

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Elekt. Enerj. Kal. Ölç. İçin bir  
Ana. Pro. Geliş.

Yüksek Lisans Tezi

Bölent Vural

2007

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
KÜTÜPHANE VE DOKÜMANTASYON  
DAİRE BAŞKANLIĞI

Yer No (DDC) : .....

Kayıt No : 3589 .....

Geldiği Yer : Fen Bilimleri  
Enstitüsü .....

Tarih : 05/12/2004 .....

Fiyat : 2,40 .....

Fatura No : .....

Ayniyat No : 23 .....

Ek : .....

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ix-48

ELEKTRİK ENERJİ KALİTESİ ÖLÇÜMLERİ İÇİN  
BİR ANALİZÖR PROTOTİPİ GELİŞTRİLMESİ

Elektrik Müh. Bülent VURAL

F.B.E Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı Elektrik Tesisleri Programında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Mehmet UZUNOĞLU

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Celal KOCATEPE

Jüri Üyesi: Yrd. Doç. Dr. Önder GÜLER

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ .....	iii
KISALTMA LİSTESİ .....	iv
ŞEKİL LİSTESİ .....	v
ÇİZELGE LİSTESİ .....	vi
ÖNSÖZ .....	vii
ÖZET .....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. ENERJİ KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER [1] .....	2
2.1 Harmonikler .....	2
2.2 DC Bileşen .....	2
2.3 Gerilim Dengesizliği .....	2
2.4 Gerilim Dalgalanması .....	2
2.5 Elektromagnetik Girişim (EMI) .....	2
2.6 Geçici Olaylar (Transient) .....	3
2.7 Çentik (Notch) .....	3
2.8 Gürültü .....	3
3. ELEKTRİK ENERJİSİ KALİTESİNİ GÖZLEMENİN ÖNEMİ .....	4
4. ELEKTRİK ENERJİSİ KALİTESİNİ GÖZLEMLEME .....	5
5. GELİŞTİRİLEN ELEKTRİK ENERJİSİ KALİTESİ ANALİZÖRÜ ve UYGULAMASI .....	7
6. UYGULAMA DONANIMININ YAPISI ve ÇALIŞMASI .....	9
6.1 Donanım Güç Kartı .....	9
6.2 Akım ve Gerilim Algılayıcı Kart .....	10
6.3 Kontrol Kartı .....	12
6.3.1 Akım Ölçüm Modülü .....	13
6.3.2 Gerilim Ölçüm Modülü .....	15
7. MATLAB&SIMULINK MODELİ ile VERİLERİN ANALİZİ .....	18
8. MATLAB SUNUCU SAYFALARI (MSP) .....	22

8.1	MSP'nin Bazı Özellikleri .....	23
8.2	Birinci Katman Uygulama Sunucusu .....	24
8.3	İkinci Katman Ağ Sunucusu .....	24
8.4	Dördüncü Katman Kullanıcı Arayüzü .....	25
9.	DENEYSEL SONUÇLAR ve KARŞILAŞTIRMA .....	26
10.	SONUÇLAR .....	31
KAYNAKLAR .....		32
EKLER .....		33
EK-1 Ölçüm değerlerini Düzenleyen Program Kodları .....		34
EK-2 Donanımda Mikro-denetleyici Üzerindeki Kodlar .....		36
EK-3 Enerji Kalite Analizörünün Uzaktan Yönetim Görüntüsü .....		37
ÖZGEÇMİŞ .....		49

## SİMGE LİSTESİ

$A$	Amper
$GND$	Elektriksel toprak
$V$	Volt
$V_{cc}$	Besleme gerilimi
$I$	Akım
$I_{IN}$	Giriş akımı
$I_{OUT}$	Çıkış akımı
$L$	Faz
$N$	Nötr
$P$	Aktif güç
$Q$	Reaktif güç
$S$	Görünen güç
$THD$	Toplam harmonik distorsiyon
$VAr$	Volt amper reaktif
$W$	Watt
$\Phi$	Faz açısı
$RAM$	Random Access Memory (Geçici Bellek)
$RMI$	Resonant Method Inversion (Rezaktan Metot Çapraz)

## KISALTMA LİSTESİ

AC	Alternatif Akım	5
A/D	Analog-Dijital Dönüştürücü	6
CPU	Central Processor Unit (Merkezi İşlem Birimi)	9
DC	Doğru Akım	10
DAQ	Data Acquisition (Veri Edinimi)	11
DSP	Digital Signal Processor (Sayısal Sinyal İşleme)	11
Emk	Elektro Motor Kuvveti	12
GUI	Grafical User Interface (Grafiksel Kullanıcı Ara Yüzü)	13
JSP	Java Server Pages	13
JNI	Java Native Interface	14
IEEE	International Electrical and Electronical Engineering	15
LPF	Low-Pass Filter (Alçak Geçiren Filtre)	16
MAS	Multi Agent System (Çok Bağlantılı Sistem)	16
MSP	MATLAB Server Pages (MATLAB Sunucu Sayfaları)	17
PC	Personal Computer (Kişisel Bilgisayar)	19
PQ	Aktif-Reaktif	20
RAM	Random Access Memory (Geçici Bellek)	21
RMI	Remote Method Invocation (Uzaktan Metot Çağırımı)	22

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1 MAS (Multi-Agent System).....	5
Şekil 4.2 Çok kanallı ve genişletilebilir güç kalitesi sistemi.....	6
Şekil 6.1 Donanım blok şeması.....	9
Şekil 6.2 Donanım güç kartının devre şeması.....	10
Şekil 6.3 Donanımda kullanılan akım algılayıcı.....	11
Şekil 6.4 Akım algılayıcı bağlantı devre şeması.....	11
Şekil 6.5 Gerilim bölücü devre şeması.....	12
Şekil 6.6 Donanım ana kartının blok şeması.....	13
Şekil 6.7 Akım ölçüm modülü blok şeması.....	13
Şekil 6.8 Ölçülen akım sinyalinin yükseltici devre şeması.....	14
Şekil 6.9 Akım sinyalinin sıfır noktalarını yakalayan devre şeması.....	15
Şekil 6.10 Gerilim ölçümünün blok şeması.....	16
Şekil 6.11 Gerilim sıfır yakalayıcı devresi.....	16
Şekil 6.12 Gerilim seviye kaydırıcı devre şeması.....	17
Şekil 7.1 Haberleşme ve veri düzenleme programı algoritması.....	19
Şekil 7.2 MATLAB ile çizdirilen akım gerilim dalga şekilleri.....	20
Şekil 7.3 MATLAB&Simulink tabanlı analiz modeli.....	21
Şekil 8.1 MATLAB mimarisi, araç kutuları ve blok setleri.....	22
Şekil 8.3 Katmanlar arasındaki bağlantı.....	24
Şekil 9.1 MATLAB ile çizdirilen gerilim dalga şekli.....	26
Şekil 9.2 Fluke 434'den alınan gerilim dalga şekli.....	27
Şekil 9.3 MATLAB&Simulink modeli ile analiz sonuçlarının büyütülmüş görüntüsü.....	27
Şekil 9.4 Fluke 434'e ait harmonik analizi ekran görüntüsü.....	28
Şekil 9.5 Fluke 434'e ait 3. ve 9. harmonik bileşenler için bilgiler.....	28
Şekil 9.6 Fluke 434'e ait 5. ve 7. harmonik bileşenlere için bilgiler.....	29
Şekil 9.7 Fluke 434'e ait 11. ve 13. harmonik bileşenler için bilgiler.....	29

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 5.1 Güç kalitesi görüntüleme sistemleri	7
Çizelge 9.1 Fluke 434 ve geliştirilen analizöre (EnergyOne) ait harmonik analizinin yüzde olarak sonuçları	30

## ÖNSÖZ

Enerji, yeryüzünde hayatın devam etmesi için önemli unsurlardan biri ve tarihin her döneminde etkinliğini koruyan bir ihtiyaçtır. Özellikle sanayileşme ile enerji kaynaklarına sahip olmak daha da bir önem kazanmıştır. Hatta enerji kaynaklarına sahip olma adına büyük savaşlar yaşanmıştır. Günümüz dünyasında ise enerji çok daha büyük önem kazanmıştır. Günümüzde yeni enerji kaynakları aramanın yanında bir yandan da eldeki kaynakları daha verimli kullanmak gerekmektedir. Elektrik enerjisi, diğer enerji türlerine dönüşümünün kolay ayrıca da temiz olması nedeni ile en çok tercih edilen ve ihtiyaç duyulan enerji türüdür. Ancak elektrik enerjisi ile ilgili bazı sorunlar günümüzde de çözülememiştir. Bu sorunlardan birisi de, elektrik enerji kalitesinin her zaman sağlanamamasıdır. Elektrik enerjisinde kaliteyi artırmak için öncelikle bozucu etkilerin ve bunların kaynaklarının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu da sürekli ve doğru bir enerji kalitesi analizi ve görüntülemesi ile mümkün olabilecektir. Bu çalışmada da, enerji kalitesi ölçümleri için uzaktan erişilebilir ve geliştirilebilir bir yapıda analizör geliştirilmiştir.

Bu tez çalışmasında destek veren ve diğer tüm çalışmalarında da büyük emekler veren tez danışmanım Sn. Hocam Dr. Mehmet UZUNOĞLU'na ve yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Arş. Gör. Ö. Çağlar ONAR ve Elk. Müh. Ali KIZIL'a teşekkür ederim.

## ÖZET

Bu tez çalışmasında geliştirilen “Enerji Kalite Analizörü” ile sürekli olarak enerji kalitesi görüntülenebilmektedir. Analizörün donanım ve yazılım kısımlarının birbirinden bağımsız olması ona esnek bir yapı sağlamıştır. Ayrıca sahip olduğu bu esnek yapı sayesinde analizörün teknolojik gelişmelere adaptasyonu da sağlanabilmektedir. Böylece hem donanım hem de yazılım kısımları birbirinden bağımsız olarak güncellenebilmektedir.

Bu analizörü diğerlerinden farklı yapan en önemli özelliklerinden biri de MATLAB Sunucu Sayfaları (MATLAB Server Pages-MSP) kullanılarak, enerji kalitesinin uzaktan görüntülenebilmesi ve MATLAB tabanlı analizlerinin yapılabilmesidir. İnternet üzerinden, ölçüm cihazındaki analiz sonuçlarına ulaşılabilmekte ve gözlemlenimin yapıldığı tesis ya da sistemde bu sonuçları yorumlayacak sürekli bir kişiye de ihtiyaç kalmamaktadır.

Gerçekleştirilen uygulama veri toplama, verilerin analizi, verilerin depolanması ve paylaşımı olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Veri toplama kısmında; tasarlanan donanım ile akım ve gerilimin bir periyoduna ait değerleri anlık olarak örneklenerek kendi üzerindeki RAM’de depoladıktan sonra gömülü bilgisayara aktarılmaktadır. Verilerin analizi kısmında; bilgisayarda toplanan veriler düzenlenerek tüm analizler, MATLAB&Simulink modeli yardımıyla yapılmaktadır. Verilerin depolanması ve paylaşımı kısmında ise; analiz sonuçları MSP ile bir veri tabanına taşınarak depolanmakta ayrıca web üzerinden de istenilen bir yerde ve bir PC üzerinden MATLAB yazılımına gerek olmaksızın görüntülenebilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Enerji kalitesi, Analizör, Harmonik, Veri örnekleme, Mikroişlemci

## ABSTRACT

In this thesis, an “Energy Quality Analyzer” was developed for monitoring the energy quality continuously. It has a reconfigurable structure by its flexible hardware and software. The developments in technology or calculation techniques can easily be adapted and its hardware and software are reconfigurable independently from each other.

MSP (MATLAB Server Pages) is used for monitoring the power quality from a remote center through internet networks and to evaluate the power quality by measured data with using MATLAB. These are the main differences from the other power quality monitoring systems.

The analyzer has three operating processes; acquiring the data, analyzing the data, storing and sharing the analysis's results. In data acquisition; hardware samples the voltage and current and stores sampling data on RAM then send to PC. In data analyzing; PC analyzes the sampling data by using a MATLAB&Simulink model. In data storage and sharing; analyzes data are moved to data based on MSP and it can be easy to get the analyses results through internet.

**Key words:** Energy quality, Analyzer, Harmonics, Data Acquisition, Microcontroller

## 1. GİRİŞ

Elektrik enerjisine olan talep, ilerleyen teknolojiye ve artan nüfusa bağlı olarak sürekli artmaktadır. Talepteki bu artışa ek olarak üretim kalitesini ve verimliliğini artırmak için kullanılan otomasyon sistemine sahip cihazlar daha güvenilir ve daha kaliteli enerji ihtiyacını doğurmuştur.

Üretici ya da tüketiciden kaynaklanan ve enerji kalitesini olumsuz yönde etkileyen faktörler ortadan kaldırılmaya çalışmalıdır. Her problemin çözümünde olduğu gibi burada da sorunun çok iyi tespit edilmesi önem arz etmektedir. Sorunun en iyi şekilde tespiti ise; yapılan ölçüm ve analizlerin doğruluğuna bağlıdır. Yapılan ölçüm ve analizlerin güvenilir olması, kullanılan cihazın ve analiz yönteminin kaliteli ve doğru olmasının yanında, ölçüm ve analizin sürekliliğini de gerektirmektedir. Enerji tüketiminde mevsimsel, hatta günlük olarak farklılıklar oluşmaktadır. Bu nedenle sistem sürekli olarak gözlem altında tutulmalıdır. Özellikle sanayi kuruluşlarında bu tip bir ölçüm çok gereklidir. Çünkü zaman içinde nadiren oluşan istenmeyen durumlardan dolayı meydana gelen sorunların kaynaklarını tespit edebilmek için ölçüm ve analizde süreklilik olmalıdır.

Yapılan bu çalışma ile enerji kalitesi görüntüleme yukarıda belirtilen şartları sağlayabilecek bir sistem oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu konu ile ilgili literatür taramasında benzer çalışmalar bulunmuştur. Bu çalışmalar incelendiğinde; çok aygıtlı enerji kalitesi gözlemleme yapan MAS (Multi-Agent System) sistemi [2], çok kanallı ve genişletilebilir güç kalitesi görüntüleme sistemi [3] ve internet tabanlı enerji kalitesi görüntüleme sisteminin [4], geliştirdiğimiz uygulamaya en yakın çalışmalar olduğu görülmüştür. Bu enerji kalitesi görüntüleme sistemlerinin her birinin öne çıkan üstün özelliklerini de içeren bir görüntüleme ve analiz sisteminin geliştirilmesi bu tez çalışmasında hedeflenmiştir. Geliştirilen “Enerji Kalite Analizörü” sayesinde uzaktan erişim ile enerji kalite takibi gerçekleştirilmekte ve internet üzerinden ölçüm cihazındaki analiz sonuçlarına ulaşılabilir. Ayrıca sadece verilere ulaşarak da yeniden analiz yapılabilir.

## 2. ENERJİ KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER [1]

### 2.1 Harmonikler

Harmonikler, enerji kalitesi ile ilgili en çok karşılaşılan problemlerden biridir. Akım ve gerilimin sinüsoidal dalga şeklinin bozan etkiler harmoniklere neden olmaktadır. Elektrik enerjisi sistemine bağlı bulunan nonlineer yükler, çektikleri nonlineer akımlar ile akımda harmonikler meydana getirmekte ve bu harmonikli akım ise tüm sistemi dolaştığı için gerilimde de harmoniklerin oluşmasına neden olmaktadır. Harmonikler sistemde kayıplara, arızalara ve rezonans olaylarına neden olmaktadır.

Harmonikler ile ilgili büyüklüklerden THD (Toplam Harmonik Distorsiyon), harmonik bileşenlerin efektif değerlerinin karelerinin toplamının karekökünün, temel bileşenin efektif değerine oranıdır. Her bir bileşen için HD (Harmonik Distorsiyon) ise, her bir harmonik bileşenin efektif değerinin, temel bileşenin efektif değerine oranıdır.

### 2.2 DC Bileşen

DC bileşen, güç elektroniği temelli dönüştürücülerin simetrik olmayan çalışmalarından kaynaklanmaktadır. DC bileşen, transformatörlerde doymaya, topraklama elektrotlarında ve bağlantı elemanlarında elektrolitik aşınmaya neden olmaktadır.

### 2.3 Gerilim Dengesizliği

Gerilim dengesizliği, üç fazlı sistemde akım ve gerilimin yüzde olarak ortalamasından maksimum sapmasıdır.

### 2.4 Gerilim Dalgalanması

Gerilim dalgalanması, ANSI C84.1 tarafından genliği belirlenen 0.9-1.1 pu değerleri arasındaki gerilim bölgesinde kalan gerilim değişimleridir. Bu gerilim değişimleri sistematik ya da rastgele olabilmektedir.

### 2.5 Elektromagnetik Girişim (EMI)

Genliği 100  $\mu$ V ile 100 V arasında, frekansı ise 10 kHz ile 1 GHz arasında değişen küçük enerjili bozucu bir dalgadır. Elektromagnetik dalga yayan cihazlardan kaynaklanmaktadır. Bunlar; motor sürücü devreleri, anahtarlamalı dönüştürücüler ve güç kaynaklarıdır.

## 2.6 Geçici Olaylar (Transient)

Geçici olaylar, çok kısa (birkaç milisaniye) süren gerilim bozulmalarıdır. Şiddetleri yüksektir ve yükselmeleri hızlı olur. Geçici olayların çoğu yıldırımlardan, büyük yüklerden ve reaktif yüklerden kaynaklanır.

## 2.7 Çentik (Notch)

Çentik, güç elektroniği elemanlı dönüştürücülerde akımın bir fazdan diğer faza komutasyonu sırasında güç elemanın iletime girmedeki gecikmesinden dolayı oluşan anlık kısa devreden kaynaklanmaktadır.

## 2.8 Gürültü

Gürültü, faz iletkenlerini 200kHz'den daha küçük spektral genişliğe sahip işaretler ile yükleyen veya nötr hattında istenmeyen elektriksel işaretlerdir.

### 3. ELEKTRİK ENERJİSİ KALİTESİNİ GÖZLEMENİN ÖNEMİ

Günlük hayatta ve üretimde kullanılan makinelerin sayısının ve çeşitliliğinin artması elektrik enerjisinin kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Elektrik enerji (Güç) kalitesi hem elektrik enerjisi üreticileri hem de kullanıcılar açısından büyük bir ilgi odağıdır. Çünkü güç kalitesindeki düşüş, hem enerji ağıımızı hem de kullanıcıları olumsuz etkilemekte ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Elektrik enerjisi kalitesine ilginin artışının nedenlerinden biri de, üreticilerin verimliliklerini artırma çabalarıdır. Üreticiler daha verimli çalışan makineler istemektedirler. Eksik bir altyapı çalışması ile bu tür yatırımlar, gerekli tedbirler alınmamışsa kurumun kendi elektrik sisteminde güç kalitesi bozulmalarına yol açacaktır. Hatta bu bozulmalar şebekeyi de etkileyerek yakın diğer kurumlara da zarar verecektir.

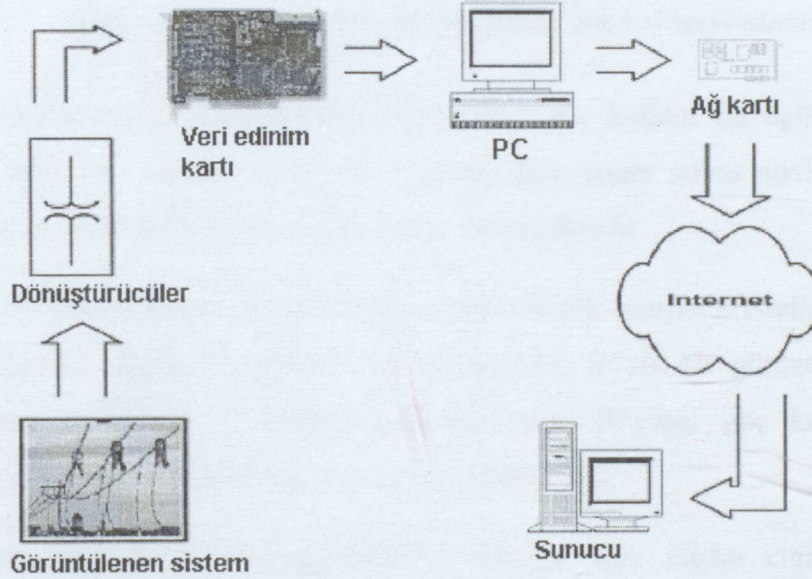
Elektrik enerjisi, talep edilen ve istenilen her noktaya kaliteli olarak iletilmesi için gözlemlenerek kontrol edilmelidir. Enerjinin kalitesindeki bozukluklar üreticiyi de tüketiciyi de olumsuz yönde etkilemektedir. Üreticinin yatırım maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Tüketicinin de üretimdeki kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Elektrik enerjisinde toplam kalite önemlidir, dolayısı ile üretici ve tüketicinin her birine sorumluluklar düşmektedir.

Enerji kalitesine yapılan yatırımların maliyetleri yüksek gibi görülse de işletme maliyetlerini azaltacağından orta ve uzun vadede kurumun karlılığı artacaktır. Aksi takdirde baş gösteren cihaz arızaları, artan enerji kayıpları ve benzeri durumlarla kurum orta vadede istenen kârı elde edemeyecektir.

#### 4. ELEKTRİK ENERJİSİ KALİTESİNİ GÖZLEMLEME

Enerji kalitesini gözlemleme, problemin tanımlanması, karakteristiğinin çıkarılması ve uygun çözümün belirlenmesi için gereklidir. Günümüzde kullanımda daha esnek enerji kalitesi görüntüleme sistemleri geliştirilmeye başlanmıştır [2].

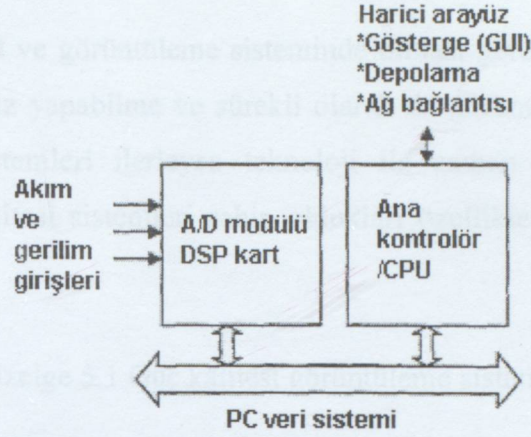
Bu sistemlerden MAS (Multi-Agent System) (Şekil 4.1) temelli elektrik enerjisi kalitesi gözlemlemede; değişik kalite ölçüm cihazlarından toplanan veriler, IEEE 1159.3 standardına göre PQ dönüşümü yapılarak bir veri tabanına kaydedilir. Daha sonra bu veriler işlem merkezine gönderilerek analiz edilir. Analiz edilen veriler standart değerler ile karşılaştırılır ve eğer bir problem var ise güç kalitesindeki bozukluğun yeri tespit edilir [3].



Şekil 4.1 MAS (Multi-Agent System)

Çok kanallı ve genişletilebilir güç kalitesi görüntüleme [4] sistemi (Şekil 4.2) bir ana bilgisayar ve buna bağlı olan sayısı arttırılabilen DSP ölçüm kartlarından oluşmaktadır.

## GELİŞTİRİLEN ELEKTRİK ENERJİSİ KALİTESİ ANALİZÖRÜ VE UYGULAMASI



Şekil 4.2 Çok kanallı ve genişletilebilir güç kalitesi sistemi

DSP kartının kullanım amacı; ana kontrolörü (CPU) güç kalitesi ile ilgili işlem yükünden kurtarmaktır. CPU ise verilerin görüntülenmesini, daha sonra tekrar analiz edebilmek için depolanmasını ve internet üzerinden iletilmesini sağlamaktadır.

Web tabanlı bir görüntüleme sistemi oluşturularak elektrik enerjisi üreticilerinin birbirilerine entegre olmaları ve bilgilerin paylaşılması sağlanabilir. Böyle bir görüntüleme sisteminde kullanıcılar sistemi tarayıcı üzerinden çalıştırabilirler. Böylece güç kalitesinin durumu herhangi bir yerde tarayıcı üzerinden görüntüleyebilirler [5].

İnternet tabanlı bir güç kalitesi görüntüleme sistemi, yeni ölçüm cihazları ile uyumlu çalışabilmeli ve bu cihazlar sisteme kolay adapte edilebilmelidir. Veri toplamadaki seçilebilirlik ile sisteme yeni eklenen ölçüm cihazlarından toplanan verilere uzaktan görüntüleme imkanı sağlanabilmelidir [6]. Sayısal değerler dışında ölçülen ve analiz edilen dalga şeklini de görüntüleyebilmelidir [7].

Enerji kalitesine yönelik çözümlerde geçmişe ait verilerin analizi önemli olduğu kadar sürekli olarak verilerin gözlemlenmesi [8], analizi ve en kısa sürede çözüme yönelik müdahale edilmesi de önemlidir.

## 5. GELİŞTİRİLEN ELEKTRİK ENERJİSİ KALİTESİ ANALİZÖRÜ ve UYGULAMASI

Bir güç kalitesi analizörü ve görüntüleme sisteminde olması gereken özellikler; anlık ölçüm ve periyodik olarak analiz yapabilme ve sürekli olarak da görüntüleme yapabilmesidir. Güç kalitesi görüntüleme sistemleri ilerleyen teknoloji ile zaman içinde sürekli gelişmiştir. Zamanla gelişen güç kalitesi sistemleri sahip oldukları özelliklere göre üç nesle ayrılır (Çizelge 5.1) [9].

Çizelge 5.1 Güç kalitesi görüntüleme sistemleri

1. nesil görüntüleme sistemleri	Elektriksel parametreler (temel)
2. nesil görüntüleme sistemleri	PQ parametreleri + seri haberleşme + gösterge
3. nesil görüntüleme sistemleri	PQ + yüksek hızlı haberleşme + istatistiksel analiz + web tarayıcı

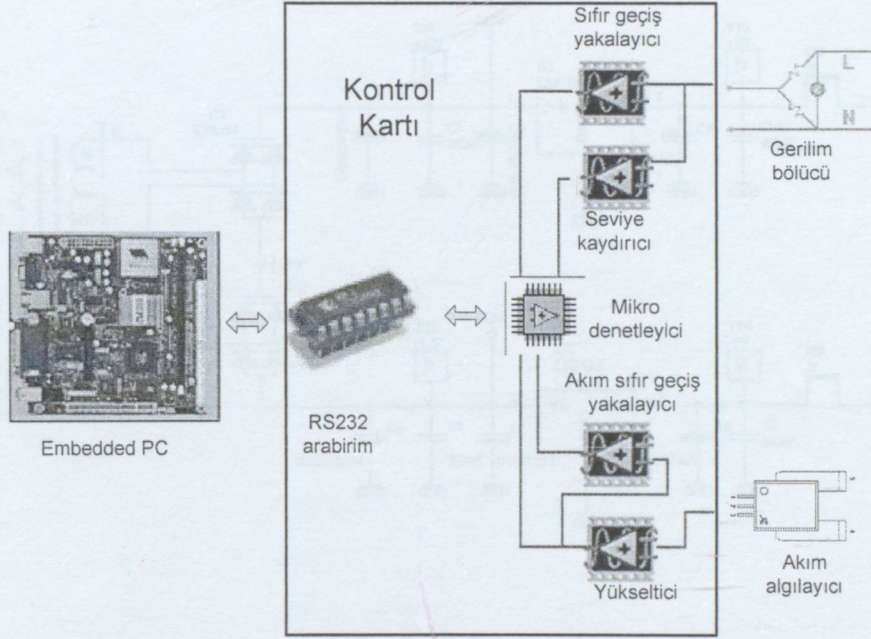
Bu çalışmada geliştirilen analizör 3. nesil görüntüleme sınıfına girmektedir. Buna ek olarak güncellenebilir olma özelliği ile hem analizi gerçekleştiren gömülü PC'nin, hem de veri toplama kartının yazılımını güncelleyebilme imkanı sağlamaktadır. Bu da analizöre esnek bir yapı kazandırmakta ve gelişen teknolojiye ve değişen ihtiyaçlara cevap verebilmektedir. İstatistiksel veri analizi ve özellikle de problemin karakteristiğini belirlemek için istenilen periyotlarda ve zamanlarda (365 gün 24 saat) veri alma imkanı sağlamaktadır. Tüm ayarlamaları ve güncellemeleri yapmak için donanımın kullanıcı yanında olması gerekmemektedir. İnternet erişimi ile adı geçen tüm işlemleri gerçekleştirmek mümkündür. Uygulamayı oluşturan üç ana mekanizmadan her biri birbirinden bağımsız olarak tasarlanmıştır. Her biri çalışmak için diğerine ihtiyaç duymamaktadır. Mekanizmalar birbirlerine bağımlı olmaktan çok birbirleri ile etkileşimli çalışmaktadırlar. Bu mekanizmalardan biri çıkarılarak yerine yeni ve gelişmiş olanı eklenebilir hatta farklı bir tasarım ile geliştirilmiş olanını da kullanılabilir. Bu durumlar göz önüne alındığında teknolojiye adapte edilebileceği bir sistem ortaya çıkmakta ve bu da yaygın bir kullanım alanı sağlamaktadır. Yine gömülü PC içerisindeki MATLAB tabanlı analizör yazılımını farklı bir donanımdan (örneğin bir DAQ kartından) alınacak verilerin analizi

için kullanmak mümkün olduğu gibi, veri toplama donanımını farklı bir yazılım tabanında geliştirilmiş analizör yazılımı (LABView) ve ara yüzü ile kullanmak da mümkündür.

Çok kanallı genişletilebilir güç kalitesi görüntüleme sisteminde [4] analizler ve veri edinim işlemi aynı donanım üzerinde yapılmaktadır. Bu sayede PC üzerindeki yük hafifletilmektedir. Ancak verilerin web üzerinden iletilmesi, depolanması ve görüntülenmesi için PC'ye ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer bir yöntem olan MAS (Multi Agent System) [3] da ise veri edinim donanımı bir kart olarak yine PC üzerinde bulunmakta ve alınan veriler PC üzerinde analiz edilerek, görüntülenmekte, iletilmekte ve depo edilmektedir. Her iki durumda da bir PC'ye ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan çalışmada veri edinim kartı çok kanallı genişletilebilir güç kalitesi görüntüleme sistemindeki gibi harici olarak kullanılmaktadır. Analiz işlemleri ise MAS'daki gibi bilgisayar üzerinde yapılmaktadır. PC yerine gömülü bilgisayar kullanılmaktadır. Hacminin küçük olması, endüstriyel amaçlı kullanıma uygun yapılmış olması ve bir PC'deki standart donanımsal özelliklere sahip olması avantaj sağlamaktadır. Ayrıca gömülü bilgisayara bir monitör bağlama imkanı varken monitör kullanılmaması daha esnek bir yapı oluşturmuştur. Analiz için ölçümün yapıldığı noktada görüntüleme istenmemektedir. Veri edinim donanımı ile birlikte modüler bir yapı oluşturulmuştur. Bu sayede istenilen noktalara ölçüm için yerleştirilerek analizlerin yapılması ve web üzerinden MSP (MATLAB Server Pages) tabanlı iletişim ile verilerin iletilmesi ve bir veri tabanında depolanması sağlanmıştır. Bu modüler yapı sayesinde geliştirilen analizörün yazılım ve donanım kısımları teknolojiye paralel ve birbirlerinden bağımsız olarak geliştirilebilirler. Ayrıca modüler yapı, kullanımda esneklik ve kolaylığın yanında maliyet açısından da avantaj sağlamaktadır.

## 6. UYGULAMA DONANIMININ YAPISI ve ÇALIŞMASI

Enerji kalite analizörünün genel olarak çalışması şu şekildedir: donanımdan gömülü PC' ye aktarılan verilerin analizi gömülü PC üzerinde yapılarak internet üzerinden ayrı-ayrı olarak bir ağ sunucusuna ve veri tabanına aktarılmaktadır. Daha sonra herhangi bir yerden ağ sürücüsüne bağlanılarak veri tabanından analiz sonuçlarına ulaşılabilmektedir.



Şekil 6.1 Donanım blok şeması

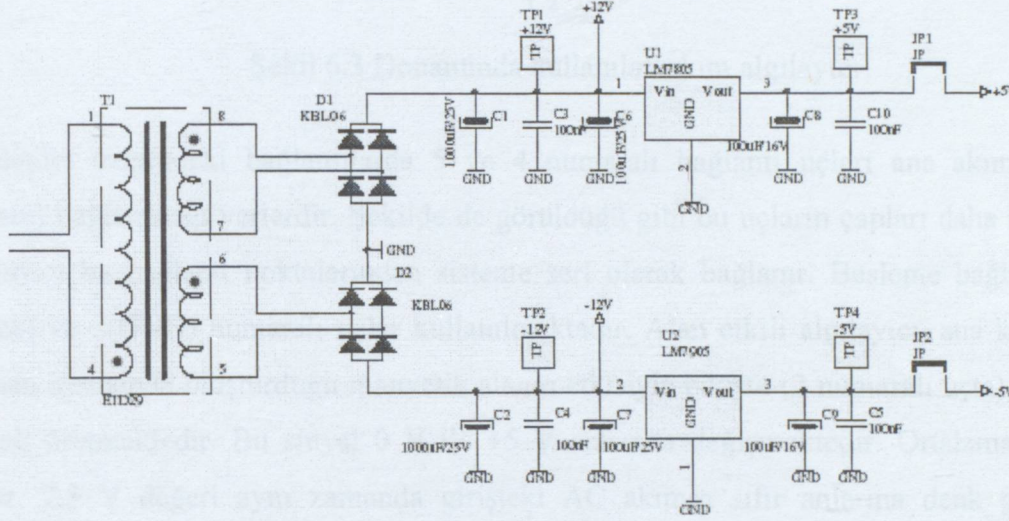
Tasarlanan ve prototipi gerçekleştirilen donanım ise, akım ve gerilim değerlerini belirtilen zaman ve periyotlarda veya isteğe bağlı olarak istenilen anda örnekleyerek gömülü bilgisayara seri haberleşme ile aktarmaktadır. Donanımın üzerindeki gerçek zaman (saat-tarih) devresi sayesinde, örnekleme periyotlarını ayarlamak ve kontrol etmek mümkün olmaktadır. Böylece yılın 365 günü, 24 saat istenilen zamanlarda ve istenilen periyotlarla akım ve gerilim değerlerini ölçmek ve gözlemlemek mümkün olmaktadır.

Uygulamanın donanım kısmı; donanım güç kartı, akım-gerilim algılayıcı kart, kontrol kartı olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır.

### 6.1 Donanım Güç Kartı

Güç kartı, donanımın ihtiyacı olan gerilim değerlerini ve gücü karşılamaktadır. Güç kartının toplam gücü 4W'tır. Bu değer donanımı beslemek için yeterli bir değerdir. Güç kartının giriş

gerilim değeri 220V AC ve çıkış gerilim değerleri; +5V, -5V, +12V, -12V DC değerlerdir. Çıkıştaki negatif değerler opampli yükseltici ve diğer opampli devreleri beslemek için kullanılmaktadır. AC sinyal ölçümü yapıldığından ölçümlerin doğru olması için simetrik beslemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Güç kartında özel regülasyon elemanları kullanılmıştır. Bunlardan LM7805; giriş gerilimi +5V ile +15V arasında iken çıkış gerilimini +5V'da sabitler. LM7905 ise giriş gerilimi -5V ile -15V arasında iken çıkış gerilimini -5V'da sabitler. Devre şeması ve bahsi geçen regülasyon elemanlarının bağlantıları Şekil 6.2'de verilmiştir.



Şekil 6.2 Donanım güç kartının devre şeması

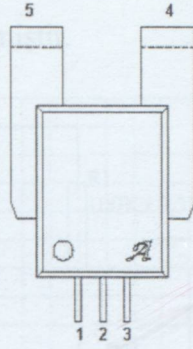
Uygulamadaki ölçümler hassas olduğundan herhangi bir gerilim dalgalanmasında ölçülen değerlerde hata oluşabilir. Bu analiz sonuçlarını etkileyerek sistem hakkında yanlış bilgilenmeye neden olabilecektir. Bu nedenle doğrultucu çıkışındaki gerilimi düzeltmek ve gerilim dalgalanmalarına karşı filtre amacıyla devrede kondansatörler kullanılmıştır.

## 6.2 Akım ve Gerilim Algılayıcı Kart

Algılayıcı kart, bir ara devre olarak görev yapmaktadır. Diğer bir ifade ile bu algılayıcı kart sayesinde akım ve gerilim değerleri kontrol kartı tarafından ölçülebilecek gerilim işaretlerine dönüştürülmektedir. AC güç sistemlerdeki ölçülmek istenen akım ve gerilim değerleri 5-12V ile çalışan elektronik kartlar için oldukça yüksektir. Bu nedenle ölçülmek istenen akım ve gerilim sinyali, algılayıcıdan geçirildikten sonra kontrol kartına uygulanmıştır.

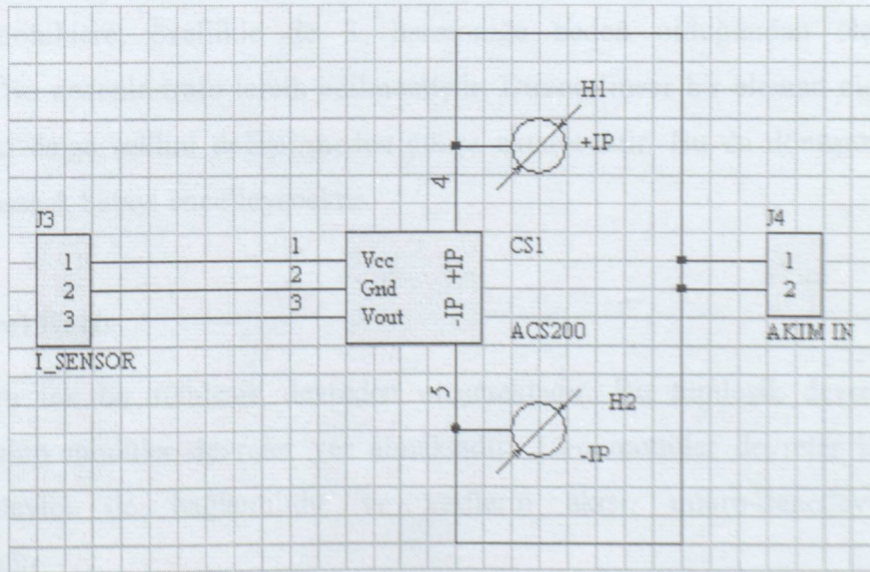
Donanımda akım ve gerilim için birer dönüştürücü devre kullanılmıştır. Akımı algılamak için ALLEGRO firmasına ait ACS750 modeli (Şekil 6.3) olan, alan etkili (hall-effect) bir

algılayıcı kullanılmıştır.



Şekil 6.3 Donanımda kullanılan akım algılayıcı

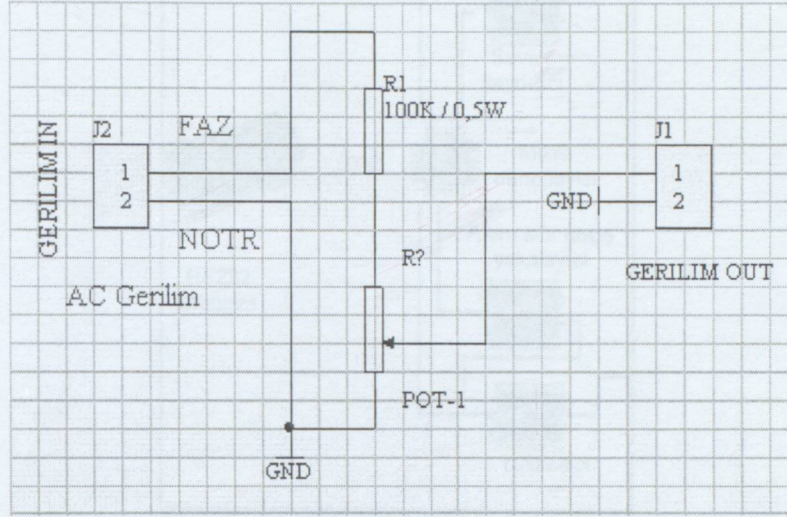
Algılayıcı üzerindeki bağlantılarda 5 ve 4 numaralı bağlantı uçları ana akımın (ölçülen akımın) bağlanacağı yerlerdir. Şekilde de görüldüğü gibi bu uçların çapları daha büyüktür ve algılayıcı bu bağlantı noktalarından sisteme seri olarak bağlanır. Besleme bağlantıları için 1(Vcc) ve 3(GND) numaralı uçlar kullanılmaktadır. Alan etkili algılayıcı, ana kol akımının eleman içerisinde oluşturduğu manyetik alanın etkisiyle çıkışta (2 numaralı uça), bir gerilim sinyali üretmektedir. Bu sinyal 0 V ile +5 V arasında değişmektedir. Ortalama değeri 2,5 V'tur. 2,5 V değeri aynı zamanda girişteki AC akımın sıfır anlarına denk gelmektedir. Dolayısı ile algılayıcı çıkışında, girişteki akım ile aynı dalga şekline sahip, tamamen DC olan bir gerilim işareti elde edilmektedir. Akım algılayıcı devresinin bağlantı şeması, Şekil 6.4'de verilmiştir.



Şekil 6.4 Akım algılayıcı bağlantı devre şeması

Gerilim dönüşümünde ise dirençler ile yapılmış bir gerilim bölücü devre kullanılmıştır. Sabit

ve ayarlı birer direnç seri bağlanarak bu iki direncin bağlantı noktasından gerilim ölçümü alınmıştır. Ayarlı direnç yardımı ile gerilim istenilen seviyeye ayarlanabilmektedir. Gerilim bölücü devre şeması Şekil 6.5’de verilmiştir.

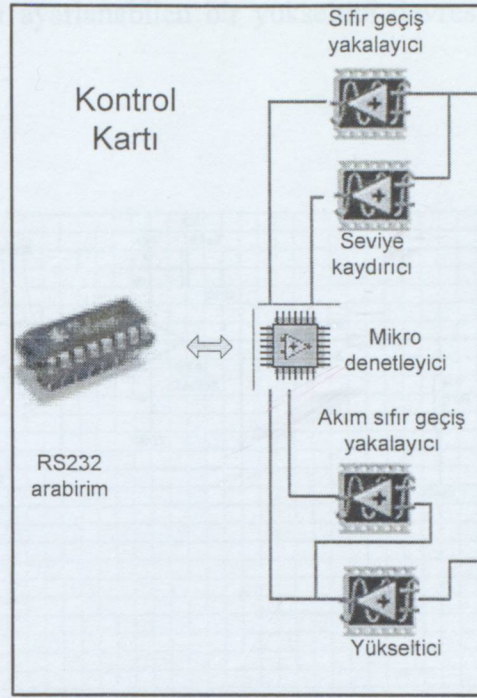


Şekil 6.5 Gerilim bölücü devre şeması

Ölçüm yapılırken FAZ ve NÖTR bağlantılarının doğru olduğundan emin olunmalıdır. DC toprak bağlantısı ile AC gerilimin nötr hattı birbirine bağlanmıştır. AC gerilimin özellikle de negatif alternansın doğru olarak ölçülebilmesi için bu bağlantının yapılması gerekmektedir. Bu nedenle AC gerilim bağlantısında hata olmamalıdır, aksi takdirde kontrol kartı zarar görebilir. Burada izolasyon için tek fazlı trafo kullanılabilirdi ancak tek fazlı trafo yapısından dolayı harmoniklere, özellikle de 3. harmoniğe neden olduğundan ölçümde hatalar oluşacaktır. Bu nedenle trafo tercih edilmemiştir. Direnç lineer bir eleman olduğundan giriş gerilimindeki dalga şeklini değiştirmeden çıkışa aktaracaktır. Bu da dönüştürmeden dolayı ölçümde oluşacak hatayı engelleyecektir.

### 6.3 Kontrol Kartı

Kontrol kartı tek bir tümleşik devreden oluşmaktadır. Bu tümleşik devre içinde farklı görevlere sahip modüler devreler yer almaktadır. Tüm modüler devreler kart üzerindeki mikro-denetleyici ile bağlantılıdır ve verilerin akışı, mikro-denetleyici üzerinden sağlanmaktadır.



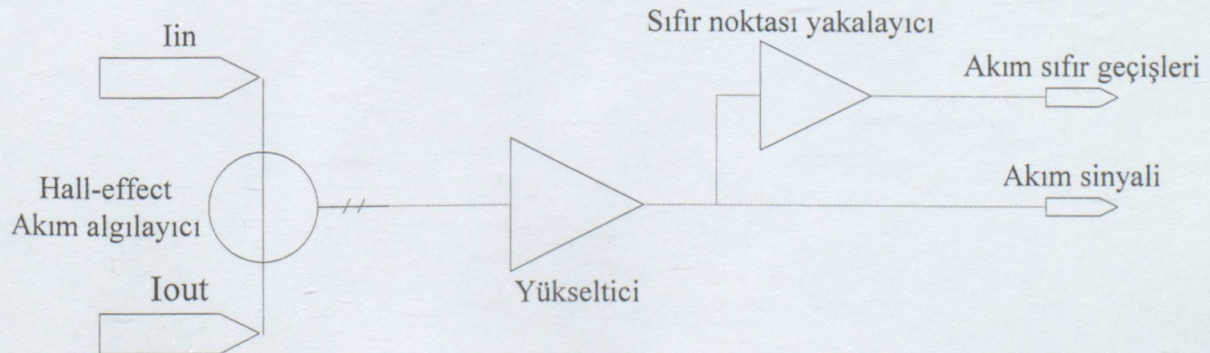
Şekil 6.6 Donanım ana kartının blok şeması

Buradaki mikro-denetleyici, akım ve gerilim için tasarlanan modüler devrelerinden gelen verileri değerlendirir. Ayrıca bu mikro-denetleyici gömülü PC'den gelen komutlar doğrultusunda ölçümleri gerçekleştirerek, alınan değerleri PC'ye aktarır.

Kontrol kartı üzerindeki ölçüm modülleri iki ana kısımdan oluşmaktadır. Bunlar akım ve gerilim ölçüm devreleridir. Her bir ölçüm devresi de iki bölüme ayrılmaktadır.

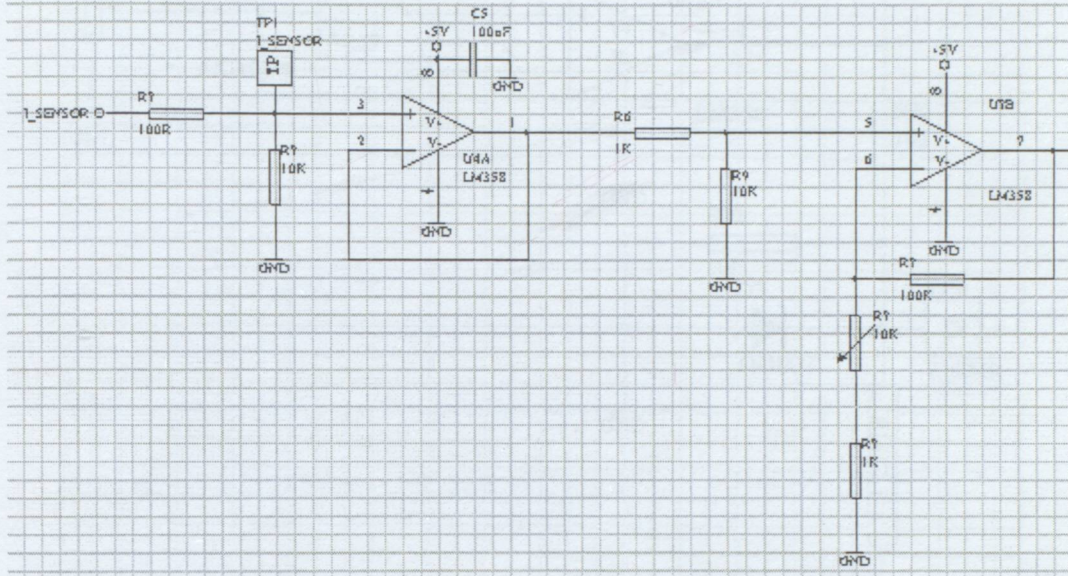
### 6.3.1 Akım Ölçüm Modülü

Akım ölçüm modülü (Şekil 6.7), akım sinyali sıfır geçiş yakalayıcı ve yükseltici devrelerinden oluşmaktadır.



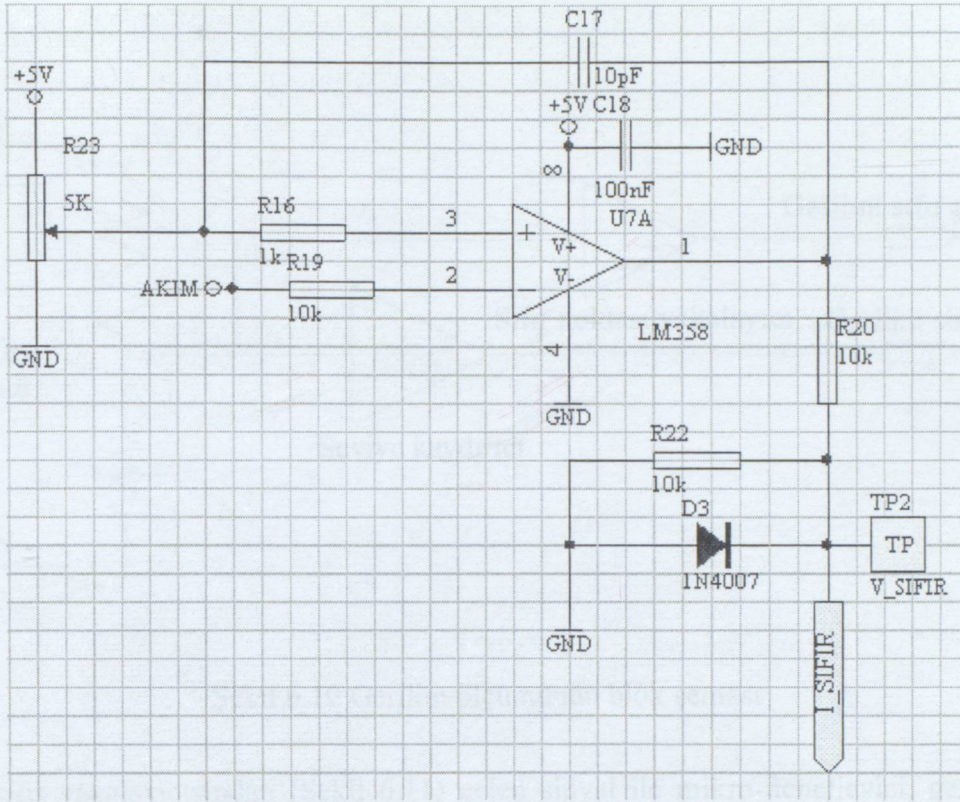
Şekil 6.7 Akım ölçüm modülü blok şeması

Algılayıcı çıkışının kazancı ayarlanabilen bir yükseltici devresine (Şekil 6.8) ve sıfır geçiş algılayıcısına uygulanmıştır.



Şekil 6.8 Ölçülen akım sinyalini yükseltici devre şeması

Akım algılayıcısı (ACS750) 200A'lik olduğundan dolayı düşük akım değerlerini doğru bir şekilde ölçebilmek için, algılayıcı çıkışındaki sinyal kazancı ayarlanabilen bir yükseltici devreden geçirilerek mikro-denetleyiciye uygulanmıştır.

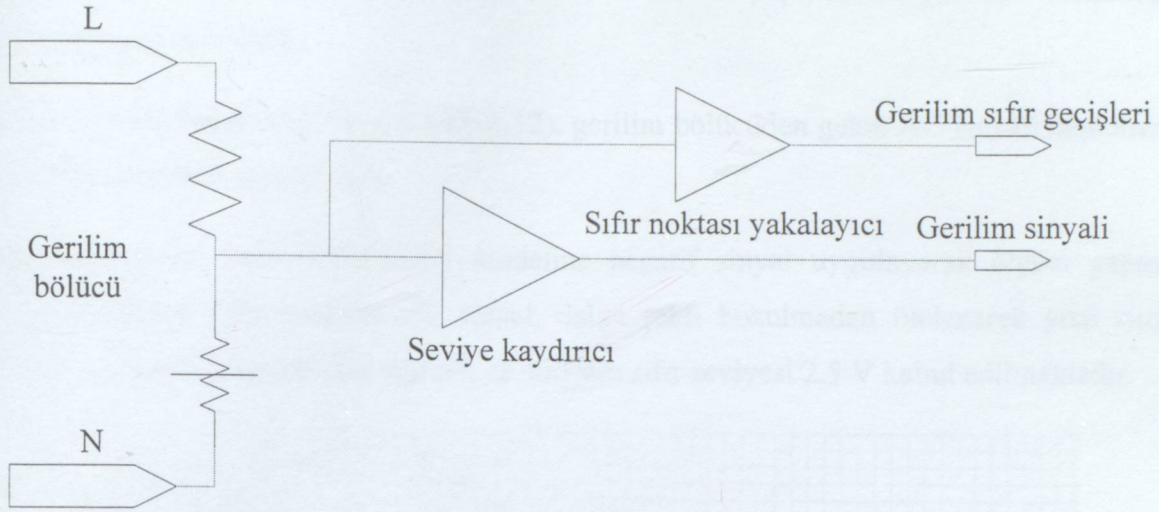


Şekil 6.9 Akım sinyalinin sıfır noktalarını yakalayan devre şeması

Sıfır geçiş algılayıcı devresi (Şekil 6.9), akımın sıfırdan yani algılayıcı çıkışındaki sinyalin off-set değerinden (2.5 V) geçiş anlarında bir darbe üreterek mikro-denetleyiciye göndermektedir. Bu sayede akım sinyalinin bir periyodunun başlangıç ve bitiş anları tespit edilebilmektedir.

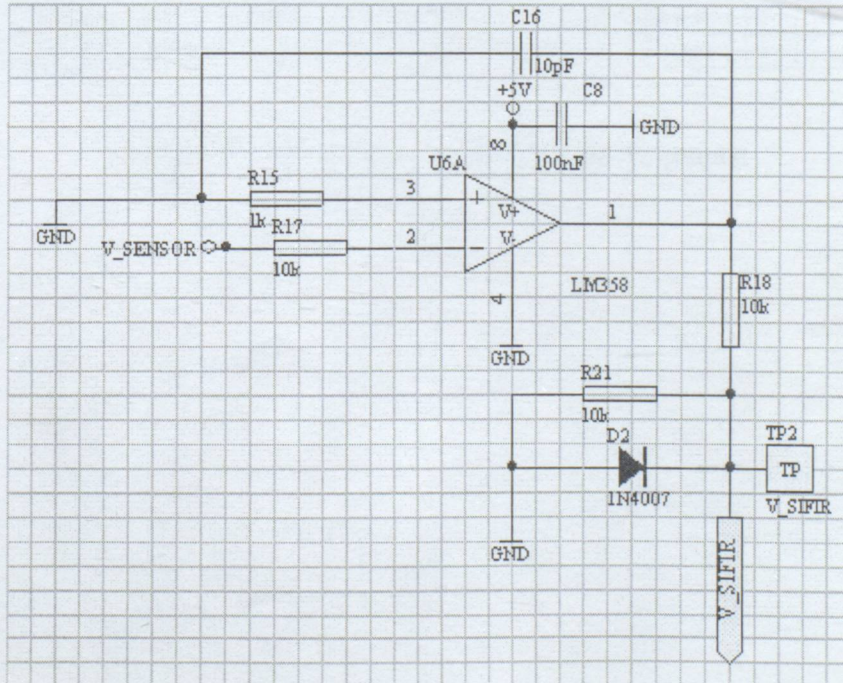
### 6.3.2 Gerilim Ölçüm Modülü

Gerilim ölçüm modülü (Şekil 6.10), gerilim sıfır geçiş yakalayıcısı ile seviye kaydırıcı devrelerinden oluşmaktadır.



Şekil 6.10 Gerilim ölçümünün blok şeması

Gerilim sıfır yakalayıcısından (Şekil 6.11) gelen sinyal ile mikro-denetleyici, gerilimin bir periyodunun başlangıç ve bitiş anlarını yakalamaktadır. Ayrıca akımın sıfır geçiş noktalarından gelen sinyaller ile birlikte akım-gerilim arasındaki faz farkı hesaplanabilmektedir.

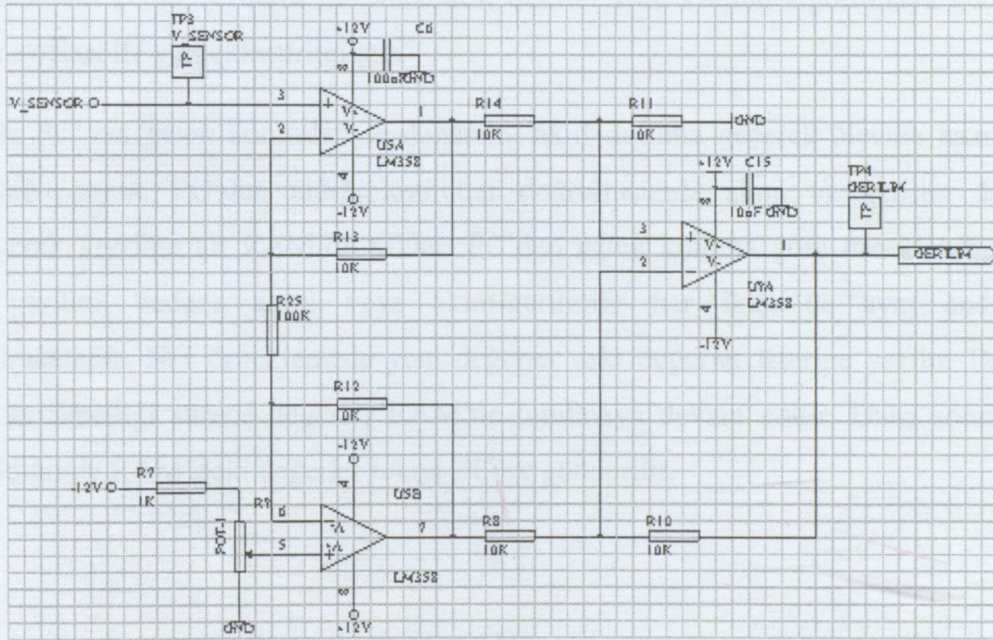


Şekil 6.11 Gerilim sıfır yakalayıcı devresi

Sıfır geçiş anları, ölçüme başlama zamanının belirlenmesinde de önemlidir. Çünkü sıfır anlarından (periyodun başlangıcından) itibaren örneklenme yapılması, ölçümün ve analizlerin doğruluğu için gereklidir.

Gerilim seviye kaydırıcı devresi (Şekil 6.12), gerilim bölücünden gelen AC sinyali tamamen 0 ekseninin üzerine ötelemektedir.

Çünkü kullanılan mikro-denetleyici modeline negatif sinyal uygulayarak ölçüm yapmak mümkün değildir. Bu nedenle AC sinyal, dalga şekli bozulmadan ötelenerek yeni sinyal örneklenip analiz edilmektedir. Burada da sinyalin sıfır seviyesi 2,5 V kabul edilmektedir.



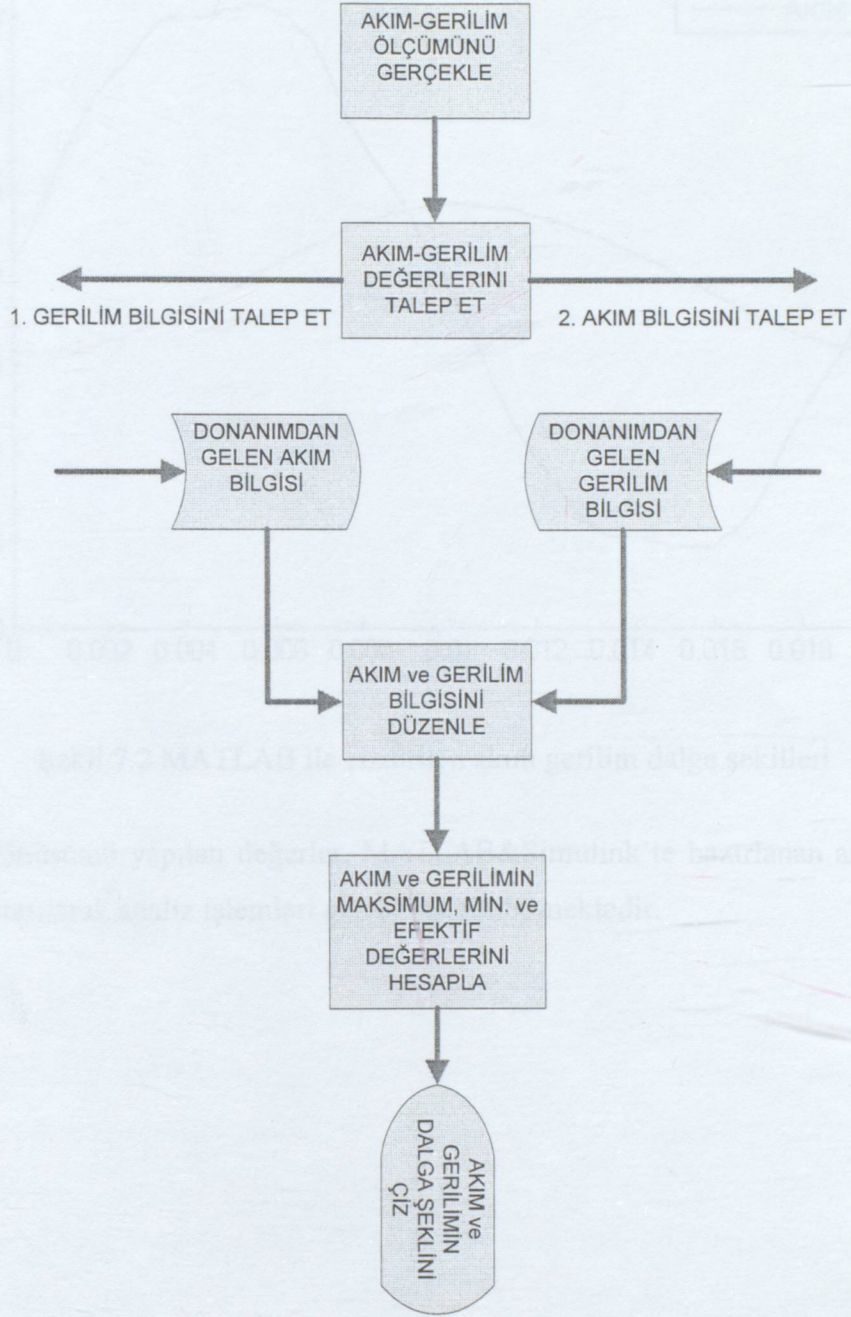
Şekil 6.12 Gerilim seviye kaydırıcı devre şeması

## 7. MATLAB&SIMULINK MODELİ ile VERİLERİN ANALİZİ

Uygulamada, donanım ile PC arasındaki veri akışı çift yönlüdür. Böylece PC'den gelen komutlar doğrultusunda donanım ölçümleri gerçekleştirmektedir. Alınan değer mikrodenetleyici üzerinde RAM'de tutularak daha sonra yine PC'den gelen komut doğrultusunda PC'ye aktarılmaktadır.

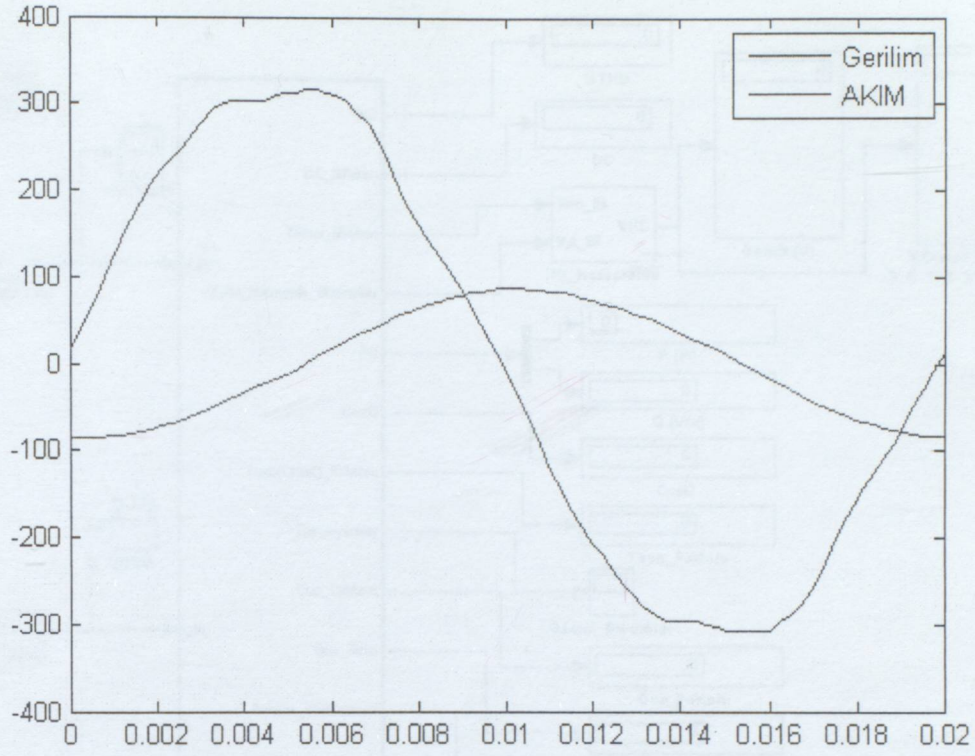
Donanım ile PC'nin haberleşmesi, verilerin düzenlenmesi ve analizlerin tamamı, MATLAB&Simulink yazılımı ile gerçekleştirilmektedir. Tüm bu işlemler hazırlanan yazılan program kodları ve Simulink modeli ile gerçekleştirilmiştir. PC ile donanımın haberleşmesi ve donanımdan gelen verilerin düzenlenmesi Şekil 7.1'de verilen algoritmaya göre yazılan program kodları ile gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle PC'den gelen komutlar ile donanım, aktif duruma geçerek ölçüme hazır duruma gelir. Daha sonra, PC'den aldığı komutlar doğrultusunda akım ve gerilim değerlerini örnekleyerek kendine ait RAM'de saklar. PC'den gelen komuta göre örnekleme işlemleri; sadece gerilim, sadece akım veya akım-gerilimin her ikisi de aynı anda olarak yapılabilir. Her örneklemede yeni değerler eski değerler üzerine yazılır. Donanımın enerjisi kesilmediği sürece değerler RAM'de tutulmaya devam edilir. Daha sonra PC'den istek geldiğinde RAM'deki değerler tekrar PC'ye gönderilir.



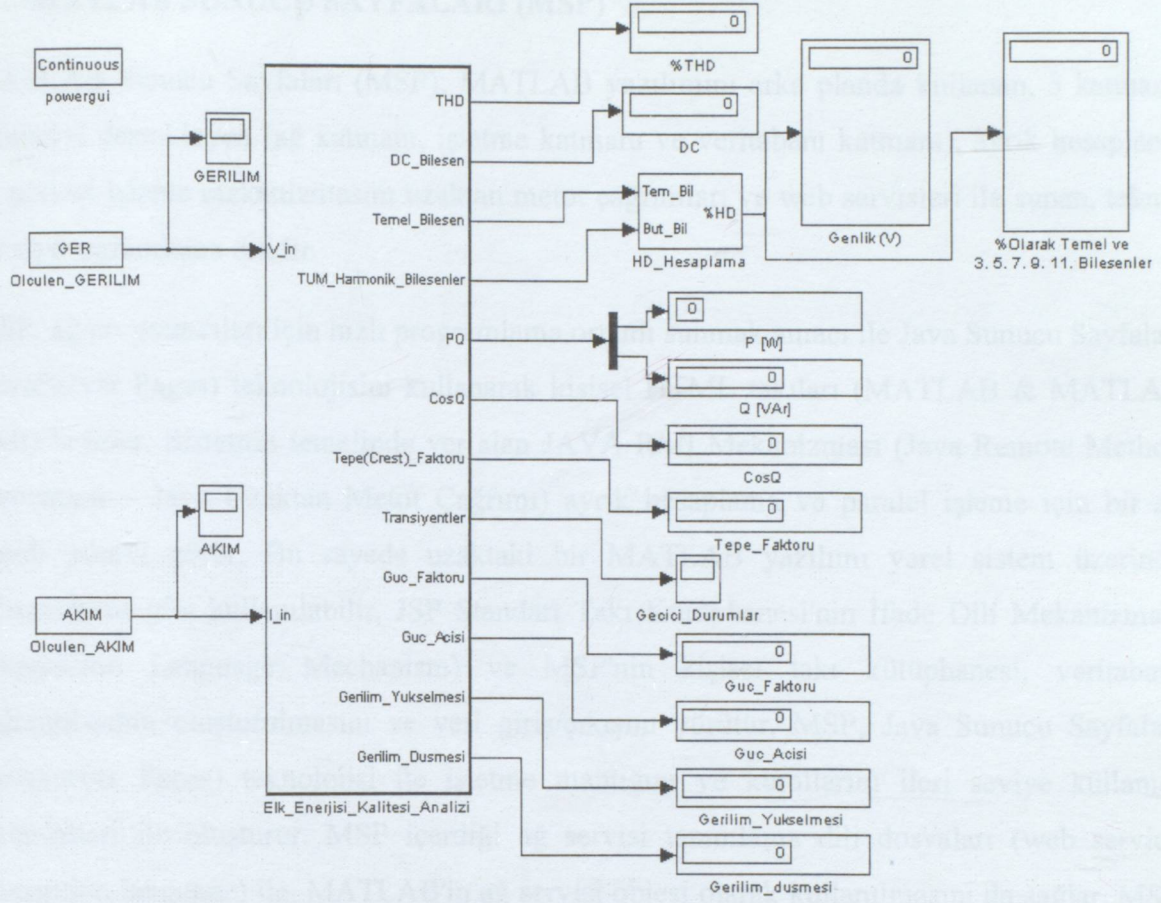
Şekil 7.1 Haberleşme ve veri düzenleme programı algoritması

PC'ye aktarılan veriler, yazılan kodlar ile bir dönüşüme tabi tutulur. Kullanılan mikrodenetleyici 8-bitlik olduğu için her bir örnek için alınan değer 0-225 arasında bir değer olmaktadır. Bu değerler yorumlanır ve gerçek değerlere dönüştürülerek analize hazır duruma getirilir. Ayrıca verilerin dönüşümü yapılırken efektif ve maksimum değerler de hesaplanarak gelen veriler doğrultusunda akım ve gerilim dalga şekilleri de çizdirilebilir (Şekil 7.2).



Şekil 7.2 MATLAB ile çizdirilen akım gerilim dalga şekilleri

Analiz için dönüşümü yapılan değerler, MATLAB&Simulink'te hazırlanan analiz modeline (Şekil-7.3) aktarılarak analiz işlemleri gerçekleştirilebilmektedir.



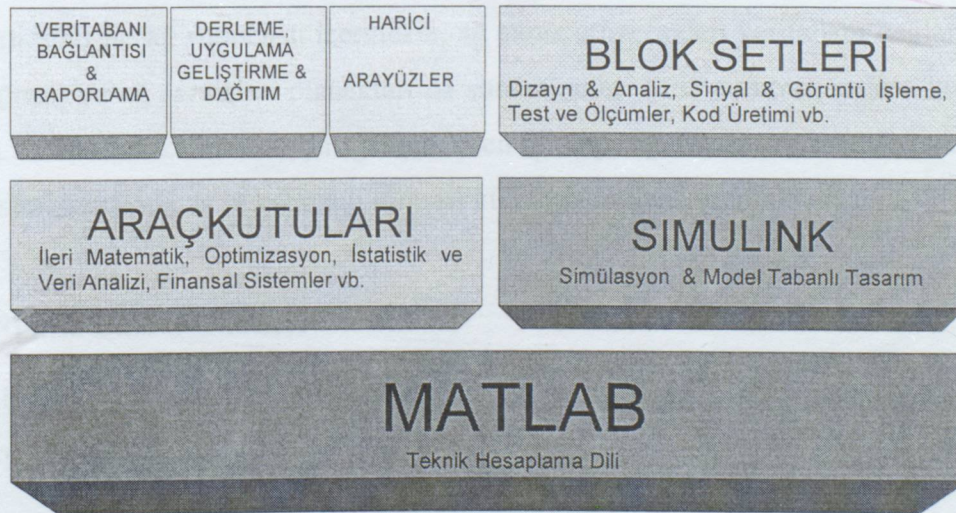
Şekil 7.3 MATLAB&Simulink tabanlı analiz modeli

MATLAB ortamında GER ve AKIM değişkenlerine aktarılan akım ve gerilim değerleri, oluşturulan Simulink modeli tarafından alınarak analiz edilir. Yapılan analiz neticesinde sisteme ait bir periyot için aktif, reaktif güç değerleri,  $\cos\phi$  ile güç faktörü değeri hesaplanır, harmonik bileşenler, geçici hal (transiyet) ve gerilim dalgalanması analizleri yapılarak tüm sonuçlar ilgili göstergelere aktarılır. Ayrıca akım ve gerilim ifadelerinin grafikleri de yine ilgili göstergelerde çizdirilir.

## 8. MATLAB SUNUCU SAYFALARI (MSP)

MATLAB Sunucu Sayfaları (MSP); MATLAB yazılımını arka planda kullanan, 3 katmanlı mimariyi destekleyen (ağ katmanı, işletme katmanı ve veritabanı katmanı), ayırık hesaplama ve paralel işleme mekanizmasını uzaktan metot çağrılmaları ve web servisleri ile sunan, teknik bir ağ programlama dilidir.

MSP, ağ programcıları için hızlı programlama ortamı sunmak amacı ile Java Sunucu Sayfaları (JavaServer Pages) teknolojisini kullanarak kişisel HTML takıları (MATLAB & MATLAB RMI) belirler. Sistemin temelinde yer alan JAVA RMI Mekanizması (Java Remote Method Invocation – Java Uzaktan Metot Çağırımı) ayırık hesaplama ve paralel işleme için bir ağ geçidi görevi görür. Bu sayede uzaktaki bir MATLAB yazılımı yerel sistem üzerinde çalışıyormuş gibi kullanılabilir. JSP Standart Takı Kütüphanesi'nin İfade Dili Mekanizması (Expression Language Mechanism) ve MSP'nin kişisel takı kütüphanesi, veritabanı bağlantılarının oluşturulmasını ve veri giriş/çıkışını yürütür. MSP, Java Sunucu Sayfaları (JavaServer Faces) teknolojisi ile işletme mantığını ve kurallarını ileri seviye kullanıcı arabirimleri ile oluşturur. MSP içerdiği ağ servisi tanımlama dili dosyaları (web service description language) ile, MATLAB'in ağ servisi objesi olarak kullanılmasını da sağlar. MSP bu özelliği WS-I standartlarında kullanır ve diğer sistemlerle bütünleştirmeye (BPEL) hazır sunar.



Şekil 8.1 MATLAB mimarisi, araç kutuları ve blok setleri

MATLAB'ın başka bir önemli noktası da kapsamlı ve geliştirilebilir bir programlama dili oluşudur. Bu, temel bilgisayar kullanıcılarını bir programcı yapmakta ve kendi programlarını hazırlamalarına izin vermektedir. MATLAB olduğu sürece, Pascal, Fortran ve C bilmeden

kullanıcıların program yazabilmesi, bunları C ve C++ dillerine çevirebilmesi ve paket dağıtımını yapabilmesi imkanları vardır. MATLAB Mimarisi araç kutuları ve blok setleri (Şekil 8.1) sayesinde tek platforma birçok alana yönelik uygulamalar geliştirilebilir.

Detaylı bir bakışla, COM ve DDE desteği sadece Microsoft Windows İşletim Sistemi içindir. C Rutinlerinin kullanımı, C/C++ ve C# dillerinde direkt desteklenmektedir. Eğer Java programlama dilinde C Rutinlerinin kullanılması düşünülüyorsa, Java Özgü Dil Arabirimi JNI (Java Native Interface) kullanılmalıdır.

C/C++ dilleri N katmanlı yapıları geliştirmek için hızlı bir kodlama imkanı sunmamakta ve en son teknolojilerin implementasyonlarını (Ağ Servisleri ve Uzaktan Metot Çağrılarları gibi) tam anlamıyla içermemektedir. C# programlama, platform bağımsız bir programlama dili olarak nitelendirilse de, Microsoft İşletim Sistemleri haricinde Linux ve Mac OS X sistemlerinde Mono vb. açık kaynak kodu ürünler ile yürütülmeye çalışılsa da, bu dille geliştirilen yazılımlar 100% çalıştırılmamaktadır. Öte yandan, MATLAB içerdiği "MATLAB COM Builder" araç kutusu ile sistem kütüphaneleri (DLL veya SO) oluşturarak, C/C++/C# dillerine göre algoritma geliştirme zamanını azaltmayı ve kolay kod yönetimini hedeflemektedir.

Sonuç olarak, MATLAB kullanıcıları günümüzde N katmanlı yapıları, hızlı uygulama geliştirir bir biçimde kullanmak istemektedir. MSP, Java tabanlı açık kaynak kodlu platform bağımsız yapısı sayesinde MATLAB'ın bu alandaki açığını kapamayı hedeflemiştir. MSP kolay kurulumu ile ağ sunucusu içermekte, ağ sunucu üzerinden veritabanı bağlantı, uzaktan metot çağırımı ve ağ servisleri olanakları da sunmaktadır. MSP motoru, sadece kullanıcıların belirtilen özellikleri kullanımı için geliştirilmemiş olup, ağ yazılımı üreticileri ve uygulama mühendisleri tarafında da N katmanlı mimari kullanım imkanı sunmaktadır.

### 8.1 MSP'nin Bazı Özellikleri

MATLAB Takı Kütüphanesi; HTML takıları kullanır gibi MATLAB tabanlı ağ yazılımları geliştirilmesine imkan verir.

MATLAB RMI Takı Kütüphanesi; uzaktaki bir MATLAB yazılımının yerel sistemde yarış gibi kullanılması sağlar.

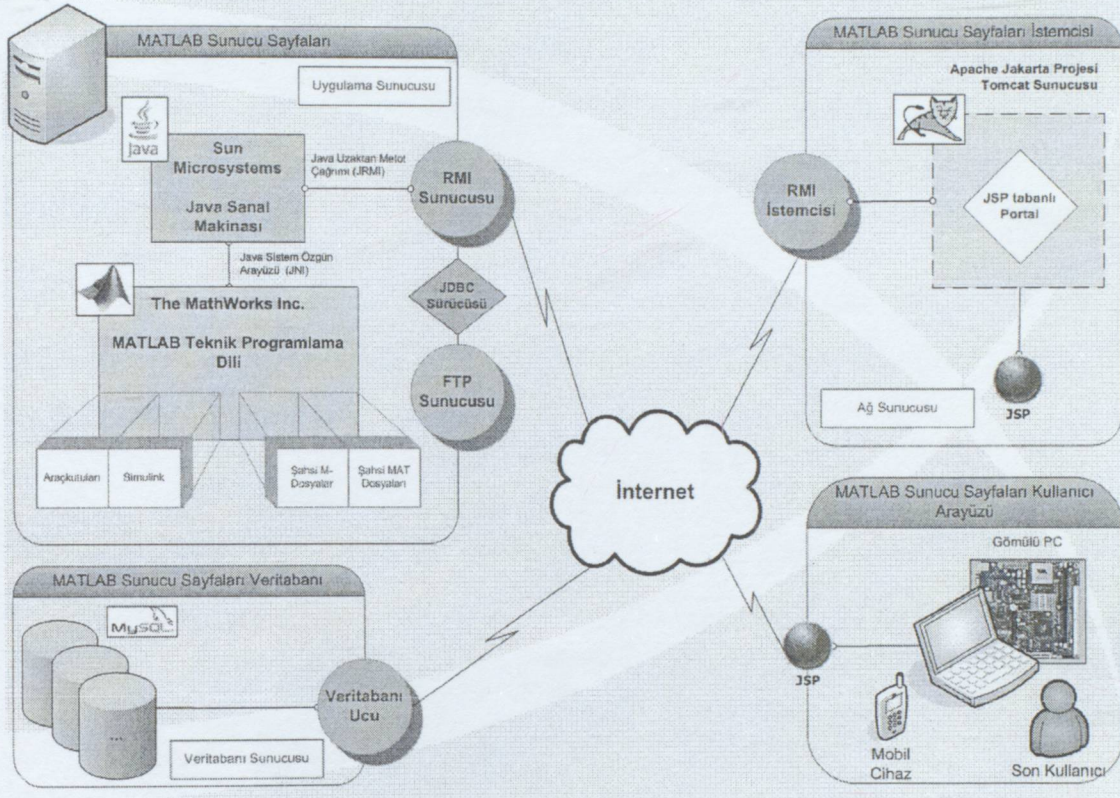
MSP ifade dili desteği; veritabanı bağlantısı ve hızlı geliştirme olanaklarını artırır.

MATLAB sunucu yüzleri; dosya gönderimi ve kontrol gibi ileri seviye ağ bileşenleri sunar

MATLAB çekirdekleri; işletme mantığının ve kurallarının sisteme kolay dahil edilmesine

olanak verir.

MATLAB ağ servisi; MATLAB'in ağ servisleri aracılığı ile kullanılmasını sağlar.



Şekil 8.3 Katmanlar arasındaki bağlantı

## 8.2 Birinci Katman Uygulama Sunucusu

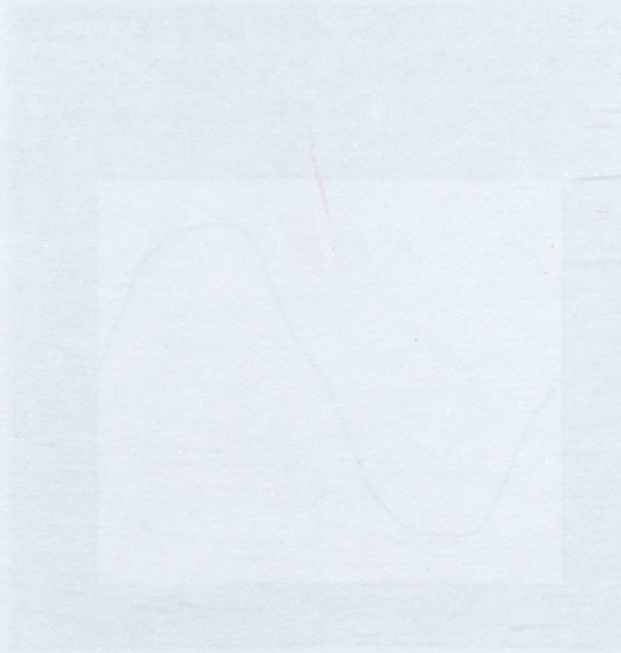
MATLAB, uygulama sunucusu üzerine kuruludur. MSP sisteminin ana sınıfı ve uzaktan metot çağırma sınıfları bu sunucu üzerine yerleştirilmiştir. Bu sayede uzaktan metot çağırımları ve web servisleri ile sunucuya ulaşılabilir olacaktır.

## 8.3 İkinci Katman Ağ Sunucusu

Ağ sunucusu, RMI aracılığı ile uygulama sunucusuna bağlanır. Ağ sunucusu üzerine MSP sisteminin RMI metodunu çağırma sınıfları ve ana sınıf yer alır. Bu katmanda geliştiriciler için HTML takıları yer alır. HTML Takıları, MSP Takı Kütüphanesi diğer bir deyişle, MSP ana sınıfındaki "Engine, Clean, Command" vb. komutları uzaktan çağırma ifadeleri içerir. HTML Takıları basit bir yazım diline sahip olduğundan, hızlı kod geliştirme olanağı sunulur. HTML Takıları, uygulama sunucusundaki MATLAB'ı yerelde varmış gibi işletir ve sonuçları alır.

#### 8.4 Dördüncü Katman Kullanıcı Arayüzü

Son kullanıcılar MSP sistemine ağ gezginleri ile veya ağ servislerini kullanan yazılımlar ile bağlanır.



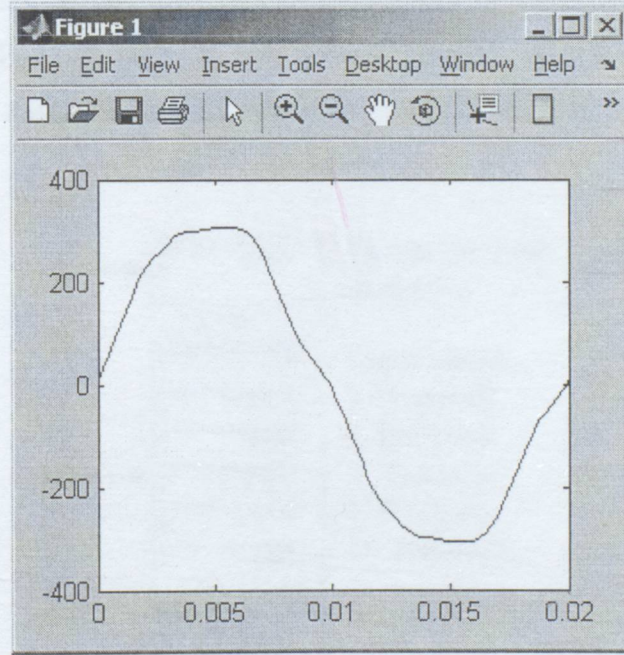
Şekil 8.4: MATLAB ile çizilen gerilim dalga şekli

## 9. DENEYSEL SONUÇLAR ve KARŞILAŞTIRMA

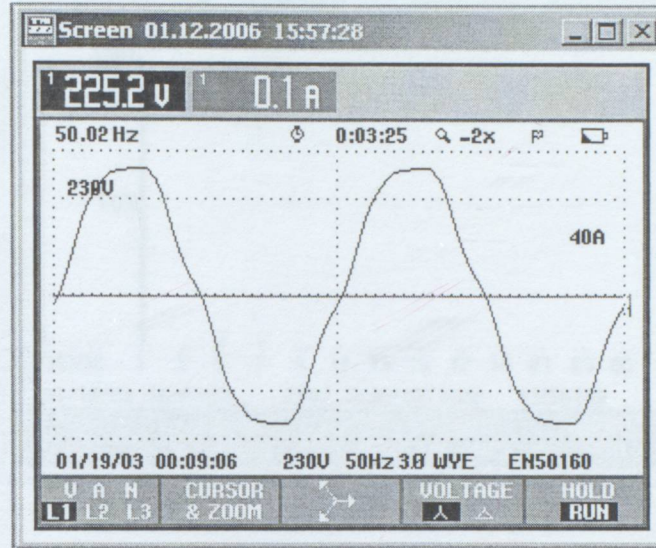
Uygulamada mevcut imkanlar nedeni ile tercih edilen akım algılayıcı, çok yüksek akımların (200A) ölçülmesinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Düşük akımlarda (0-10A arası), algılayıcı çıkışından alınan sinyali bozmadan kazanç ayarı çok geniş olan bir devre ile yükseltmek gerekmektedir. Yükseltici devrenin kazanç ayarını çok geniş tutmak ise oldukça zordur. Bu nedenle çalışmada karşılaştırma yapmak için sadece gerilim bilgileri üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır.

Geliştirilen analizör ile yapılan deneysel çalışmada alınan ölçüm sonuçları, FLUKE 434'den alınan ölçüm sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Aşağıda, her iki analizörden de eş zamanlı olarak alınan anlık ölçüm sonuçları bulunmaktadır.

Şekil 9.1'de geliştirilen analizörden alınan veriler kullanılarak MATLAB ile çizdirilen gerilim dalga şekli bulunmaktadır. Şekil 9.2'de ise FLUKE 434'den alınan gerilim dalga şekli yer almaktadır.

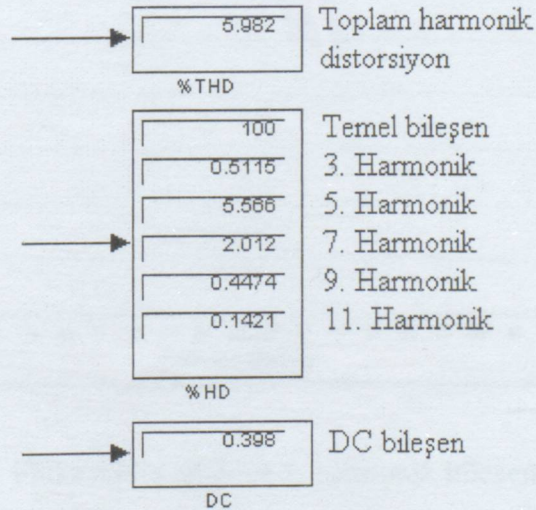


Şekil 9.1 MATLAB ile çizdirilen gerilim dalga şekli



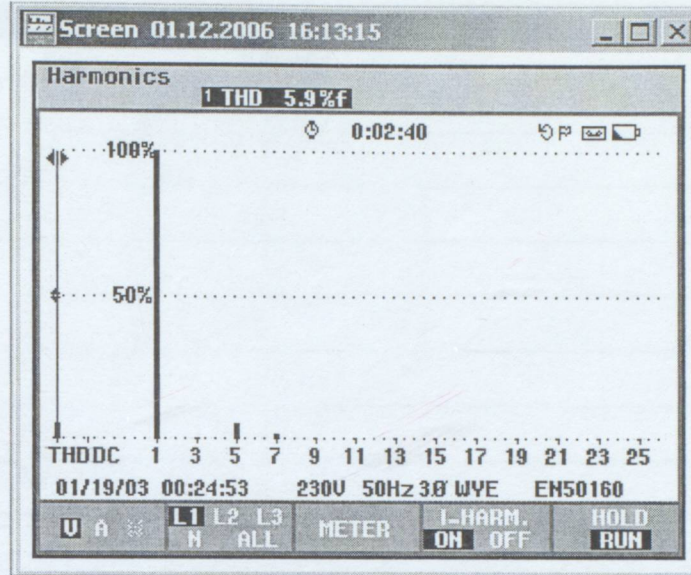
Şekil 9.2 Fluke 434'den alınan gerilim dalga şekli

Yukarıdaki şekillerde her iki analizöre ait gerilim dalga biçimlerinin birbirine benzer oldukları açıkça görülmektedir. Şekil 9.3'de analizörden alınan gerilim verilerinin MATLAB&Simulink modeli ile analiz edildikten sonraki sonuçların büyütülmüş görüntüsü yer almaktadır.

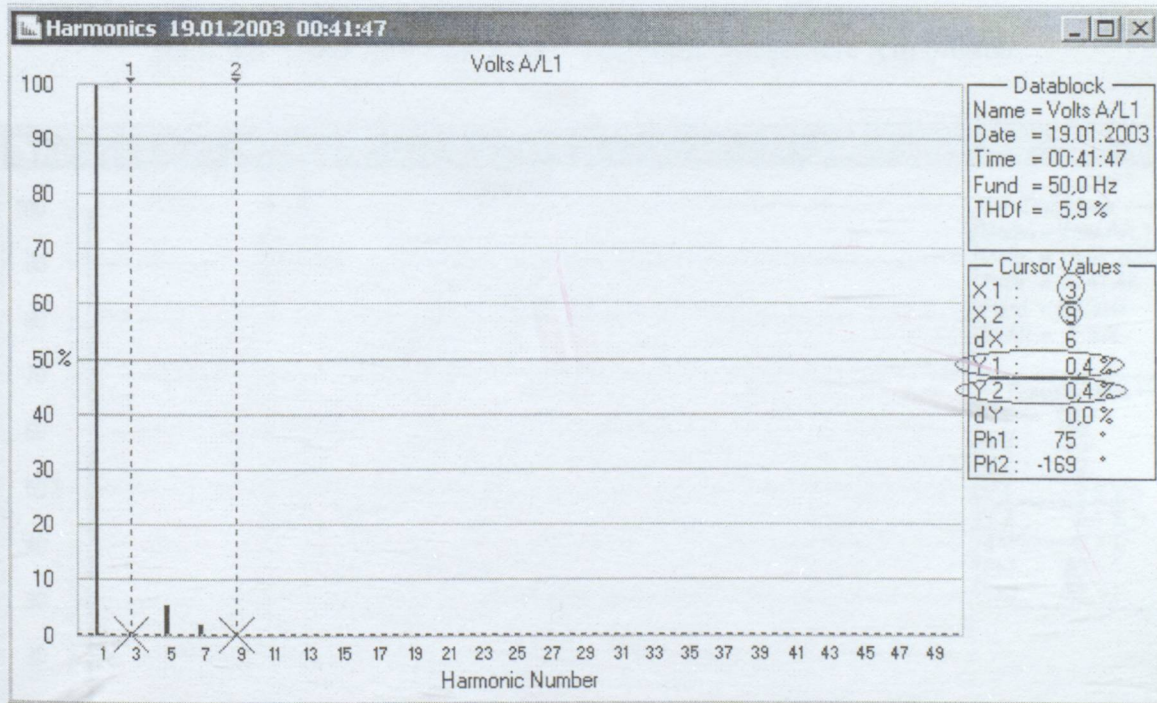


Şekil 9.3 MATLAB&Simulink modeli ile analiz sonuçlarının büyütülmüş görüntüsü

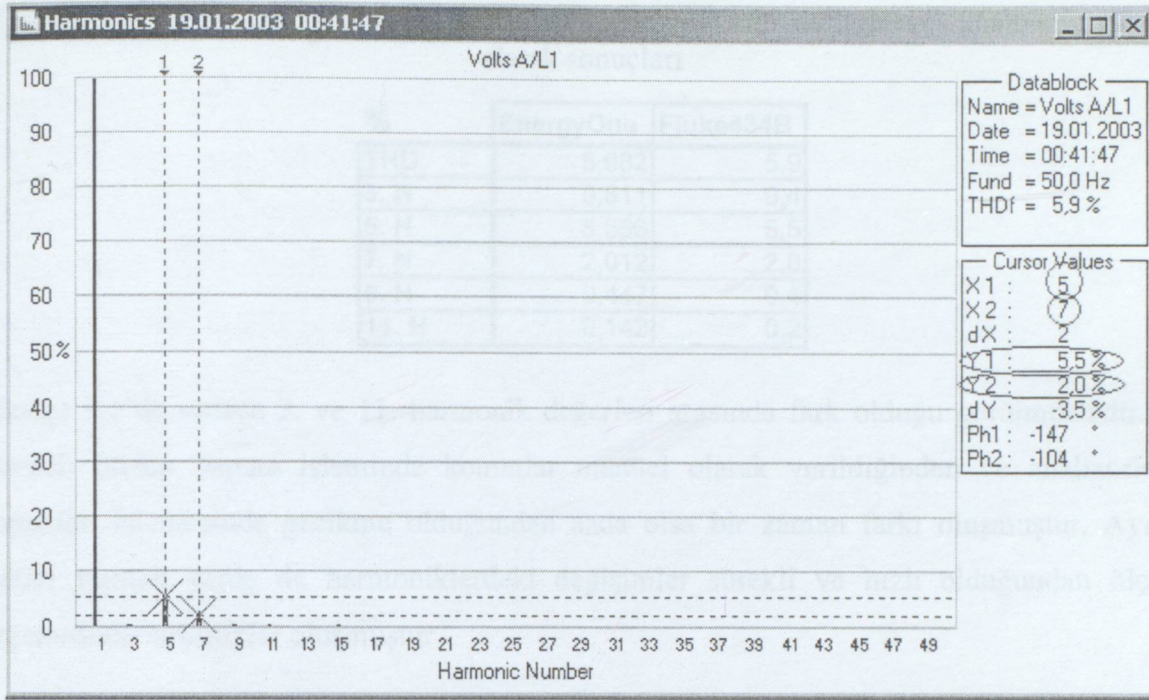
Şekil 9.4-5-6-7'de ise Fluke 434'den harmonik analizi sonucunda alınan ekran görüntüleri yer almaktadır.



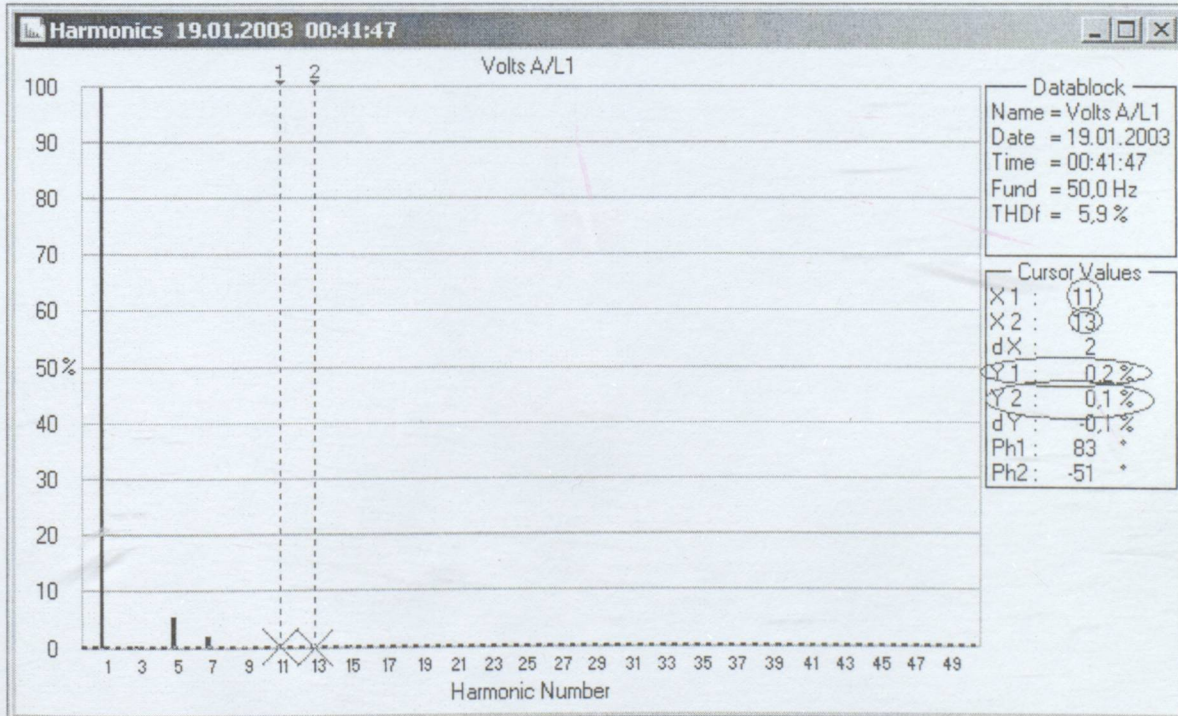
Şekil 9.4 Fluke 434'e ait harmonik analizi ekran görüntüsü



Şekil 9.5 Fluke 434'e ait 3. ve 9. harmonik bileşenler için bilgiler



Şekil 9.6 Fluke 434'e ait 5. ve 7. harmonik bileşenlere için bilgiler



Şekil 9.7 Fluke 434'e ait 11. ve 13. harmonik bileşenler için bilgiler

Çizelge 9.1'de ise Fluke 434 ve geliştirilen analizöre ait gerilim değerleri için harmonik analizinin sonuçları karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.

Çizelge 9.1 Fluke 434 ve Geliştirilen analizöre (EnergyOne) ait harmonik analizinin yüzde olarak sonuçları

%	EnergyOne	Fluke434B
THD	5,982	5,9
3. H	0,511	0,4
5. H	5,566	5,5
7. H	2,012	2,0
9. H	0,447	0,4
11. H	0,142	0,2

Çizelge 9.1’de sadece 3. ve 11. harmonik değerleri arasında fark olduğu görülmektedir. Eş zamanlı ölçüm yapma işleminde komutlar manüel olarak verildiğinden ve analizörlerin komutları işleminde gecikme olduğundan azda olsa bir zaman farkı oluşmuştur. Ayrıca ölçüm yapılan yerde de harmoniklerdeki değişimler sürekli ve hızlı olduğundan ölçüm değerlerinde farklılıklar oluşmuştur.

## 10. SONUÇLAR

Bu çalışmada elektrik enerjisini sürekli görüntüleyebilen esnek bir yapıya sahip, yazılım ve donanımı birbirinden bağımsız olarak güncellenebilen, enerji kalitesi ile ilgili verileri analiz edebilen bir sistem geliştirilmiştir. Enerji kalitesi gözlemlenmedeki doğruluk ve süreklilik büyük önem arz etmektedir. Bu neden ile geliştirilen analizör donanımının örneklediği verilerin ve bu verilerin analizlerinin doğruluğunu test etmek için sonuçlar, EN50160 standartlarına uygun ölçüm yapan FLUKE 434 kullanılarak yapılan ölçüm sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçların, geliştirilen analizörde kullanılan elemanlarının farklılığına rağmen aynı olduğu görülmüştür. Ayrıca enerji kalitesi görüntülemeye ilk kez kullanılan yeni bir MATLAB arabirimi (MSP) internet üzerinden interaktif olarak sürekli enerji kalitesinin gözlemlenmesi gerçekleştirilmiştir.

Geliştirilen analizörün donanım kısmı güncellenerek üç fazlı sistemler için de bir analizör geliştirilebilir. Hızlı ve yüksek çözünürlüklü algılayıcılar kullanılarak gerçek dalga şekli mümkün olan en az veri kaybı ile mikro-denetleyiciye aktarılabilir. Ayrıca yüksek belleğe, daha hızlı ve daha yüksek işlem ve örnekleme kapasitesine sahip mikro-denetleyici veya mikroişlemci kullanılarak da mümkün olan en az veri kaybı ve işlem hatası ile verileri PC'ye aktarmak mümkündür. Böylece yüksek harmonik bileşenler ve kırpışma analizleri de yapılabilecektir.

## KAYNAKLAR

[1] Kocatepe, C., Umurkan, N., Attar, F., Yumurtacı, R., Uzunoğlu, M., Karalaş, A., Arıkan, O., Baysal, M., “Enerji Kalitesi ve Harmonikler” TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası kurs notu, sayfa:14-24.

[2] McGranaghan M, (2001) “Trends in Power Quality Monitoring”, Power Engineering Review, IEEE, Oct 2001, Volume 21, Issue 10, Page(s):3 - 9, 21

[3] Srivastava, S., Suryanarayanan, S., Ribeiro, P., Cartes, D.; Stcurer, M., (2005) “A conceptual power quality monitoring technique based on multi-agent systems”, IEEE Power Symposium, 23-25 Oct. 2005, Page(s):358 – 363

[4] Chen, S., Zhang, C.L., Liu, Y.Z., (2000) “A multi-channel monitoring system for system-wide power quality measurements”, IEEE, 4-7 Dec. 2000, Volume 2, Page(s):953 - 958

[5] Rong-Ceng Leou, Ya-Chin Chang; Jen-Hao Teng, (2001) “A Web-based power quality monitoring system”, IEEE, 15-19 July 2001, Volume 3, Page(s):1504 - 1508

[6] Monteiro, M.E., Moura, E.S., Drago, A.B., Bonino, L.O., Pereiraf, J.G., Amaral, P.F.S., Simonetti, D.S.L., Rosa, P.F., Bazelatto, G.D., (2003) “An Internet-Based Power Quality Monitoring System”, Industrial Electronics, 2003. ISIE '03. 2003 IEEE, 9-11 June 2003, Volume 1, Page(s):333 - 336

[7] Batista, J., Alfonso, J.L., Martins, J.S., (2003) “Low-Cost Power Quality Monitor Based on a PC”, Industrial Electronics, 2003. ISIE '03. 2003 IEEE International Symposium, 9-11 June 2003, Volume 1, Page(s):323 - 328

[8] Auler, L.F., d'Amore, R., (2002) “Power Quality Monitoring and Control Using Ethernet Networks”, Harmonics and Quality of Power, 2002. 10th International Conference, Volume 1, Page(s):208 - 213

[9] Dong-Jun Won, Il-Yop Chung, Joong-Moon Kim; Seung-II Moon, Jang-Cheol Seo, Jong-Woong Choe, “Development of Power Quality Monitoring System with Central Processing Scheme”, Power Engineering Society Summer Meeting, 2002 IEEE; Volume 2, Page(s):915 – 919

<http://www.mathworks.com/products/matlab/description1.html>

Stefan Mueller'in JMatLink sayfası, <http://jmatlink.sourceforge.net/>

Sun Java Ürünleri – JavaServer Pages, <http://java.sun.com/products/jsp/>

Wikipedia – JSF'nin tanımı, [http://en.wikipedia.org/wiki/JavaServer\\_Faces](http://en.wikipedia.org/wiki/JavaServer_Faces)

Sun Java Teknoloji ve Ağ Servisleri, <http://java.sun.com/webservices/index.jsp>

Ruffaldi E., Kasım, “1..2..3 ways of integrating MATLAB with the .NET”, CodeProject 2003, <http://www.codeproject.com/dotnet/matlabeng.asp>

<http://www.labview.com>



## EK-1 Ölçüm değerlerini Düzenleyen Program Kodları

```

close all;
clear all;
clc;
s = serial('COM6');
s.Timeout=1;
s.InputBufferSize=256;
s.OutputBufferSize=1;
s.baudrate=19200;
fopen(s);
fwrite(s,5);
pause(0.5);
fwrite(s,3);
pause(0.5);
inGerilim=fread(s);
fwrite(s,4);
pause(0.5);
inAKIM=fread(s);
fclose(s);
%%T=0.02/182:0.02/182:0.02;
%%T=0.02/86:0.02/86:0.02;
T=0.0:0.02/85:0.02;
T=T';
ref=255/2;
kV1=220-ref;
kVmax=max(inGerilim)-ref;
kV2=ref-35;
kVmin=ref-min(inGerilim);
kI1=243-ref;
kImax=max(inAKIM)-ref;
kI2=ref-12;
kImin=ref-min(inAKIM);
boyut_V=size(inAKIM,1);
boyut_I=size(inAKIM,1);
%%V(1)=0; %%
%%V(boyut+2)=0; %%
%%for i=2:boyut-1
%%dif=abs(kmax-kmin);
%%V_dif=
for i=1:boyut_V
%%for i=1:180
if inGerilim(i)>ref
V(i)=(inGerilim(i)-ref)*310/kV1;
%%V(i)=(inGerilim(i)-ref)*310/kVmax;
elseif inGerilim(i)<ref
V(i)=(-1)*(ref-inGerilim(i))*310/kV2;
%%V(i)=(-1)*(ref-inGerilim(i))*310/kVmin;
else
V(i)=0;
end

```

```

end
for i=1:boyut_I
%%for i=1:180
if inAKIM(i)>ref
I(i)=(inAKIM(i)-ref)*200/kI1;
%%I(i)=(inAKIM(i)-ref)*200/kImax;
elseif inAKIM(i)<ref
I(i)=(-1)*(ref-inAKIM(i))*200/kI2;
%%I(i)=(-1)*(ref-inAKIM(i))*200/kImin;
else
I(i)=0;
end
end
%%V=V';
GER=[T V'];
AKIM=[T I'];
plot(T,V)
hold
%%plot(T,I,'r*-')
plot(T,I,'r')
f=max(V)/sqrt(2);
max_V=max(V);
min_V=min(V);
min_I=min(I);
max_I=max(I);

```

```

enable_interrupts(INT_RDA);
enable_interrupts(GLOBAL);
SET TRIS_A0=0x00000111;
SET TRIS_B0=0x00000011;
SET TRIS_C0=0x00000100;
/SET TRIS_D0=0x00000000;
/SET TRIS_E0=0x00000111;
/output_0;
/output_1;
/output_2;
/output_3;
/SET TRIS_A0;
/SET TRIS_B0;
/SET TRIS_C0;
/SET TRIS_D0;
/SET TRIS_E0;

```

## EK-2 Donanımda Mikro-denetleyici Üzerindeki Kodlar

```

//*****
//*****
#include"IO_SET.h"
#include"BCD.h"
#include"RS232.h"
//#include"DATA_KAYIT.h"
//#include"RTC_DS1307.h"

INITIALIZE()
{
    #ASM
        BSF          0x03,5           //BANK1 e gec
        //MOVLW      0b10000100      //Saga dayalı
        MOVLW        0b00000100      //Sola dayalı
        MOVWF        0x9F            //ADCON1
        BSF          0x8C,6           //ADIE      ADC int. aktif
        BCF          0x83,5           //BANK0 a gec
        MOVLW        0b00001001      //Fosc/2 ADC durduruldu
        //MOVLW      0b01001001      //Fosc/8 ADC durduruldu
        //MOVLW      0b10001001      //Fosc/16 ADC durduruldu
        MOVWF        0x1F            //ADCON0
        //BCF        0x0C,6           //ADIF
        //BSF        0x0B,6           //INTCON
    #ENDASM
    enable_interrupts(INT_RDA);
    enable_interrupts(GLOBAL);
    SET_TRIS_A(0b11111111);
    SET_TRIS_B(0b00000110);
    SET_TRIS_C(0b10010100);
    //SET_TRIS_D(0b00000000);
    //SET_TRIS_E(0b11111111);
    //output_a(0);
    //output_b(0);
    //output_c(0);
    //output_d(0);
    //CURRENT=0;
    //VOLTAGE=0;
    durum=0;
    //ERROR=FALSE;
    V=0;
    I=0;
    //rtc_init();
}

```

```

//*****
//*****GERILIM DEGERINI OKU*****
//*****
READ_VOLTAGE()
{
    if (V<86)
    {
        GERILIM[V]=read_adc();
        V++;
        #ASM
        BCF 0x0C,6 //ADIF
        BSF 0x1F,2 //ADC calıstırıldı
        #ENDASM
    }
    else
    {
        #ASM
        BCF 0x0C,6 //ADIF
        BCF 0x1F,2 //ADC durduruldu
        #ENDASM
        bit_clear(durum,2); //Gerilimin örnekleme tamamlandı
        bit_clear(durum,5); //Akım ve Gerilimin birlikte örnekleme Gerilimin
        //örnekleme tamamlandı
        V=0;
    }
}
//*****
//*****AKIM DEGERINI OKU*****
//*****
READ_CURRENT()
{
    if (I<86)
    {
        AKIM[I]=read_adc();
        I++;
        #ASM
        BCF 0x0C,6 //ADIF
        BSF 0x1F,2 //ADC calıstırıldı
        #ENDASM
    }
    else
    {
        #ASM
        BCF 0x0C,6 //ADIF
        BCF 0x1F,2 //ADC durduruldu
        #ENDASM
        bit_clear(durum,3); //Akımın örnekleme tamamlandı
        bit_clear(durum,6); //Akım ve Gerilimin birlikte örnekleme Akımın
        //örnekleme tamamlandı
    }
}

```

```

        bit_clear(durum,4); //Akım ve Gerilimin birlikte örneklenmesi tamamlandı
        I=0;
    }
}

//*****
//*****ADC INT*****
//*****
#INT_AD
AD_DONUSUM()
{
    if(bit_test(durum,4)) //Akım ve Gerilim birlikte mi örneklenecek?
    {
        //EVET
        if (bit_test(durum,5))
        {
            READ_VOLTAGE();//Gerilim örneğini oku
            #ASM
            BCF 0x1F,2//ADC durduruldu
            #ENDASM
            set_adc_channel(0); //Akım örnekleme için RA0 girişi
            delay_us(9); //Bir sonraki örnekleme için doğru olarak yapmak
            //için güvenli bekleme süresi
            bit_clear(durum,5); //Bir sonraki örneği Akım değerinden al
            bit_set(durum,6); //Gerilim örneklemesini durdur
            //if (V<86) //Gerilim örnekleme bitti mi?; ilk olarak
            //gerilimden başladığı için bu kod
            //kullanılmamalı

            #ASM
            BSF 0x1F,2 //ADC çalıştırıldı
            #ENDASM
        }
        else if (bit_test(durum,6))
        {
            READ_CURRENT();//Akım örneğini oku
            #ASM
            BCF 0x1F,2 //ADC durduruldu
            #ENDASM
            set_adc_channel(1); //Gerilim örnekleme için RA1 girişi
            delay_us(6); //Bir sonraki örnekleme için doğru olarak yapmak
            //için güvenli bekleme süresi
            bit_set(durum,5); //Bir sonraki örneği Gerilim değerinden al
            bit_clear(durum,6); //Akım örneklemesini durdur
            if (I<86) //Akım örnekleme bitti mi?
            #ASM
            BSF 0x1F,2 //ADC çalıştırıldı
            #ENDASM
        }
    }
    else //HAYIR
    {
        if (bit_test(durum,2))

```

```

    {
        delay_us(138); // (150) Bir sonraki örnekleme için doğru olarak
                       // yapmak için güvenli bekleme süresi
        READ_VOLTAGE();
    }
else if (bit_test(durum,3)) //ADIF
    {
        delay_us(138); // (150) Bir sonraki örnekleme için doğru olarak
                       // yapmak için güvenli bekleme süresi
        READ_CURRENT();
    }
//else
//VERI_GONDER(0); //HATA kodu gönder
}
}

//*****
//*****RS232*****
//*****
#INT_RDA
HABERLESME()
{
    VERI_AL();
    switch(VERI)
    {
        case 0: //Olcumu durdur.
            disable_interrupts(INT_AD);
            break;
        case 1:
            bit_clear(durum,0);
            bit_clear(durum,1);
            bit_set(durum,2); //Sadece Gerilim degerlerini örnekle
            set_adc_channel(1); //Gerilim bilgisini okumak için RA1 ADC girişi
                               //olarak secildi
            //delay_us(5); //ADC kapasitesinin dolması için gerekli süre
            V=0;
            while(!bit_test(*6,1)); //Gerilimin sıfır geçiş noktası yakalandı mı?
            while(bit_test(*6,1));
            #asm
            BCF 0x0C,6 //ADIF
            BSF 0x1F,2 //ADC baslatıldı
            #endasm
            break;
        case 2:
            bit_clear(durum,0);
            bit_clear(durum,1);
            bit_set(durum,3); //Sadece Akım degerlerini örnekle
            set_adc_channel(0); //Akım bilgisini okumak için RA0 ADC girişi
                               //olarak secildi
            //delay_us(5); //ADC kapasitesinin dolması için gerekli süre
            I=0;

```

```

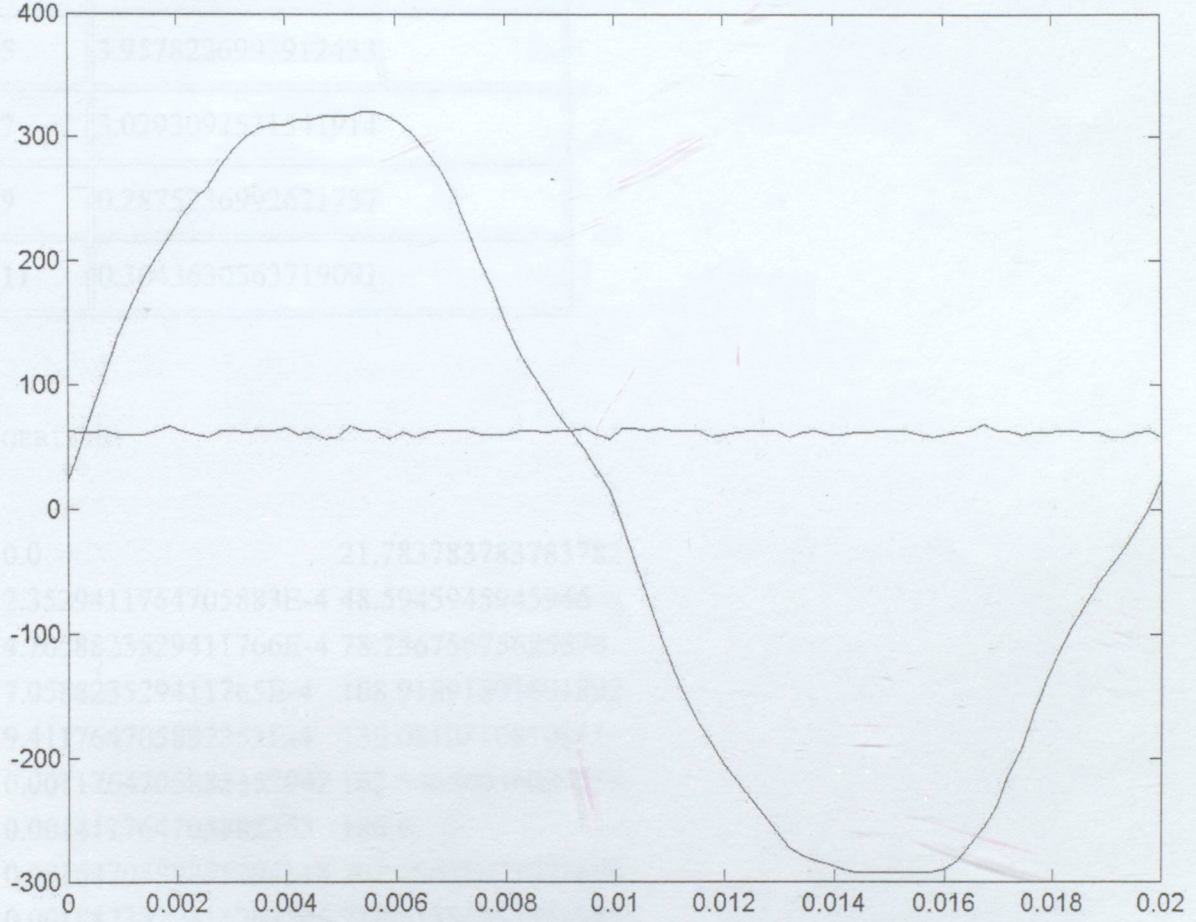
//*****
//***** while(!bit_test(*6,2));//Akımın sıfır gecis noktası yakalandı mı?
//***** while(bit_test(*6,2)); //Bir ustteki ve bu satırdaki kodlar Akım sinyali
//***** //yoksa kapalı tutulmalıdır aksi takdirde sıfır
//***** //geçişleri olmadığı için sonsuz döngüye girebilir
MAIN0
{
    #asm
    BCF 0x0C,6 //ADIF
    BSF 0x1F,2 //ADC baslatıldı
    #endasm
    break;
case 3: //Gerilim degerleri PC tarafından talep ediliyor
    bit_set(durum,0); //Gerilim degerlerini PC ye gonderebilirsin
    bit_clear(durum,1);
    break;
case 4: //Akım degerleri PC tarafından talep ediliyor
    bit_clear(durum,0);
    bit_set(durum,1); //Akım degerlerini PC ye gonderebilirsin
    break;
case 5: //Akım ve Gerilim icin ölçum almayı baslat
    bit_clear(durum,0);
    bit_clear(durum,1);
    bit_set(durum,4); //Her iki deger icin de ornekleme al
    bit_set(durum,5); //Önce gerilimden örnek alarak basla
    set_adc_channel(1); //Gerilim bilgisini okumak için RA1 ADC girişi /
    //olarak secildi
    V=0;
    I=0;
    while(!bit_test(*6,1));//Gerilimin sıfır gecis noktası yakalandı mı?
    while(bit_test(*6,1));
    #asm
    BCF 0x0C,6 //ADIF
    BSF 0x1F,2 //ADC baslatıldı
    #endasm
    break;
case 6: //Haberlesme test islemi
    VERI_GONDER(255);
    break;
case 7:
    enable_interrupts(INT_AD);
    break;
default:
    break;
}
}

```

## EK-3 Enerji Kalite Analizörünün Uzaktan Yönetim Görüntüsü

## ENERGYONE - Enerji Kalitesi Analizoru

Grafik:



THD	Cosφ	DC Bileşen
5.220820150620377	-0.9842275871694126	0.30377800579376

Güç	Aktif Güç	Reaktif Güç
-14.671115902892788	-81.6232479536701	-14.671115902892788

Yuzde THD	
1	100.0
3	1.3680248803913613
5	3.9578226997912433
7	3.0293092531541914
9	0.2875236992621737
11	0.3043630563719091

GERILIM:

0.0 21.783783783783782  
2.3529411764705883E-4 48.5945945945946  
4.7058823529411766E-4 78.75675675675676  
7.058823529411765E-4 108.91891891891892  
9.411764705882353E-4 139.0810810810811  
0.0011764705882352942 162.54054054054055  
0.001411764705882353 186.0  
0.0016470588235294118 202.75675675675674  
0.0018823529411764706 219.51351351351352  
0.0021176470588235297 236.27027027027026  
0.0023529411764705885 249.67567567567568  
0.0025882352941176473 259.72972972972974  
0.002823529411764706 276.4864864864865  
0.003058823529411765 289.8918918918919  
0.0032941176470588237 299.94594594594594  
0.0035294117647058825 306.64864864864865  
0.0037647058823529413 310.0  
0.0040 310.0  
0.004235294117647059 313.35135135135135  
0.004470588235294118 313.35135135135135  
0.004705882352941177 316.7027027027027  
0.004941176470588235 316.7027027027027  
0.0051764705882352945 316.7027027027027  
0.005411764705882353 320.05405405405406  
0.005647058823529412 320.05405405405406

0.0058823529411764705	316.7027027027027
0.00611764705882353	310.0
0.006352941176470588	299.94594594594594
0.006588235294117647	286.5405405405405
0.006823529411764706	273.13513513513516
0.007058823529411765	253.02702702702703
0.007294117647058823	226.21621621621622
0.0075294117647058826	199.40540540540542
0.007764705882352942	175.94594594594594
0.0080	149.13513513513513
0.00823529411764706	125.67567567567568
0.008470588235294119	108.91891891891892
0.008705882352941176	92.16216216216216
0.008941176470588235	75.4054054054054
0.009176470588235295	62.0
0.009411764705882354	48.5945945945946
0.009647058823529411	31.83783783783784
0.00988235294117647	15.08108108108108
0.01011764705882353	-11.72972972972973
0.010352941176470589	-41.891891891891895
0.010588235294117647	-72.05405405405405
0.010823529411764706	-102.21621621621621
0.011058823529411765	-129.02702702702703
0.011294117647058824	-152.48648648648648
0.011529411764705882	-172.59459459459458
0.011764705882352941	-189.35135135135135
0.012	-206.1081081081081
0.01223529411764706	-219.51351351351352
0.012470588235294119	-232.9189189189189
0.012705882352941178	-246.32432432432432
0.012941176470588235	-259.72972972972974
0.013176470588235295	-273.13513513513516
0.013411764705882352	-279.8378378378378
0.013647058823529411	-283.18918918918916
0.01388235294117647	-286.5405405405405
0.01411764705882353	-289.8918918918919
0.01435294117647059	-293.2432432432432
0.014588235294117648	-293.2432432432432
0.014823529411764706	-293.2432432432432
0.015058823529411765	-293.2432432432432
0.015294117647058823	-293.2432432432432
0.015529411764705882	-293.2432432432432

0.01576470588235294	-293.2432432432432
0.016	-289.8918918918919
0.01623529411764706	-283.18918918918916
0.01647058823529412	-269.7837837837838
0.016705882352941178	-256.3783783783784
0.016941176470588237	-239.6216216216216
0.017176470588235293	-212.8108108108108
0.017411764705882352	-192.7027027027027
0.01764705882352941	-162.54054054054055
0.01788235294117647	-135.72972972972974
0.01811764705882353	-112.27027027027027
0.01835294117647059	-92.16216216216216
0.01858823529411765	-75.4054054054054
0.018823529411764708	-58.648648648648646
0.019058823529411763	-45.24324324324324
0.019294117647058823	-31.83783783783784
0.019529411764705882	-15.08108108108108
0.01976470588235294	1.6756756756756757
0.02	25.135135135135137

AKIM:

0.0	63.2034632034632
2.3529411764705883E-4	61.47186147186147
4.7058823529411766E-4	61.47186147186147
7.058823529411765E-4	63.2034632034632
9.411764705882353E-4	59.74025974025974
0.0011764705882352942	59.74025974025974
0.001411764705882353	59.74025974025974
0.0016470588235294118	63.2034632034632
0.0018823529411764706	66.66666666666667
0.0021176470588235297	63.2034632034632
0.0023529411764705885	59.74025974025974
0.0025882352941176473	58.00865800865801
0.002823529411764706	63.2034632034632
0.003058823529411765	63.2034632034632
0.0032941176470588237	61.47186147186147
0.0035294117647058825	63.2034632034632
0.0037647058823529413	63.2034632034632
0.0040	64.93506493506493

0.004235294117647059 59.74025974025974  
0.004470588235294118 61.47186147186147  
0.004705882352941177 56.277056277056275  
0.004941176470588235 58.00865800865801  
0.0051764705882352945 66.66666666666667  
0.005411764705882353 63.2034632034632  
0.005647058823529412 63.2034632034632  
0.0058823529411764705 56.277056277056275  
0.00611764705882353 61.47186147186147  
0.006352941176470588 58.00865800865801  
0.006588235294117647 61.47186147186147  
0.006823529411764706 63.2034632034632  
0.007058823529411765 63.2034632034632  
0.007294117647058823 63.2034632034632  
0.0075294117647058826 59.74025974025974  
0.007764705882352942 59.74025974025974  
0.0080 59.74025974025974  
0.00823529411764706 63.2034632034632  
0.008470588235294119 63.2034632034632  
0.008705882352941176 61.47186147186147  
0.008941176470588235 63.2034632034632  
0.009176470588235295 63.2034632034632  
0.009411764705882354 64.93506493506493  
0.009647058823529411 59.74025974025974  
0.00988235294117647 56.277056277056275  
0.01011764705882353 64.93506493506493  
0.010352941176470589 64.93506493506493  
0.010588235294117647 63.2034632034632  
0.010823529411764706 64.93506493506493  
0.011058823529411765 63.2034632034632  
0.011294117647058824 63.2034632034632  
0.011529411764705882 63.2034632034632  
0.011764705882352941 58.00865800865801  
0.012 59.74025974025974  
0.01223529411764706 61.47186147186147  
0.012470588235294119 63.2034632034632  
0.012705882352941178 63.2034632034632  
0.012941176470588235 63.2034632034632  
0.013176470588235295 58.00865800865801  
0.013411764705882352 61.47186147186147  
0.013647058823529411 63.2034632034632  
0.01388235294117647 59.74025974025974

0.01411764705882353	59.74025974025974
0.01435294117647059	61.47186147186147
0.014588235294117648	61.47186147186147
0.014823529411764706	63.2034632034632
0.015058823529411765	63.2034632034632
0.015294117647058823	63.2034632034632
0.015529411764705882	59.74025974025974
0.01576470588235294	58.00865800865801
0.016	59.74025974025974
0.01623529411764706	61.47186147186147
0.01647058823529412	63.2034632034632
0.016705882352941178	68.3982683982684
0.016941176470588237	63.2034632034632
0.017176470588235293	63.2034632034632
0.017411764705882352	59.74025974025974
0.01764705882352941	61.47186147186147
0.01788235294117647	61.47186147186147
0.01811764705882353	63.2034632034632
0.01835294117647059	63.2034632034632
0.01858823529411765	61.47186147186147
0.018823529411764708	61.47186147186147
0.019058823529411763	58.00865800865801
0.019294117647058823	58.00865800865801
0.019529411764705882	61.47186147186147
0.01976470588235294	63.2034632034632
0.02	58.00865800865801

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi	01.07.1978	
Doğum yeri	Elazığ	
Lise	1993-1996	Tarsus Anadolu Lisesi
Lisans	2000-2004	Yıldız Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fak. Elektrik Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2004-.....	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Müh. Anabilim Dalı, Elektrik Tesisleri Programı

**Çalıştığı kurum(lar)**

Arş. Görevlisi	2005-Devam ediyor YTÜ	Elk.-Elktr. Fakültesi, Elk. Müh. Bölümü, Elektrik Tesisleri A.B.D.
----------------	-----------------------	---

