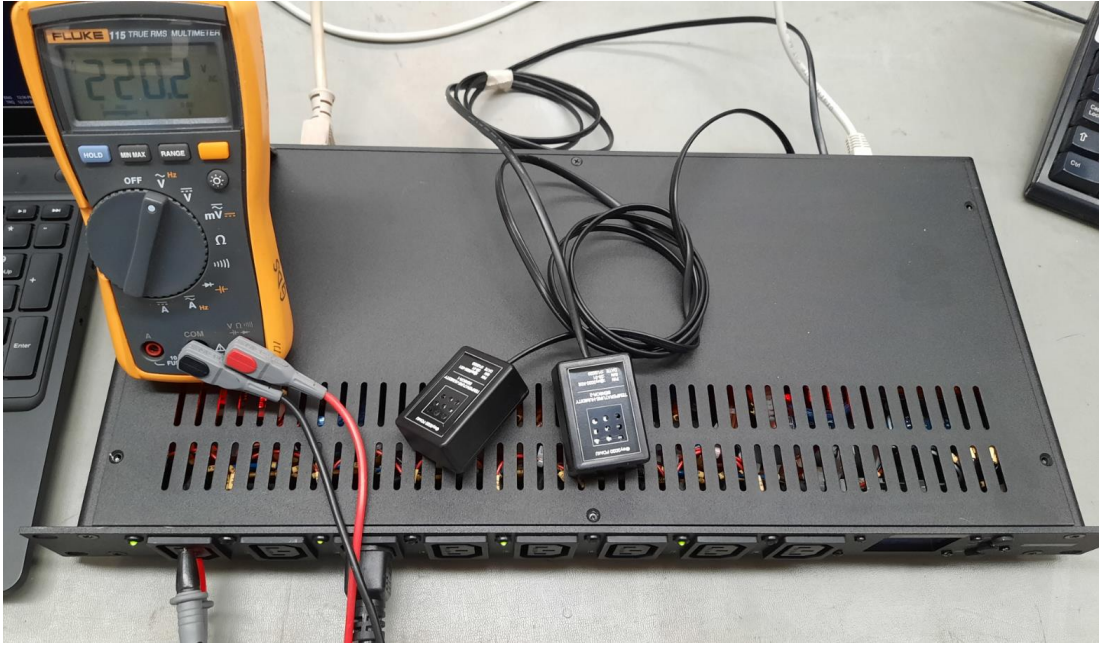
Şekil 5.2 AC Güç Kaynağı



Şekil 5.3 AC Yük Bankası



Şekil 5.4 Test Bilgisayarı, Ölçü Alet ve @ey2020 GDYB Görünümü



Şekil 5.5 Sıcaklık-Nem Algılayıcı Birimleri

5.2. Doğrulama Metotları

Özgün tasarım olarak hazırlanan @ey2020 GDYB, tasarım doğrulama testleri sırasında doğrulama metotları Çizelge 5.2’de verilmiştir. Bu metotların her birinin bir amacı olmakla beraber daha çok kullanıcıyı ve çevresindeki diğer kişilerin güvenliği içindir.

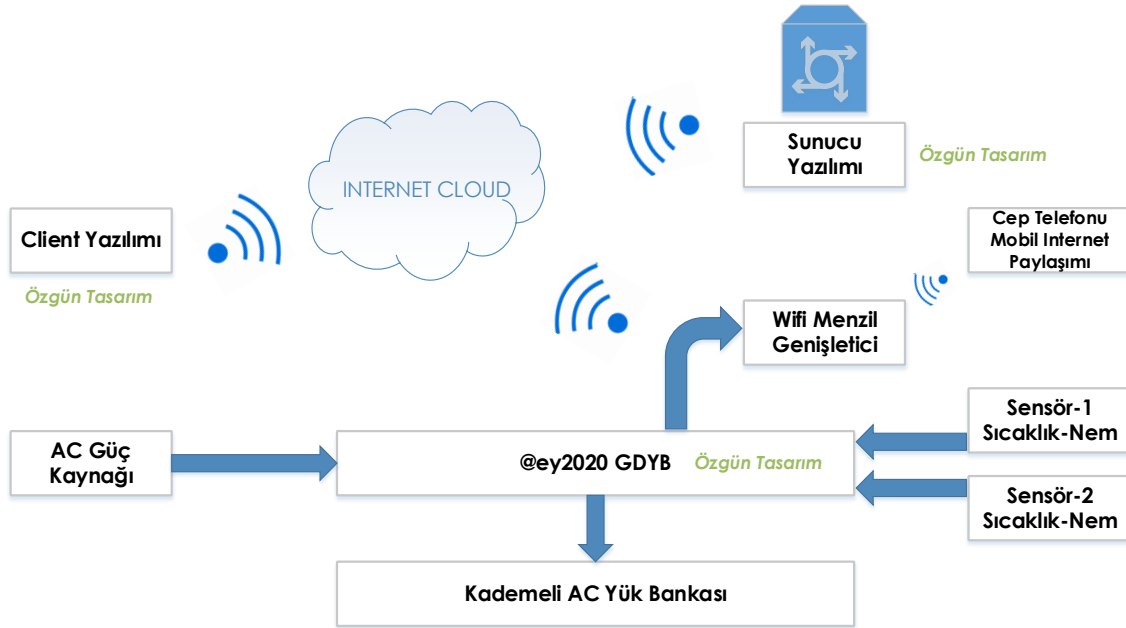
Çizelge 5.2 Tasarım Doğrulama Metotları

Sıra	Doğrulama Metodu	Açıklama
1	Fiziksel Muayene	Sistemin genel özelliklerinin gözle, elle, ölçü aletleri ile kontrol edilmesidir.
2	Fonksiyonel Test	Sistemin fonksiyonel olarak testinin yapılmasıdır.

5.3. Test Prosedürleri

Tasarım doğrulama testleri öncesi kullanıcının bazı uyarıları göz önünde bulundurması gerekmektedir. Uyarıların sonunda alınacak tedbirler, kullanıcının ve çevresindeki kişilerin güvenliği için alınması gerekli olan tedbirlerdir. Bu uyarılar ve alınacak tedbirler aşağıda belirtilmiştir.

Uyarı; Testler sırasında 220V AC gerilimler uygulanıp, ölçüldüğünden, kablo bağlantıları cihazlar kapalı iken yapılmalı, cihazların ve kabloların canlı uçlarına dokunulmamalı, düzeneğin görünür bölümlerine yüksek gerilim uyarı etiketleri yapıştırılmalı, test ortamı yüksek gerilim cihazları çalışır durumda iken terk edilmemeli, test bittikten sonra cihazlar kapatılmalı, kablolar cihazlar kapalı iken sökülmelidir. Tasarım doğrulama testlerinde kullanılacak test düzeneği Şekil 5.6’de verilmiştir.



Şekil 5.6 @ey2020 GDYB Test Düzeneği

Test Prosedürü; kullanılan test cihazlarının çalışma durumuna ve GDYB'nin fonksiyonlarına göre işleyiş sırasıyla hazırlanmıştır.

Gerilim Ölçümleri; GDYB'de multimetre ile yapılacak gerilim ölçümlerinde, GDYB'nin üretmediği, doğrudan harici AC güç kaynağı gerilimine eşit olması gereken değerlerde tolerans değeri (aksi belirtilmedikçe) $\pm 2V$ AC / $\pm 1Hz$ dir.

GDYB'nin Açılıp Kapatılması; GDYB'nin açılması için birim güç girişinde yer alan anahtar "1"(Açık)konumuna alınır. GDYB'nin kapatılması için güç girişinde yer alan anahtar "0"(Kapalı) konuma alınır. Anahtar "0" (Kapalı) konuma alındığı anda bütün çıkışların enerjileri kesilir.

Uyarı ve Arıza Durumları; GDYB'nin ürettiği uyarı ve arıza bildirimleri, GDYB ön panelindeki TFT LCD üzerinden, verilen sesli uyarı (özellik iptal edilmemişse buzzer ile) ve Ethernet üzerinden sisteme bağlanan test bilgisayarı ile takip edilebilir. Uyarı ve arıza durumları ortadan kalktığında sesli uyarı da kesilir. Sesli uyarı, birden fazla uyarı olduğu durumda tek başına ayırt edici özellik taşımaz. Uyarının verildiği, kesin olarak TFT LCD ekran üzerinde mesajın gelmesiyle anlaşılır. Uyarının kalktığı, kesin olarak TFT LCD ekran üzerinde mesajın düzelmesiyle anlaşılır.

TFT LCD Ekran Gösterimleri; TFT LCD ekran, test boyunca harici AC güç kaynağı gerilim, akım ve frekansı ile sensörlere ait sıcaklık ve nem bilgilerini gösterecektir. Ayrıca TFT ekran üzerinden gerçek güç, belli zamana bağlı kümülatif enerji sarfiyatı, operasyon süresi, birim açılma-kapanma sayıları da gösterilecektir.

GDKB Açılış Test İşlemi; Açılış test işlemi sırasında TFT LCD ekranında birim ismi ve açıklamaları sayfası sonrasında Ethernet hattında bağlı ise IP adresi alma işlemlerini gösteren sayfa ve sunucuya bağlantı bilgilerini gösteren sayfalar gösterilecektir. Bu sayfalar geçtikten sonra birinci sayfadan itibaren tarih-saat, mod bilgisi bulunan sayfa gösterilecektir. Daha sonraki sayfalar 3 saniye aralıkla sıra ile gösterim sağlayacaktır.

5.3.1. Göz denetimleri

@ey2020 GDYB'nin enerjili testlereine geçiş yapmadan önce GDYB'nin genel görünümünün uygun olup olmadığı, aksesuarlarının tam olduğu ve izolasyon kontrollerinin yapılması sağlanır. GDYB ve Aksesuarlarının göz denetimin yapıldığı prosedür tablosu Çizelge 5.3'de verilmiştir. Bu çizelgede verilen kontrollerin sonuç raporu (doldurulmuş tablo olarak) **Bölüm 5.4'de** verilmiştir.

Çizelge 5.3 Prosedür-1 GDYB ve Aksesuarlarının Göz Denetimi

Sıra	GDYB ve Aksesuarlarının Göz Denetimi	Gözlem-Sonuç (Uygun/ Değil)
1	Birimin genel görünüş olarak uygun olduğunu kontrol ediniz.	
2	Birimde kırık, çatlak veya herhangi bir hasar olmadığını kontrol ediniz.	
3	LED, buton, giriş-çıkış soketlerinin düzgün montajlı olduğunu kontrol ediniz.	
4	TFT LCD Ekranın düzgün montajlı olduğunu kontrol ediniz.	
5	Sensörlerin muhafaza kutuların düzgün ve hava alacak deliklerin olduğunu kontrol ediniz.	
6	Sensör Kablolarının düzgün olduğunu kontrol ediniz.	
7	Güç giriş konnektörü NÖTR hatları ile çıkış konnektörleri NÖTR hatlarının KISA DEVRE olduklarını kontrol ediniz.	
8	Güç giriş konnektörü TOPRAK hatları ile çıkış konnektörleri TOPRAK hatlarının KISA DEVRE olduklarını kontrol ediniz.	
9	Güç giriş ve çıkış konnektörlerinin FAZ hatları ile birim şasesinin AÇIK DEVRE olduğunu kontrol ediniz.	
10	Güç giriş ve çıkış konnektörlerinin NÖTR hatları ile birim şasesinin AÇIK DEVRE olduğunu kontrol ediniz.	
11	Birim üzerinde tanımlayıcı etiketlerin (soket numaraları, konnektör numaraları, buton tanımları, birim tanımlayıcı etiketi vb.) olduğunu kontrol ediniz.	
12	Test için kullanılacak olan güç giriş kablosu, güç çıkış kabloları, Ethernet kablolarının düzgün olduklarını kontrol ediniz.	

5.3.2. Enerjili fonksiyonel testler

Enerjili Fonksiyonel Testler sırasında, @ey2020 GDYB Test Düzenindeki bağlantılar kurularak Kullanıcı Arayüz Yazılımı (İstemci Yazılımı) üzerinden GDYB'nin ölçümleri not edilecektir.

Çizelge 5.4 Prosedür-2 Enerjili Testler

Sıra	Enerjili Testler	Gözlem-Sonuç (Uygun/ Değil)
1	Birimin güç giriş kablosu ile güç kaynağı veya priz bağlantısını kurunuz.	
2	Birimin internet bağlantısı için WIFI menzil genişleticinin Ethernet bağlantısı konnektörü üzerinden CAT6 kablo ile GDYB Ethernet girişine bağlantı kurunuz.	
3	WIFI menzil genişletici internet bağlantısı için tanımlı cep telefonu "Mobil Erişim Noktası"nı açınız ve mobil internet paylaşımını açınız.	
4	Güç Kaynağı çıkışını, 220±2V AC / 50±1Hz'e ayarladıktan sonra GDYB arkasında bulunan anahtar "ON" konumuna getiriniz. Birimin açılmasını sağlayınız.	
5	Birim açılış sayfalarının sırasıyla Çizelge 4.2 @ey2020 GDYB Açılış Sayfa Görünümleri ve Açıklamaları gibi olduğunu doğrulayınız.	
6	Açılış işlemi bittikten sonra eğer bir uyarı yok ise 8 adet güç çıkışının 1(bir) numaralı soketten başlayarak 100 milisaniye aralıklarla enerjilendirildiğini hem röle sesi ile hem de ön panelde soketlerin üzerinde bulunan LED'lerin ışıldamasıyla doğrulayınız.	
7	TFT LCD Ekranda 5 adet sayfanın 5 saniye aralıklarla sıra ile ekrana geldiğini Çizelge 4.3 @ey2020 GDYB Ölçüm-Bilgilendirme Sayfa Görünümleri ve Açıklamaları referans olarak doğrulayınız.	
8	Kullanılan test bilgisayarı üzerinden İstemci Yazılımı'nı açarak geçerli kullanıcı girişini sağlayınız.	
9	Güç kaynağı üzerindeki gerilim ayar potundan gerilim ayarını sırasıyla 215V, 210V, 205V, 200V, 195V, 190V kademelerine ayarlayınız. Kademeler arasında en az 20 saniye beklenmesini sağlayınız. Her kademede gerçek gerilim değer ölçümünü dijital multimetre ile yapınız. Aynı anda İstemci Yazılımı üzerindeki ölçülen değeri (Gerçek Değer±2VAC) not ediniz.	

Çizelge 5.4 Prosedür-2 Enerjili Testler (devam)

Sıra	Enerjili Testler	Gözlem-Sonuç (Uygun/ Değil)
10	Gerilim seviyesini 190V'nin altına indirince İstemci Yazılımı üzerinde "Düşük Gerilim Uyarısı"nın geldiğini görün. Aynı anda açık olan çıkışların kapandığını görün.	
11	Güç kaynağı üzerindeki gerilim ayar potundan gerilim ayarını 220V kademesine getiriniz. 20 saniye sonra çıkışların açıldığını görün.	
12	Güç kaynağı üzerindeki gerilim ayar potundan gerilim ayarını sırasıyla 225V, 230V, 235V, 240V kademelerine ayarlayınız. Kademeler arasında en az 20 saniye beklenmesini sağlayınız. Her kademede gerçek gerilim değer ölçümünü dijital multimetre ile yapınız. Aynı anda İstemci Yazılımı üzerindeki ölçülen değeri (Gerçek Değer±2VAC) not ediniz.	
13	Gerilim seviyesini 240V'nin üstüne yükseltince İstemci Yazılımı üzerinde "Yüksek Gerilim Uyarısı"nın geldiğini görün. Aynı anda açık olan çıkışların kapandığını görün.	
14	Güç kaynağı üzerindeki gerilim ayar potundan gerilim ayarını 220V kademesine getiriniz. 20 saniye sonra çıkışların açıldığını görün.	
15	Güç kaynağı üzerindeki frekans ayar potundan frekans ayarını sırasıyla 51Hz, 52Hz, 53Hz, 54Hz, 55Hz kademelerine ayarlayınız. Kademeler arasında en az 20 saniye beklenmesini sağlayınız. Her kademede gerçek frekans değer ölçümünü dijital multimetre ile yapınız. Aynı anda İstemci Yazılımı üzerindeki ölçülen değeri (Gerçek Değer±1Hz) not ediniz.	
16	Güç kaynağı üzerindeki frekans ayar potundan frekans ayarını 50Hz kademesine getiriniz.	
17	Güç kaynağı üzerindeki frekans ayar potundan frekans ayarını sırasıyla 49Hz, 48Hz, 47Hz, 46Hz, 45Hz kademelerine ayarlayınız. Kademeler arasında en az 20 saniye beklenmesini sağlayınız. Her kademede gerçek frekans değer ölçümünü dijital multimetre ile yapınız. Aynı anda İstemci Yazılımı üzerindeki ölçülen değeri (Gerçek Değer±1Hz) not ediniz.	
18	Güç kaynağı üzerindeki frekans ayar potundan frekans ayarını 50Hz kademesine getiriniz.	

Çizelge 5.4 Prosedür-2 Enerjili Testler (devam)

Sıra	Enerjili Testler	Gözlem-Sonuç (Uygun/ Değil)
19	Güç çıkışlarından 3.sokete çıkış kablosu kullanarak, kademeli bir AC yük bağlayarak sırasıyla 1A, 3A, 5A, 10A kademelerine ayarlayınız. Kademeler arasında en az 20 saniye beklenmesini sağlayınız. Her kademede gerçek akım değer ölçümünü yük bankası üzerindeki ekran ile yapınız. Aynı anda İstemci Yazılımı üzerindeki ölçülen değeri (Gerçek Değer±1A) not ediniz.	
20	Sensörlerin bulunduğu SNAB-1 veya SNAB-2 delikli kutular ısıtılarak/soğutulurak/üflenerek İstemci Yazılımı üzerindeki sıcaklık ve nem bilgilerinin değiştiğini kontrol ediniz.	

5.4. Tasarım Doğrulama Raporu

@ey2020 GDYB Tasarım Doğrulama Testleri'ne ait doldurulmuş raporlar Şekil 5.7'de sayfa sayfa gösterilmektedir. Testler sırasında alınan ölçümler ve diğer durum bilgileri sunucu yazılımı üzerinden alınan grafiklerle desteklenmiştir. Tasarım Doğrulama Testleri formuna bağlı olarak yapılan testlerde ölçülen değerler rapora "Gözlem" olarak işlenmiştir. Test sırasında Sunucu Yazılımı'na gönderilen veri paketlerinin işlendiği grafikler de bilgi amaçlı Şekil 5.8, Şekil 5.9, Şekil 5.10, Şekil 5.11 ve Şekil 5.12'de gösterilmektedir. Ayrıca test sırasında oluşturulan düşük gerilim uyarısı sırasında gönderilen bilgilendirme elektronik posta görünümü Şekil 5.13'de verilmektedir.

@ey2020 GDYB TASARIM DOĞRULAMA RAPORU

Donanım Birimi Tanımı	@ey2020 Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi (GDYB)
Parça Numarası	@ey2020-100
Seri Numarası	001
Birim Donanım Rev.	A
GDYB Gömülü Yazılım Rev.	V0.0
Sunucu Yazılımı Rev.	V201123
İstemci Yazılımı Rev.	V201123

1. GÖZ DENETİMLERİ

Sıra	GDYB ve Aksesuarlarının Göz Denetimi	Gözlem-Sonuç (Uygun/ Değil)
1	Birimin genel görünüş olarak uygun olduğunu kontrol ediniz.	✓
2	Birimde kırık, çatlak veya herhangi bir hasar olmadığını kontrol ediniz.	✓
3	LED, buton, giriş-çıkış soketlerinin düzgün montajlı olduğunu kontrol ediniz.	✓
4	TFT LCD Ekranın düzgün montajlı olduğunu kontrol ediniz.	✓
5	Sensörlerin muhafaza kutuların düzgün ve hava alacak deliklerin olduğunu kontrol ediniz.	✓
6	Sensör Kablolarının düzgün olduğunu kontrol ediniz.	✓
7	Güç giriş konnektörü NÖTR hatları ile çıkış konnektörleri NÖTR hatlarının KISA DEVRE olduklarını kontrol ediniz.	GİRİŞ NÖTR - ÇIKIŞ NÖTR KISA DEVRE ✓
8	Güç giriş konnektörü TOPRAK hatları ile çıkış konnektörleri TOPRAK hatlarının KISA DEVRE olduklarını kontrol ediniz.	GİRİŞ TOPRAK ÇIKIŞ TOPRAK KISA DEVRE ✓
9	Güç giriş ve çıkış konnektörlerinin FAZ hatları ile birim şasesinin AÇIK DEVRE olduğunu kontrol ediniz.	AÇIK DEVRE ✓
10	Güç giriş ve çıkış konnektörlerinin NÖTR hatları ile birim şasesinin KISA DEVRE olduğunu kontrol ediniz.	KISA DEVRE ✓
11	Birim üzerinde tanımlayıcı etiketlerin(soket numaraları, konnektör numaraları, buton tanımları, birim tanımlayıcı etiketi vb.) olduğunu kontrol ediniz.	✓

Şekil 5.7 Tasarım Doğrulama Raporu

Sıra	GDYB ve Aksesuarlarının Göz Denetimi	Gözlem-Sonuç (Uygun/ Değil)
12	Test için kullanılacak olan güç giriş kablosu, güç çıkış kabloları, Ethernet kablolarının düzgün olduklarını kontrol ediniz.	✓

2. ENERJİLİ FONKSİYONEL TESTLER

Sıra	Enerjili Testler	Gözlem-Sonuç (Uygun/ Değil)
1	Birimin güç giriş kablosu ile güç kaynağı veya priz bağlantısını kurunuz.	✓
2	Birimin internet bağlantısı için WIFI menzil genişleticinin Ethernet bağlantısı konnektörü üzerinden CAT6 kablo ile GDYB Ethernet girişine bağlantı kurunuz.	✓
3	WIFI menzil genişletici internet bağlantısı için tanımlı cep telefonu "Mobil Erişim Noktası"nı açınız ve mobil internet paylaşımını açınız.	✓
4	Güç Kaynağı çıkışını, $220\pm 2V$ AC / $50\pm 1Hz$ 'e ayarladıktan sonra GDYB arkasında bulunan anahtarı "ON" konumuna getiriniz. Birimin açılmasını sağlayınız.	220.2 V / 50.0 Hz ✓
5	Birim açılış sayfalarının sırasıyla Çizelge 4.2 @ey2020 GDYB Açılış Sayfa Görünümleri ve Açıklamalarındaki gibi olduğunu doğrulayınız.	✓
6	Açılış işlemi bittikten sonra eğer bir uyarı yok ise 8 adet güç çıkışının 1(bir) numaralı soketten başlayarak 100 milisaniye aralıklarla enerjilendirildiğini hem röle sesi ile hem de ön panelde soketlerin üzerinde bulunan LED'lerin ışıldamasıyla doğrulayınız.	✓
7	TFT LCD Ekranda 5 adet sayfanın 5 saniye aralıklarla sıra ile ekrana geldiğini Çizelge 4.3 @ey2020 GDYB Ölçüm-Bilgilendirme Sayfa Görünümleri ve Açıklamaları referans alarak doğrulayınız.	✓
8	Kullanılan test bilgisayarı üzerinden İstemci Yazılımı'nı açarak geçerli kullanıcı girişini sağlayınız.	✓

Şekil 5.7 Tasarım Doğrulama Raporu (devam)

Sıra	Enerjili Testler	Gözlem-Sonuç (Uygun/ Değil)														
9	Güç kaynağı üzerindeki gerilim ayar potundan gerilim ayarını sırasıyla 215V, 210V, 205V, 200V, 195V, 190V kademelerine ayarlayınız. Kademeler arasında en az 20 saniye beklenmesini sağlayınız. Her kademede gerçek gerilim değer ölçümünü dijital multimetre ile yapınız. Aynı anda İstemci Yazılımı üzerindeki ölçülen değeri(Gerçek Değer±2VAC) not ediniz.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gerçek</th> <th>Okunan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>215V</td> <td>214.5V</td> </tr> <tr> <td>210V</td> <td>209.6V</td> </tr> <tr> <td>205V</td> <td>205V</td> </tr> <tr> <td>200V</td> <td>199.8V</td> </tr> <tr> <td>195V</td> <td>193.9V</td> </tr> <tr> <td>190V</td> <td>189.0V</td> </tr> </tbody> </table> ✓	Gerçek	Okunan	215V	214.5V	210V	209.6V	205V	205V	200V	199.8V	195V	193.9V	190V	189.0V
Gerçek	Okunan															
215V	214.5V															
210V	209.6V															
205V	205V															
200V	199.8V															
195V	193.9V															
190V	189.0V															
10	Gerilim seviyesini 190V'nin altına indirince İstemci Yazılımı üzerinde "Düşük Gerilim Uyarısı"nın geldiğini görün. Aynı anda açık olan çıkışların kapandığını görün.	188.7V ✓														
11	Güç kaynağı üzerindeki gerilim ayar potundan gerilim ayarını 220V kademesine getiriniz. 20 saniye sonra çıkışların açıldığını görün.	✓														
12	Güç kaynağı üzerindeki gerilim ayar potundan gerilim ayarını sırasıyla 225V, 230V, 235V, 240V kademelerine ayarlayınız. Kademeler arasında en az 20 saniye beklenmesini sağlayınız. Her kademede gerçek gerilim değer ölçümünü dijital multimetre ile yapınız. Aynı anda İstemci Yazılımı üzerindeki ölçülen değeri(Gerçek Değer±2VAC) not ediniz.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gerçek</th> <th>Okunan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>225V</td> <td>224.6V</td> </tr> <tr> <td>230V</td> <td>229.4V</td> </tr> <tr> <td>235V</td> <td>234.0V</td> </tr> <tr> <td>240V</td> <td>239.8V</td> </tr> </tbody> </table> ✓	Gerçek	Okunan	225V	224.6V	230V	229.4V	235V	234.0V	240V	239.8V				
Gerçek	Okunan															
225V	224.6V															
230V	229.4V															
235V	234.0V															
240V	239.8V															
13	Gerilim seviyesini 240V'nin üstüne yükseltince İstemci Yazılımı üzerinde "Yüksek Gerilim Uyarısı"nın geldiğini görün. Aynı anda açık olan çıkışların kapandığını görün.	241.0V ✓														
14	Güç kaynağı üzerindeki gerilim ayar potundan gerilim ayarını 220V kademesine getiriniz. 20 saniye sonra çıkışların açıldığını görün.	✓														

Şekil 5.7 Tasarım Doğrulama Raporu (devam)

Sıra	Enerjili Testler	Gözlem-Sonuç (Uygun/ Değil)												
15	Güç kaynağı üzerindeki frekans ayar potundan frekans ayarını sırasıyla 51Hz, 52Hz, 53Hz, 54Hz, 55Hz kademelerine ayarlayınız. Kademeler arasında en az 20 saniye beklenmesini sağlayınız. Her kademedede gerçek frekans değer ölçümünü dijital multimetre ile yapınız. Aynı anda İstemci Yazılımı üzerindeki ölçülen değeri(Gerçek Değer±1Hz) not ediniz.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gerçek</th> <th>Okunan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>51Hz</td> <td>50.9Hz</td> </tr> <tr> <td>52Hz</td> <td>52.0Hz</td> </tr> <tr> <td>53Hz</td> <td>53.0Hz</td> </tr> <tr> <td>54Hz</td> <td>54.1Hz</td> </tr> <tr> <td>55Hz</td> <td>54.9Hz</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">✓</p>	Gerçek	Okunan	51Hz	50.9Hz	52Hz	52.0Hz	53Hz	53.0Hz	54Hz	54.1Hz	55Hz	54.9Hz
Gerçek	Okunan													
51Hz	50.9Hz													
52Hz	52.0Hz													
53Hz	53.0Hz													
54Hz	54.1Hz													
55Hz	54.9Hz													
16	Güç kaynağı üzerindeki frekans ayar potundan frekans ayarını 50Hz kademesine getiriniz.	✓												
17	Güç kaynağı üzerindeki frekans ayar potundan frekans ayarını sırasıyla 49Hz, 48Hz, 47Hz, 46Hz, 45Hz kademelerine ayarlayınız. Kademeler arasında en az 20 saniye beklenmesini sağlayınız. Her kademedede gerçek frekans değer ölçümünü dijital multimetre ile yapınız. Aynı anda İstemci Yazılımı üzerindeki ölçülen değeri(Gerçek Değer±1Hz) not ediniz.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gerçek</th> <th>Okunan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>49Hz</td> <td>49.0Hz</td> </tr> <tr> <td>48Hz</td> <td>48.0Hz</td> </tr> <tr> <td>47Hz</td> <td>46.5Hz</td> </tr> <tr> <td>46Hz</td> <td>45.9Hz</td> </tr> <tr> <td>45Hz</td> <td>45.3Hz</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">✓</p>	Gerçek	Okunan	49Hz	49.0Hz	48Hz	48.0Hz	47Hz	46.5Hz	46Hz	45.9Hz	45Hz	45.3Hz
Gerçek	Okunan													
49Hz	49.0Hz													
48Hz	48.0Hz													
47Hz	46.5Hz													
46Hz	45.9Hz													
45Hz	45.3Hz													
18	Güç kaynağı üzerindeki frekans ayar potundan frekans ayarını 50Hz kademesine getiriniz.	✓												
19	Güç çıkışlarından 3.sokete çıkış kablosu kullanarak, kademeli bir AC yük bağlayarak sırasıyla 1A, 3A, 5A, 10A kademelerine ayarlayınız. Kademeler arasında en az 20 saniye beklenmesini sağlayınız. Her kademedede gerçek akım değer ölçümünü yük bankası üzerindeki ekran ile yapınız. Aynı anda İstemci Yazılımı üzerindeki ölçülen değeri(Gerçek Değer±1A) not ediniz.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gerçek</th> <th>Okunan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1A</td> <td>1.13A</td> </tr> <tr> <td>3A</td> <td>2.70A</td> </tr> <tr> <td>5A</td> <td>5.39A</td> </tr> <tr> <td>10A*</td> <td>9.38A</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">✓</p>	Gerçek	Okunan	1A	1.13A	3A	2.70A	5A	5.39A	10A*	9.38A		
Gerçek	Okunan													
1A	1.13A													
3A	2.70A													
5A	5.39A													
10A*	9.38A													

* GDYB 8A'dan büyük akım değeri ölçtüğü için çıkışların enerjileri otomatik olarak kapatılmıştır.

Şekil 5.7 Tasarım Doğrulama Raporu (devam)

Sıra	Enerjili Testler	Gözlem-Sonuç (Uygun/ Değil)
20	Sensörlerin bulunduğu SNAB-1 veya SNAB-2 delikli kutular ısıtılarak/soğutulurak/üflenerek İstemci Yazılımı üzerindeki sıcaklık ve nem bilgilerinin değiştiğini kontrol ediniz.	✓

3. SONUÇ

UYGUN	UYGUN DEĞİL	AÇIKLAMA
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	001 seri numaralı @ey2020 GDYB tasarım doğrulama testleri başarı ile gerçekleştirilmiştir.

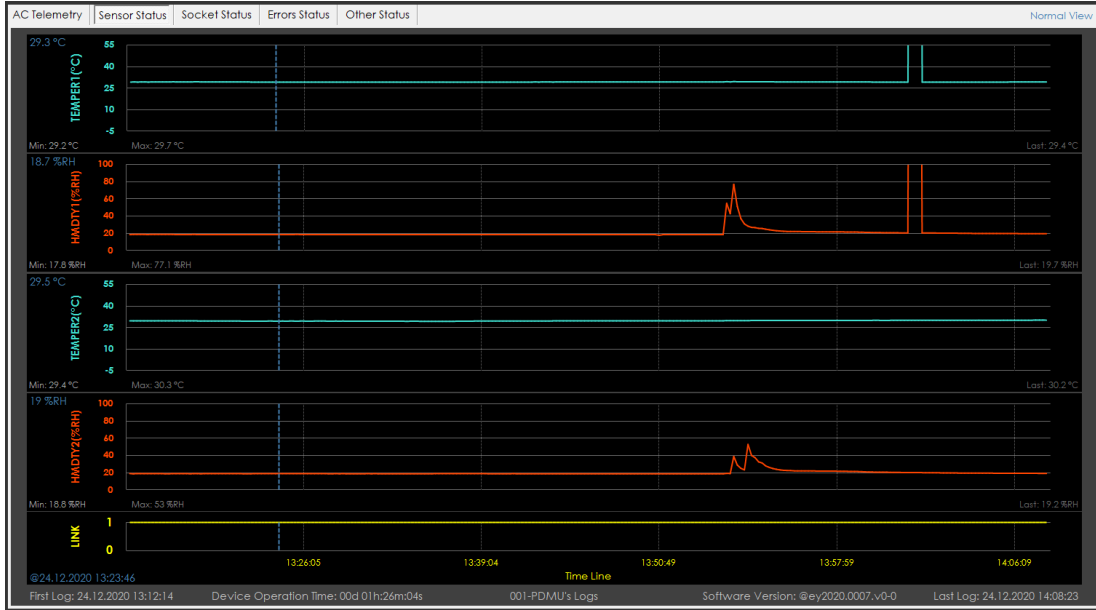
4. TESTE KATILANLAR

ADI-SOYADI	TARİH
Ahmet Engin YILMAZ	24.12.2020
	24.12.2020

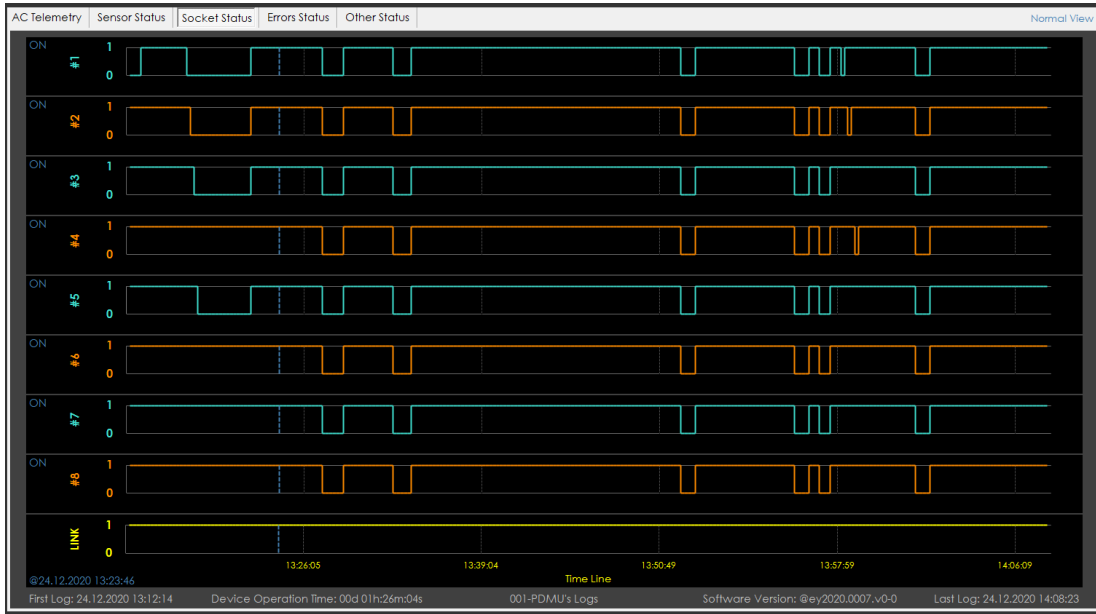
Şekil 5.7 Tasarım Doğrulama Raporu (devam)



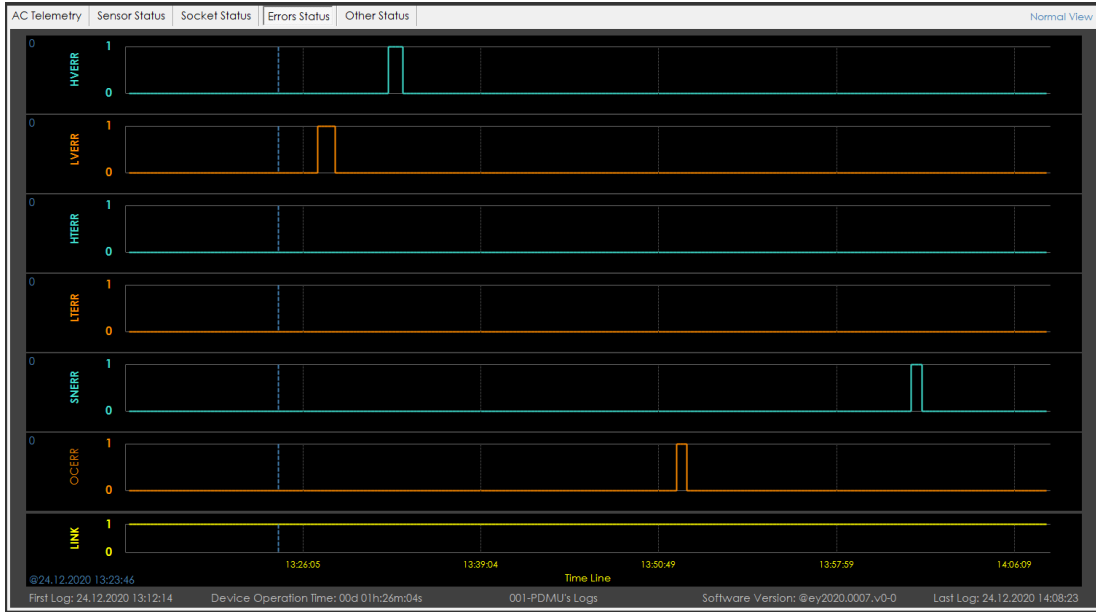
Şekil 5.8 “AC Telemetry” Sekmesi Grafiği



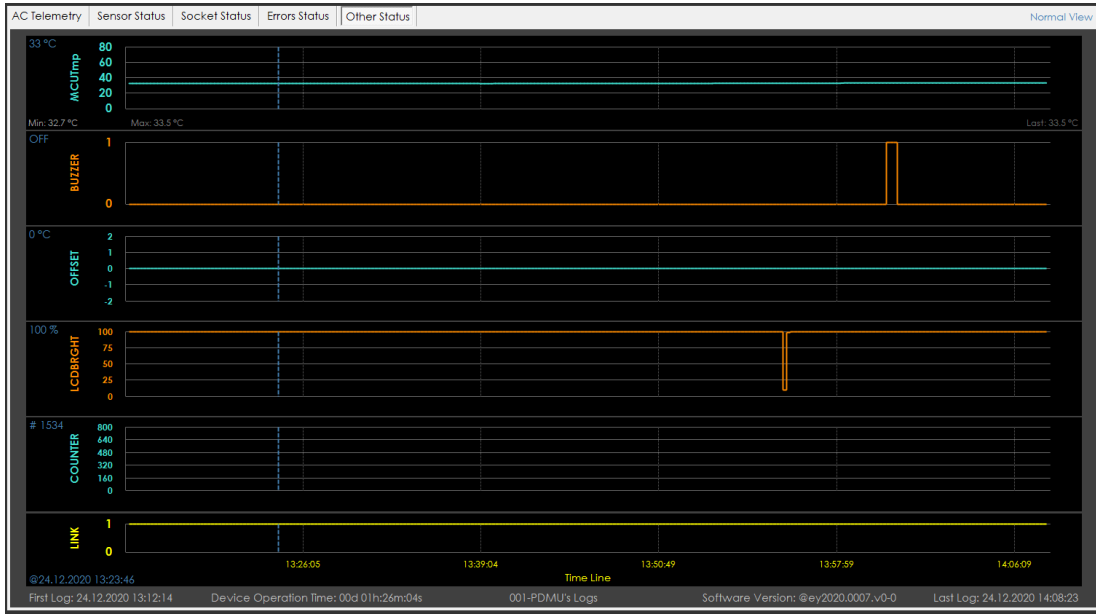
Şekil 5.9 “Sensor Status” Sekmesi Grafiği



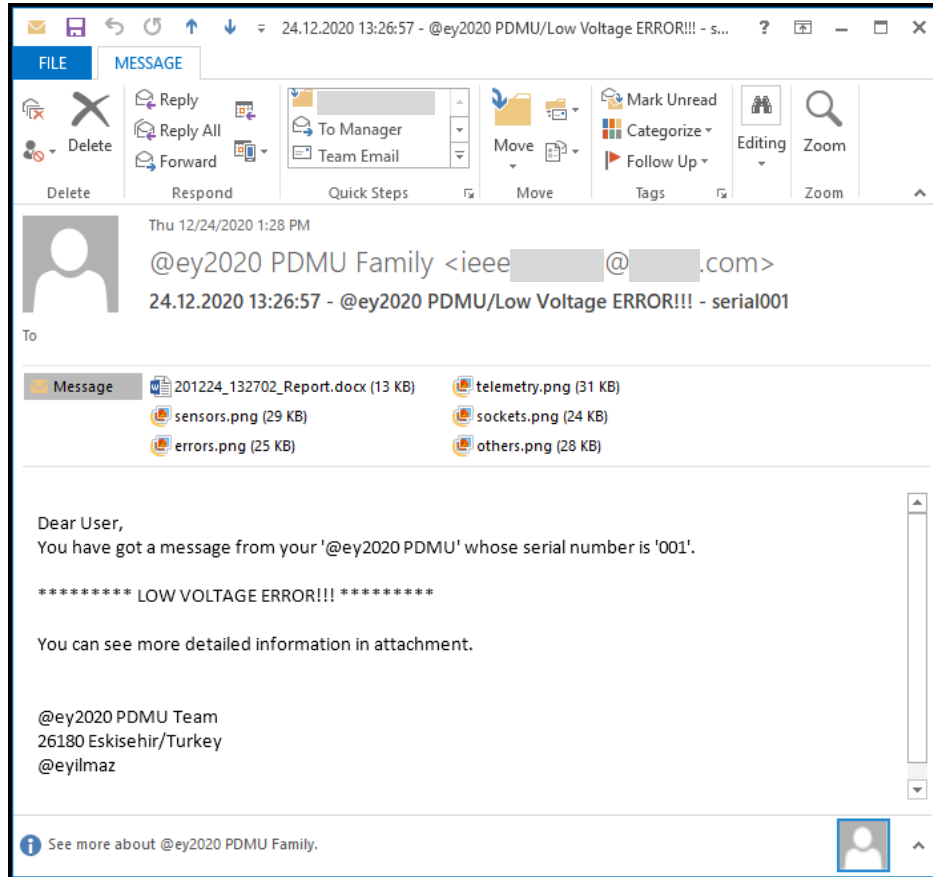
Şekil 5.10 “Socket Status” Sekmesi Grafiği



Şekil 5.11 “Error Status” Sekmesi Grafiği



Şekil 5.12 “Other Status” Sekmesi Grafiği



Şekil 5.13 Test Sırasında Alınan “Low Voltage Error” Bilgilendirme E-Postası

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

2005'ten bu yana çalışmakta olduğum Savronik Elektronik AŞ'de savunma sanayii alanındaki çalışmalarına paralel olarak endüstri alanındaki Güç Dağıtım Birimi tasarım çalışmaları konusunda araştırmalar ve yazılım çalışmaları tarafımda yapılmıştır. Ara vermiş olduğum yüksek lisans öğrenim hayatımın 2018 yılında yeniden başlaması ile çalıştığım kurumun Ar-Ge merkezi tarafından verdiğim öneri doğrultusunda başlatılan "19'ınç Raf Tipi Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi Ailesi" Ar-Ge projesi aynı döneme denk gelmiştir. Yüksek lisans çalışması sırasında ve öncesinde yaptığım çalışmalar ile destek verdiğim şirket içi projemiz 2020 yılı ortasında nihai hale gelerek tasarım doğrulama ve kalifikasyon testleri (Çevre Koşulları/EMI-EMC Testleri) başarı ile sonuçlandırılmıştır. Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi Ailesi markası olarak "PORSUK" ismi belirlenmiş olup; tamamlanmış bir adet GDYB Eskişehir'de raf imalatı ile ihracat gerçekleştiren bir firmanın tesisinde, Haziran 2020'den bu yana test edilmektedir. Yüksek lisans çalışması ile birlikte yeni marka yaratarak öncü olmaya çalıştığım "PORSUK" ürün ailesi yüksek lisans tez çalışmamdaki ürüne benzer şekilde hayata geçirilmiştir.

Çeşitli alanlarda kullanılan 19" raf tipi Güç Dağıtım Birimi, bu tez çalışmasında anlatıldığı şekilde özgün bir tasarım çalışması ile tamamlanarak, tasarım doğrulama çalışmaları başarı ile sonuçlandırılmıştır. Birim içerisinde kullanılan malzemeler ve sıklıkla kullanımı olan mikroişlemci/mikrodenetleyici ile donanımsal anlamda tasarlanan çalışmaya gömülü-uygulama yazılım tasarımları da eklenerek GDB, "Akıllı (Smart)" bir Güç Dağıtım ve Yönetim Birimi haline getirilmiştir. Mikroişlemci/mikrodenetleyici ve yazılımının kodlanması ile birimin veri paketlerinin uzaktan (internet üzerinden "Bulut (Cloud)" ortamına) erişimi ve kontrolü sağlanmıştır.

Günümüzde Internet of Things (IoT, Nesnelerin İnterneti) kavramı oldukça çok sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. IoT teknolojisi, ilk kez 1999 yılında Kevin Ashton tarafından ortaya atılan bir kavram olup gelişen teknoloji ile birlikte, ortaya çıktığı günkü durumundan daha geniş bir kitleye taşınmıştır.

Teknolojinin hızlı gelişimi sayesinde Nesnelerin İnterneti ile 2020 yılı içerisinde yaklaşık 25 ile 50 milyar arasında ürün internet aracılığı ile birbirine bağlı durumdadır (Anonim-11, 2020) . Nesnelerin İnterneti teknolojisi sayesinde, çoğu ürün akıllı hale getirilerek ve ürünlerin birbirlerine bağlanarak kullanıcıya ya da tüketiciye kolaylıklar sağlanmaktadır. Son dönemde İnternet alt yapısının genişlemesi, 4.5G ve ileri dönemde 5G iletişim yapısı ile daha da hızlanacak İnternet sayesinde kablosuz veya kablolu bir şekilde Bulut'a çıkan cihazların sayısı daha da artacaktır.

Günlük hayatımızda, iş yerlerinde, eğitimde, sağlıkta ve sanayide yer edinmeye başlayan IoT ürünlerine akıllı bileklikler, akıllı saatler, ev otomasyon sistemleri örnek gösterilebilir. 2020 yılı içerisinde yaşanan küresel pandemi (COVID-19) salgını sebebiyle eğitim ve iş hayatlarımızda akıllı cihazların kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir. Önümüzdeki dönemde de bu cihazların kullanımı artacaktır. Cihazların uzaktan erişimi ve kontrol isteği ile elektronik cihazların güç kontrolleri ve güç tüketim değerlerinin izlenebiliyor olması tüketiciler için faydalı bir durum ortaya çıkaracaktır. Bu kapsamda, @ey2020 GDYB ve benzeri güç kontrol sistemlerine talep konusunda artışlar beklenmektedir. GDYB'ler de IoT ürünleri arasına girebilecek ürünler olarak görülmektedir. Bu birimlerin İnternet üzerinden Bulut teknolojisini kullanmaları, IoT olarak görülmelerini beraberinde getirmektedir. Daha çok yurt dışı piyasadan alınan bu gibi ürünlerin ülkemizde özgün ve yerli-milli üretim şeklinde kullanıcılara sunulması maliyetlerin düşürülmesi anlamında önemli bir rol oynayacaktır.

Tez çalışmasında geliştirilen @ey2020 GDYB donanım ve yazılım kabiliyetleri, ileri dönemde farklı alanlarda da kullanımı için geliştirilerek, tüketicilerin kullanımına sunulabilecektir. Birden fazla GDYB ile bir sistem oluşturularak o sisteme bağlı cihazların izlenmesi ve kontrolü tek bir GDYB üzerinden yapılabilmesi mümkün görünmektedir. GDYB'lerin birbirleri ile iletişim kurarak daha akıllı bir yapı sağlanması; bir Ana (Master) GDYB üzerinden gelen bilgilerle ilgili soketlerin enerjilerinin verilmesi sağlanabilecektir. Sistemdeki diğer GDYB'ler için de Yardımcı (Slave) GDYB tanımları kullanılabilir. GDYB'lerin uzaktan kontrolü konusunda, mobil uygulamalar da tasarlanarak ilgili sistemlerin erişiminin bilgisayar kullanımına bağlı kalmayarak cep telefonları üzerinden de yapılabilmesi sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Alpat, A., 2012, Arduino Mega 2560 Nedir?,
<http://arduinoturkiye.com/arduino-mega-2560-nedir/>,
erişim tarihi: 20.11.2020.
- Anonim-1, 2018, Güç Dağıtım ve Kontrol Birimleri,
<http://www.savronik.com.tr/tr/programlar/savunma-sistemleri/guc-ve-kontrol-sistemleri/>,
erişim tarihi: 15.09.2020
- Anonim-2, 2018, Endüstriyel Güç Dağıtım ve Yönetim Sistemleri,
<http://www.savronik.com.tr/tr/programlar/savunma-sistemleri/endustriyel-guc-dagitim-ve-yonetim-sistemleri/>,
erişim tarihi: 15.09.2020
- Anonim-3, 2015, The Advantages of Deploying Intelligent PDUs in the Data Center,
<https://switchon.eaton.com/plug/article/533/9-benefits-of-rack-pdus#> ,
erişim tarihi: 22.06.2020.
- Anonim-4, 2016, 19" 1U Rack Type Enclosure Mekanik Çizimi,
<https://www.altinkaya.com.tr/documents/RM-110-0-0.PDF>,
erişim tarihi: 12.12.2020
- Anonim-5, 2020, 3mm Yeşil LED,
<https://www.direnc.net/3mm-yesil-led>,
erişim tarihi: 04.09.2020
- Anonim-6, 2020, RS PRO USB Connector, Panel Mount, Socket 3.0 A to A, Plug In, Straight- Single Port,
<https://tr.rsdelivers.com/product/rs-pro/cp30205nmb/rs-pro-usb-connector-panel-mount-socket-30-a-to-a/9160215>,
erişim tarihi: 12.12.2020
- Anonim-7, 2020, 5V 8 Kanal Röle Kartı (Geliştirme Kartlarıyla Uyumlu),
<https://www.direnc.net/5v-8-kanal-role-karti>,
erişim tarihi: 04.09.2020
- Anonim-8, 2020, Arduino Ethernet Shield,
<https://www.direnc.net/arduino-ethernet-shield>,
erişim tarihi: 04.09.2020
- Anonim-9, 2018, Arduino Nedir?,
http://www.robotiksistem.com/arduino_nedir_arduino_ozellikleri.html,
erişim tarihi: 12.12.2020.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Anonim-10, 2020, 3-24V Devreli 40mm Kulaklı Buzzer - Beyaz,
<https://www.direnc.net/3-24v-devreli-40mm-kulakli-buzzer>,
erişim tarihi: 04.09.2020
- Anonim-11, 2020, Internet Of Things (Nesnelerin İnterneti) Nedir?,
<http://www.teknolo.com/internet-things-nesnelerin-interneti-nedir/> ,
erişim tarihi: 16.12.2020.
- Lee, Terry G., 2019, Welcome to the Visual Studio IDE,
<https://docs.microsoft.com/tr-tr/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2019>,
erişim tarihi: 16.12.2020
- More G., 2014, The Advantages of Deploying Intelligent PDUs in the Data Center,
<https://www.raritan.com/blog/detail/the-advantages-of-deploying-intelligent-pdus-in-the-data-center> ,
erişim tarihi: 22.06.2020.
- Spurgeon R., Flood M., 2014, Enerji ve Güç, TÜBİTAK Yayınları, s.5
- Yılmaz, A. E., 2015, “2023’e Kadar Milli Uçak Tasarımlarında Yer Alması Planlanan Elektrik Güç Sistemi Teknolojileri” Bildirisi, VIII. Ulusal Uçak, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Kurultayı, s.1