

**DEPREMLE İLGİLİ JEOLojİK VERİLERİ UZAK MESAFELERE  
AKTARMA VE DEĞERLENDİRME  
SİSTEM TASARIMI**

**Pamukkale Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

---

**Nesrin KILIÇ**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZEK**

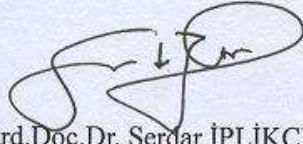
**Haziran, 2006  
DENİZLİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU**

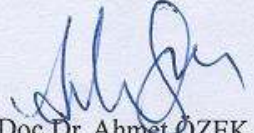
Nesrin KILIÇ tarafından Yard.Doç.Dr. Ahmet Özek yönetiminde hazırlanan “Depremle İlgili Jeolojik Verileri Uzak Mesafelere Aktarma ve Değerlendirme Sistem Tasarımı” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof.Dr. Halil KUMSAR  
Jüri Başkanı



Yard.Doç.Dr. Serdar İPLİKÇİ  
Jüri Üyesi



Yard. Doç.Dr. Ahmet ÖZEK  
Jüri Üyesi(Danışman)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
...../...../.....tarih ve .....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL  
Müdür

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımlardan dolayı danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZEK' e ve Sayın Prof.Dr. Halil KUMSAR'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli aileme, özellikle kardeşim Özlem'e, iş arkadaşlarıma ve lisans dönemi sınıf arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Haziran, 2006

Nesrin KILIÇ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırılmasının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmaların doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza  
Öğrenci Adı Soyadı

: *Nesrin Kiliç*  
: Nesrin KILIÇ

## ÖZET

### DEPREMLE İLGİLİ JEOLJİK VERİLERİ UZAK MESAFELERE AKTARMA VE DEĞERLENDİRME SİSTEM TASARIMI

KILIÇ, Nesrin

Yüksek Lisans Tezi, Elektrik Elektronik Mühendisliği ABD

Tez Yöneticisi: Yard.Doç. Dr. Ahmet ÖZEK

Haziran 2006, 62 Sayfa

Bu çalışmada, depremle ilgili jeolojik veriler uygun formatlara çevrilerek uzak mesafelerden merkeze iletiminin hatasız yapılması hedeflenmiştir.

Günümüzde bir ürün ve sistem hakkındaki verilerin elde edilişi kadar, elde edilmiş verilerin bir ana sistemde toplanması ve toplanan verilerin istenilen kriterler doğrultusunda değerlendirilmesi de büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, verilerin doğruluk oranını arttırmak ve %100 güvenilirliğini sağlamak için ara tasarımlar yapılmış. Bu tasarımlarda PLCler ve haberleşme setleri kullanılmıştır. Bu donanımsal elemanların yanı sıra Delphi ve Step 7 MicroWin yazılım dilleri kullanılarak veri toplama ve değerlendirme sistemi oluşturulmuştur.

Hem donanımsal hem de yazılımsal uygulama ve denemelerle veri hatalarının azaltılması ve veri aktarım hızının artırılması sağlanmıştır. Ayrıca tasarımın kolay kullanılabilir ve düşük maliyetli olması hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kablosuz haberleşme, Veri Aktarımı, Veri toplama ve Değerlendirme, PLC.

Prof. Dr. Halil KUMSAR  
Yard. Doç. Dr. Serdar İPLİKÇİ  
Yard. Doç. Dr. Ahmet ÖZEK

## ABSTRACT

### THE SYSTEM CONFIGURATION OF REMOTE TRANSMISSION AND EVALUATION FOR GEOLOGICAL DATA ABOUT EARTHQUAKE

KILIÇ, Nesrin

M. Sc. Thesis in Electrical&Electronics Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ahmet ÖZEK

June 2006, 62 Pages

In this thesis, geological data about earthquake are tried to be converted into proper format and transferred far away without any degeneration.

Nowadays, data collection, evaluation and classification according to some specifications are as important as data obtaining and reading process to improve the accuracy of data transmission and obtain 100% reability. Interface systems are designed in the system, PLCs and communication sets have been employed. In addition to these hardware components a data collection and evaluation system has been established by using Delphi and Step 7 MicroWin softwares.

Reduction of data losses and improvement of data transfer rate have been achived by both hardware and software trial-and-error tests. Moreover, it is aimed that the design should be user friendly and low cost.

**Keywords:** Wireless Communication, Data Transmission, Data Collection and Evaluation, PLC.

Prof. Dr. Halil KUMSAR  
Asst. Prof. Dr. Serdar İPLİKÇİ  
Asst. Prof. Dr. Ahmet ÖZEK

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
Yüksek Lisans Tez Onay Formu.....	i
Teşekkür.....	ii
Bilimsel Etik Sayfası.....	iii
Özet.....	iv
Abstract.....	v
İçindekiler.....	vi
Şekiller Dizini.....	viii
Tablolar Dizini.....	ix
Semboller ve Kısaltmalar Dizini.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Veri Toplama ve Aktarım Sistemlerinin Önemi.....	1
1.2. Literatürün Gözden Geçirilmesi.....	2
1.3. Tezin Amacı.....	5
2. JEOLJİK VERİLERİN ÖLÇÜMÜ.....	7
2.1. Yer Kabuğu Hareketlerinin Tanımlanması.....	7
2.2. Yer Kabuğu Hareketlerinin Değerlendirilmesi ve Ölçüm Teknikleri.....	8
2.2.1. Yer kabuğu hareketleri hakkında genel bilgiler.....	8
2.2.2. Deprem tahmin sistemlerinde kullanılan jeolojik veriler ve ölçüm teknikleri.....	10
3. SİSTEM TASARIMI.....	19
3.1. Sistemin Genel Yapısı.....	19
3.2. Veri Ölçüm ve Ölçüm Elemanları.....	19
3.3. Verilerin PLC ile İşlenmesi.....	22
3.3.1. PLC hakkında genel bilgi.....	22
3.3.2. PLC ile ADS7800 bağlantısı ve örnekleme aralığının ayarlanması.....	23
3.4. Verilerin PLC'den GSM/GPRS Haberleşme Modülüne Aktarımı.....	24
3.4.1. Seri haberleşme hakkında genel bilgiler.....	24
3.4.2. Verinin PLC'den GSM/GPRS haberleşme modülüne aktarımı.....	25
3.5. Veri Aktarım Sistemi.....	27
3.5.1. GSM/GPRS haberleşme modülü.....	27
3.5.1.1. GSM/GPRS haberleşme modülünün genel özellikleri.....	27
3.5.1.2. Modülün yapısı ve çalışma prensipleri.....	27
3.5.1.2.1. Kablosuz iletişim hakkında genel bilgiler.....	27
3.5.1.2.2. GSM/GPRS haberleşme modülünün donanımsal yapısı ve çalışması.....	32
3.5.1.3. Modül işleyişinde kullanılan komut sistemi.....	36
3.5.2. Statik IP ve GPRS bağlantı kurulumları.....	38
3.5.2.1. IP ve Statik IP'nin tanımı.....	38
3.5.2.2. GSM/GPRS modülünün Statik IP ile GPRS bağlantısı.....	38
3.5.2.3. GPRS bağlantısının hızı ve güvenliği.....	41
3.5.3. Verilerin PC seri arayüze ulaşımı.....	41
3.6. Verilerin PC'de Gösterimi ve Değerlendirilmesi.....	42
3.6.1. Verilerin seri porttan Delphi programı ile okunması.....	42
3.6.2. Verilerin grafiksel ve arşivsel gösterimi.....	42
4. SONUÇ VE YORUMLAR.....	48
KAYNAKLAR.....	50

EKLER.....	52
ÖZGEÇMİŞ.....	62



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1 Japonya’da kurulan bir veri ölçüm sistem ve aktarım yapısı.....	3
Şekil 2.1 Yüzey ve Cisim Dalgaları.....	9
Şekil 2.2 VAN yöntemi ile yapılan çalışma şeması ve elde edilen verilerin grafiği.....	12
Şekil 2.3 Elektrostatik Kayaç-Gerginlik Algılama Sistemi.....	12
Şekil 2.4 Dipole konfigürasyon yapısı.....	13
Şekil 2.5 Japonya’nın depremsellik haritası.....	14
Şekil 2.6 Ölçüm yapılan istasyonların haritasal gösterimi.....	14
Şekil 2.7 Denizli yöresine ait deprem merkezleri ve yörenin tektonik haritası.....	15
Şekil 2.8 Çalışma esnasında kurulan çok parametrelili ölçüm istasyonları.....	16
Şekil 2.9 Pamukkale Çukurbağ’da kurulan sıcaklık ve voltaj kayıt istasyonları.....	16
Şekil 2.10 Bir istasyonun uzaktan ve akustik ölçüm cihazının da yakın görüntüleri.....	17
Şekil 2.11 Tekkehamam akustik emisyon istasyonunda kaydedilen değerlere ait grafiksel gösterim.....	17
Şekil 2.12 GPRS veri aktarımına ait şekilsel gösterim.....	18
Şekil 3.1 Sistemin Genel Şeması.....	19
Şekil 3.2 ADS7800 iç yapısı.....	20
Şekil 3.3 ADS7800’ün $\pm 5V$ çalışma aralığındaki temel devre şeması.....	21
Şekil 3.4 Giriş sinyali ölçüm ve PLC’ye aktarım.....	22
Şekil 3.5 S7-200 CPU 224XP genel bağlantı şeması.....	23
Şekil 3.6 PLC ve çevresel üniteleri.....	23
Şekil 3.7 Dönüştürücü ve GSM/GPRS haberleşme modülü arasındaki bağlantı şeması.....	25
Şekil 3.8 Dönüştürücü ve S7-200 CPU224XP arasındaki bağlantı şeması.....	26
Şekil 3.9 Haberleşme ayarlarının yapıldığı Step7 Microwin ekran görünümü.....	26
Şekil 3.10 GSM altyapısı ve temel birimleri.....	30
Şekil 3.11 GSM coğrafi alanları.....	31
Şekil 3.12 TC 45 blok diyagramı.....	33
Şekil 3.13 Uygulama arayüzü ve pin bağlantıları.....	34
Şekil 3.14 Modül ve çevresel üniteleri.....	36
Şekil 3.15 VPN ile kurulmuş GSN düğümü.....	40
Şekil 3.16 Kiralık hat GSN düğümü.....	40
Şekil 3.17 PAccess arayüzüne ait ekran görüntüsü.....	42
Şekil 3.18 Sistemin veri kayıt ve güncel veri okuma görüntüsü.....	43
Şekil 3.19 Sistemin BDE ve database ilişkisi.....	44
Şekil 3.20 mySQL tablolarının gösterimi.....	44
Şekil 3.21 Veri kayıt tablo örnekleri.....	45
Şekil 3.22 Veri kayıt tarih aralıklarının seçilip raporsal gösterime sunulması.....	46
Şekil 3.23 Arayüzde oluşturulan grafiksel gösterim örneği.....	47

**TABLolar DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
Tablo 3.1 Modül bölümleri ve ilgili pinleri .....	35

## SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Boyut</u>	<u>Birim</u>	<u>Simge</u>
Uzunluk	metre	m
Uzunluk	kilometre	km

### SI Birimlerinin Katları ve Askatları

Santi	$10^{-2}$	c
Mili	$10^{-3}$	m
Mikro	$10^{-6}$	$\mu$
Nano	$10^{-9}$	n
Piko	$10^{-12}$	p

AES	Anormal Electromagnetic Signal
AUC	Authentication Center (Doğrulama Merkezi)
BDE	Borland Database Engine (Borland Veritabanı Motoru)
BSC	Base Station Controller (Baz İstasyonu Denetçileri)
BSS	Base Station System (Baz İstasyonu Sistemi)
BTS	Base Transceiver Station (Baz Alıcı/Verici İstasyonlarından)
CTS	Clear To Send
DCD	Data Carrier Detect
DCU	Data Concentrator Units
DSR	Data Set Ready
DTR	Data Terminal Ready
EIR	Equipment Identity Register (Cihaz Kimlik Kaydı)
GPRS	General Packet Radio Services (Genel Paket Radyo Servisleri)
GSM	Global System for Mobile Communications
GSN	GPRS Support Nodes (GPRS Destek Düğümleri)
HLR	Home Location Register (Merkez Konum Kaydı)
IP	Internet Protocol (İnternet Protokol)
ISP	Internet Servis Provider (İnternet Hizmet Sağlayıcı)
LAN	Local Area Network (Yerel Alan Şebekesi)
MSSC	Mobile Services Switching Center
OSS	Operation/Support System (İşletme/Destek Sistemi)
PDP	Packet Data Protocol (Paket Data Protokolü)
PLC	Programmable Logic Controller
RF	Radio Frequency (Radyo Frekans)

RTS	Request To Send
RXD	Receive Data
SIM	Subscriber Identification Module
SMS	Short Message Service (Kısa Mesaj Servisi)
SS	Switching System (Anahtarlama Sistemi)
TXD	Transmit Data
VPN	Virtual Private Networks (Özel Sanal Ağ)

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Veri Toplama ve Aktarım Sistemlerinin Önemi

Bilimsel bilginin katlanarak arttığı, teknolojik yeniliklerin büyük bir hızla ilerlediği, fen ve teknolojinin etkilerinin yaşamımızın her alanında belirgin bir şekilde görüldüğü günümüz bilgi ve teknoloji çağında, toplumların geleceği açısından fen ve teknoloji alanındaki çalışmaların anahtar bir rol oynadığı açıkça görülmektedir.

Teknolojik çalışmalarda; deneysel ölçütler, mantıksal düşünme, sürekli sorgulama, gözlem yapma, hipotez kurma, test etme, bilgi toplama, verileri yorumlama ve bulguları sunma temel taşları oluşturmaktadır.

Teknoloji; materyalleri, enerjiyi ve araçları kullanarak belirlenen bir ihtiyacı gidermek veya belirli bir problemi çözmek için bu bilginin insanlık hizmetine sunulmasıdır.

Bu tez çalışması, farklı istasyonlarda zemin, kaya ve sudan ölçülen jeolojik verilerin gözlem merkezine aktarımını ve merkezde değerlendirme yazılımının hazırlanmasını hedeflemektedir.

Deprem, yerkabuğunun herhangi bir noktasında biriken biçim değiştirme enerjisinin aniden boşalmasıyla oluşan elastik dalgaların yayılımı ile yeryüzünün sarsılması olayıdır. Depremlerin nasıl ve neden oluştuğunu anlamak ve olası bir depremi önceden belirleyebilmek için araştırmalar yapılmaktadır. Depremle ilgili araştırmalar, onunla mücadele edebilmek için bir takım sorulara cevap aramayı ifade etmektedir. Bu sorular; depremlerin neden ve nasıl oluştuğu, nerede, hangi büyüklükte ve ne zaman deprem

olacağı ve bu bilgilerin ışığında depremleri önlemenin ya da zararlarını azaltmanın mümkün olup olmayacağı şeklindedir (Doğru 2006).

Hâlen devam etmekte olan sismolojik araştırmalar ışığında depremlerin, neden ve nasıl oluştuğu konusunda anlamlı bilgilere ulaşılmıştır. Öte yandan, nerede, ne büyüklükte ve ne zaman deprem olacağı konusu karanlıktadır. Bu konudaki cevaplara ulaşabilmek için yeryüzü üzerindeki geniş alanlardan, çeşitli ölçü aletleriyle elde edilmiş uzun süreli verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Doğru 2006). Bu tezde, bahsedilen ihtiyaçları gidermeye yönelik çalışmalar yapılmıştır.

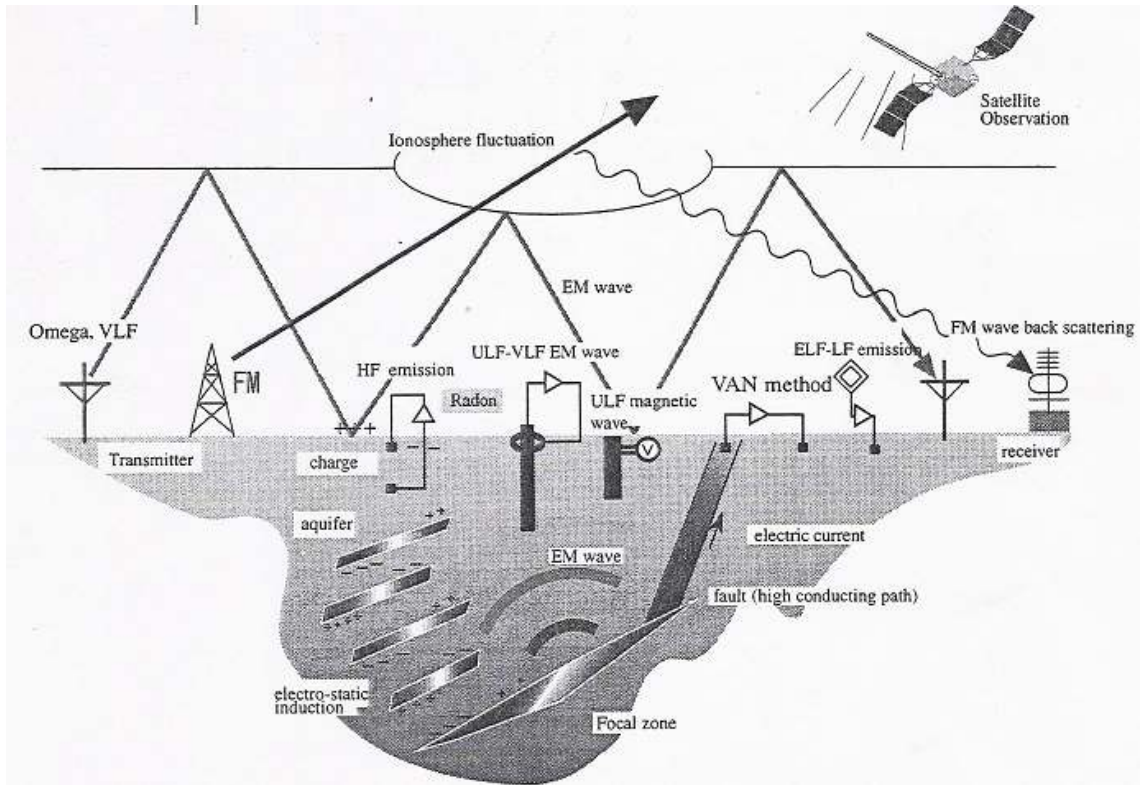
## **1.2. Literatürün Gözden Geçirilmesi**

Tez çalışmasının içeriğinde yer alan veri kayıt ve veri aktarım sistemleri, geçmişten günümüze kadar birçok alanda kullanılmıştır. Ayrıca tezin özel konusu olarak nitelendirebileceğimiz deprem verileri ile ilgili olarak da çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Depremlerin kısa dönemli tahminlerini elde etmek için 1998–1999 yıllarında yapılan çalışmalarda, elektromanyetik veriler kullanılmıştır. Üç eksenli manyetik alan sensörleri, polarizasyonsuz elektrik sensörleri ve altı kanallı data toplama-işleme üniteleri ile veri değerlendirmeleri yapılmıştır (Enescu vd 1999).

İstanbul Teknik Üniversitesi tarafından 2000 yılında yürütölen proje kapsamında, kayaç gerginliği ile yeryüzündeki elektrik alanı arasındaki ilişki temel alınarak elektrostatik kayaç gerginlik izleme yöntemi ile deprem tahmin sistemi oluşturulmuştur. Bu sistemde önerilen deprem tahmin yöntemleri şöyle sıralanmaktadır; yerin manyetik alanındaki bölgesel sapmaların değerlendirilmesi ile haftalar mertebesinde kestirim, toprak üzerinde iki nokta arasındaki potansiyel fark değişimini değerlendirerek (VAN yöntemi) günler mertebesinde kestirim, toprak yüzeyi içinden elektromagnetik ve sismik işaret gönderilerek analizler yapılması ile aylar mertebesinde kestirim, çok sayıda farklı türden fiziksel büyüklüğün zamana bağlı değişimlerinin değerlendirilmesi ve geçmiş deprem verilerinin analizi ile kestirim yöntemleri (WEB\_3 2000). Yapılan çalışmalarda elde edilmiş bir kestirim henüz yoktur. Yapılan uygulamalar deneysel olarak kanıtlanamamıştır.

Japonya'da Tokai Üniversitesinin de desteğiyle Seiya Uyeda tarafından yürütülen RIKEN IFREQ (International Frontier Research on Earthquakes) çalışmalarında kısa zamanlı deprem tahminleri yapabilmek için deprem ile elektromanyetik verilerin ilişkilendirilmesi üzerinde durulmuştur. Bu ilişkilendirmede geniş bir aralıkta belirlenen frekans bantları iki gruba ayrılmıştır ve bunlar; deprem kaynağında oluşan emisyon ve anormal olarak dışarıya verilen elektromanyetik dalgalardır. Bu konuda yapılan çalışmaların yer aldığı sistem yapısı Şekil 1.1'de gösterilmiştir (Uyeda 2000).



**Şekil 1.1** Japonya'da kurulan bir veri ölçüm sistemi ve aktarım yapısı (Uyeda 2000).

Tez konusu kapsamında yer alan veri toplama ve verilerin uzak mesafelere aktarım sistemleri jeolojik alanlar dışında hem günlük hem de endüstriyel alanlarda kullanılmakta ve bu alanlarda birçok değişik çalışmalar yapılmaktadır.

RF (Radio Frequency, Radyo Frekansı) ve internet ile uzaktan kontrol edilen içme suyu kuyuları ve su depolarının PIC mikrokontrolcü destekli otomasyonu ve geniş arazide uygulanması konulu çalışmada, ana depo su seviye bilgisini terfi su toplama deposuna göndermek için frekans lisansına sahip bir telsiz kullanılmıştır. Telsizi sürekli gönderim modunda tutmak telsize ait çıkış transistörlerini bozacağı için su seviye bilgisi

su seviyesinde değişiklik olduğunda gönderilmiştir (İnan ve Koyun 2005). Yapılan bu çalışmada ana su deposu ve terfi su deposu arasındaki uzaklık 5 kilometredir.

GSM (Global System for Mobile Communications, Küresel Mobil İletişim Sistemi) tabanlı yerel ev güvenlik ve otomasyonu alanında yapılan çift yönlü veri aktarım çalışmasında, GSM arabirimi gerek SMS (Short Message Service, Kısa Mesaj Servisi) gerekse DTMF (Dual Tone Multi Frequency, Ton Kontrol) sayesinde kontrol edilmiştir. Kullanıcı sisteme SMS yollayarak istediği bir kontrol organından durum bilgisi alabileceği gibi belirtilen kontrol organlarını açıp/kapama işlemini gerçekleştirebilmektedir. SMS arabiriminin temel çalışma mantığı PDU (Protocol Description Unit Type, Protokol Tanımlama Birimi Tipi) kodlarının mikroişlemciler aracılığı ile işlenerek ortaya çıkan kontrol sinyallerinin seri bir bilgi katarı ile iletim yollarına verilmesi olarak tanımlanmıştır (Yıldız ve Karaboğa 2005).

Veri aktarımı konusunda yapılan diğer bir çalışma ise elektrik sayaçlarının uzaktan bilgi aktarım sistemidir. Bu sistemde, okuma bilgisi arşivi oluşturulmuş, sayaç okuma bilgileri arşivlenerek bir kütüphanede saklanmıştır. Çalışmada tasarlanan multi-level network sistemi HSC (Host Central Station), DCU (Data Concentrator Units) ve MIU (Meter Interfacing Unit) oluşmaktadır. MIU'lar sayaçlardan bilgileri toplayarak; güç hattı üzerinden bilgileri DCU'lara aktarmış, DCU'lar bu bilgileri PSTN (Public Switched Telephone Network), GSM network, radio network direk olarak notebook bilgisayar ile RS232 ara yüzü veya bir modem aracılığıyla HCS'ye aktarmıştır (Çakmak ve Sokullu 2005).

GPRS (General Packet Radio Services, Genel Paket Radyo Servisleri), paket bağlaşmalı bir şebekedir. Zaman Bölmeli Çoklu Erişim Tekniği kullanılır ve kullanıcıya birden çok zaman dilimi tahsis edilir. GPRS aynı radyo kanalının birçok kullanıcıya paylaşılması esasına dayalı paket anahtarlama kablosuz bir iletişim teknolojisidir (Özdemir ve Danışman 2005).

Veri aktarımının GPRS üzerinden Web Tabanlı Bölgesel Enerji Takip Sistemi çalışmasında sistem, üç farklı donanımdan oluşmaktadır. Bunlar; modem + kontrol kartı, sayaç ve kontrol merkezidir (Özdemir ve Danışman 2005).



### 1.3. Tezin Amacı

Yerkabuğu faaliyetlerinin geniş alan çalışmalarında elde edilecek dağınık verilerin, bir merkezde toplanıp değerlendirilmesi, bu faaliyetlerinin takip edilmesinde büyük önem taşımaktadır.

Yerkabuğundaki zamana bağlı değişimlerin ve uzun süreli hareketlerin incelenmesi ve daha fazla bilgiye ulaşabilmesi için yeryüzü üzerindeki geniş alanlardan, çeşitli ölçü aletleriyle elde edilmiş uzun süreli verilerin toplanması gerekmektedir. Böylece deprem mekanizmasının anlaşılabilmesi için gerekli olan verilen toplanmış ve değerlendirme sistemleri kurulmuş olmaktadır.

Yapılan tez çalışmasında, sistem iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, topraktan elde edilmiş hassas değişimli verilerin ölçümünü ve belirlenen örnekleme sürelerinde kaydını içermektedir. İkinci bölüm ise kablosuz iletişimle merkeze iletilip merkez bilgisayarda arşivsel kaydı yapılan verilerin grafiksel gösterim ve değerlendirilmesini içermektedir.

Böylece yapılan çalışma ile uzak mesafedeki istasyondan toplanan jeolojik veriler uygun formatlara çevrilerek hızlı ve hatasız bir şekilde merkeze iletilmiş, GSM/GPRS haberleşme modülü kullanılarak mesafe ve coğrafî özelliklere bağlı olarak oluşabilecek haberleşme sorunu ortadan kaldırılmıştır. Ülke içinde faaliyet gösteren bir GSM operatoründen temin edilen Statik IP (Internet Protocol, İnternet Protokol) numarası ile aynı GSM operatörünün faaliyet gösterdiği kapsam içerisinde yer alan bir noktadan veri toplanması ve merkez bilgisayara aktarılması hedeflenmiştir. Bu yöntemle, veri temininin elde edileceği istasyon yerinin belirlenmesinde RF alıcı-verici modem yöntemleriyle veri toplamada yaşanan coğrafî etkenli sıkıntılar ve merkez istasyon arası mesafe sınırlamaları ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Ayrıca bu çalışmada, tasarımın kolay kullanılabilir ve ucuz maliyetli olmasına özen gösterilmiştir. Merkez bilgisayarda yer alan arayüz programının insana en yakın diller

arasında yer alan Delphi yazılımı ile tasarlanmasıyla sistemdeki son kullanıcıya kullanım kolaylığı sağlanması hedeflenmiştir.

## 2. JEOLJİK VERİLERİN ÖLÇÜMÜ

### 2.1. Yer Kabuğu Hareketlerinin Tanımlanması

Deprem, yerkabuğunun derin tabakalarının yer değiştirmesi ya da yanardağların püskürtme durumuna geçmesi sonucu oluşan yer sarsıntısıdır. Başka bir ifade ile deprem, yerkabuğunun gerilme etkisi sonucu, belirli bir derinlikte kırılmasıdır.

Yersarsıntılarını inceleyen deprem bilimi, deprem dalgalarını bulup ortaya çıkarır. Bu dalgaların kaynağını zaman ve yer bakımından belirler. Deprem dalgalarının Yer'in dibinde ve yeryüzünde yayılışının incelenmesi, Yer'in yapısına ilişkin bilgilerin artmasına da olanak verir.

Deprem ile ilgili araştırmalar, onunla mücadele edebilmek için birtakım sorulara cevaplar aramayı ifade etmektedir. Bu araştırmaların başında, bir depremin tanımlanması ve anlaşılmasını sağlayan deprem parametrelerinin tespit edilmesi gelmektedir. Bu parametreler (Doğru 2006);

- Deprem enerjisinin yerin içinde ortaya çıktığı noktanın (hypo-center) belirlenmesi,
- Bu noktaya yeryüzü üzerindeki en yakın noktanın (epi-center) belirlenmesi,
- Bu iki nokta arasındaki uzaklığın (depremin derinliği) belirlenmesi,
- Depremin yeryüzünde hissedildiği noktadaki doğal ve yapay nesnelere ile insanlar üzerindeki etkisinin (depremin şiddeti) belirlenmesi,
- Deprem sırasında açığa çıkan enerjinin (depremin büyüklüğünün) belirlenmesidir.

Bu tür parametreler hakkında doğru ve güvenilir verilerin ortaya çıkması için yeryüzü üzerindeki geniş alanlardan, çeşitli ölçü aletleriyle elde edilmiş uzun süreli deneysel çalışmalar yapılmaktadır.

## 2.2. Yer Kabuğu Hareketlerinin Değerlendirilmesi ve Ölçüm Teknikleri

### 2.2.1. Yer kabuğu hareketleri hakkında genel bilgiler

Bilim ve teknolojinin günümüzde ulaştığı noktada, depremin önceden belirlenmesi mümkün olmamakla beraber, bu konu ile ilgili gözlenen olaylar bulunmakta ve bunların depremlerle olası ilişkilerinin saptanması çalışmaları devam etmektedir.

Depremin etkilediği bölgedeki insanların duyularına ve depremin yarattığı zararlara dayanan bir niteliksel ölçeğinin yanında; güçlerinin niceliksel değerlendirmesi de yapılmaktadır. Depremin magnitütü (M), deprem odağına 100 kilometre uzaklığa yerleştirilmiş ayarlı bir sismografin kaydettiği çizgilerle tanımlanır. 1935'te Richter ve Gutenberg'in kurduğu deneysel bağıntı sayesinde, depremin magnitütünden yola çıkılarak deprem odağında yoğunlaşan enerji hesaplanabilmektedir. Bu enerjinin yer kabuğunda başlattığı sarsıntılar, elastik dalgalar halinde dağılırlar. Deprem sırasında açığa çıkan enerji, ses veya su dalgalarına benzeyen ve sismik dalgalar adı verilen bu dalgalar ile yayılır. Başlıca üç çeşit deprem dalgası vardır (Altınsoy vd 1993):

- Boylamasına Dalgalar (P dalgaları): Bu dalgalar sıkıştırma ve genişleme hareketleriyle madde içinde (katı, sıvı, gaz) ses dalgalarına benzer biçimde yayılırlar. En hızlı yayılan bu yüzden deprem kayıt aletlerinde (sismograf) en önce görülen dalgalardır. P dalgalarında, titreşim hareketi yayılma doğrultusu ile aynıdır.
- Enlemesine Dalgalar (S dalgaları): Daha yavaş olan bu dalgalar yayılma yönüne dikey titreşimler oluştururlar ve katı cisimler içinde yayılabilirler.
- Uzun Dalgalar (L dalgaları): Bunlar yeryüzünde yayılan dalgalardır.

Şekil 2.1'de bu dalga çeşitleri gösterilmektedir. Bütün bu dalgalar yeryuvarlığının iç yapısı hakkında bilgiler verir. Bir kesiklikle karşılaşan dalgalar, bir ışık ışını gibi yayılır ve kırılırlar. Gerçekte, deprem ışınının kırılan bölümü iki dalga dizisine ayrılır; biri boyuna düzlemde (P), diğeri enine düzlemde (S) titreşir. P ve S dalgaları Cisim Dalgaları olarak da adlandırılır. Yüzey Dalgaları olarak da adlandırılan Uzun Dalgalar ise Cisim Dalgaları'na göre daha yavaş yayılırlar ancak genlikleri daha büyüktür. Hızı daha fazla olan Love ve genliği daha büyük olan Rayleigh dalgaları olarak ikiye

ayrılırlar. Yapılarda yıkıma yol açan dalgalar S dalgaları ile yüzey dalgalarıdır (WEB\_2 2006).



**Şekil 2.1** Yüzey ve Cisim Dalgaları (WEB\_2 2006).

Dalgaların sismografa ulaşma süresi yalnızca gözlem istasyonunun deprem odağına olan uzaklığına bağlıdır. Bunun anlamı aynı derinlikte aşılın yerlerin birbiri ile aynı olduğu, yeryuvarlağının eşmerkezli kürelerden oluştuğu, bu kürelerin de yine eşmerkezli kesikliklerle birbirlerinden ayrıldıklarıdır. Öte yandan, belli bir depremde dalgaları kaydedilemeyen bir karanlık bölge bulunur. Kırılma yasaları karanlık bölgenin kesiklilik derinliğini hesaplama olanağı verir. Bu kesiklilik 2900 kilometre uzaklıkta bulunur ve olayı bulan Gutenberg'in adını taşır. Kesikliğin altında bulunan bölge, enine dalgalar aktarmaz. Dalgaların soğurma özelliği sıvılarınkine benzer (Altınsoy vd. 1993).

Depremin dış merkezinin hemen çevresinde, arazinin çeşitli tabakalarında yansıyan dalgalar alınır ve yeraltının bir profili çıkarılır. Bu dalgaların ortalama yayılma hızı 6 km/sn'dir. Söz konusu hız doğal depremlerin granit içindeki yayılma hızıdır ve yerkabuğunun üst tabakasının (granitli tabaka) bir özelliğidir. Depremin dış merkezinden uzaklaştıkça, granit dalgalarının ulaşmasından önce, 7 km/sn hızında başka bir P dalgası kaydedilir. Bu hızdaki dalgalar baz altlarında rastlanır ve yerkabuğunun derin kesimlerinin (bazaltlı tabaka) başlıca özelliğidir (Altınsoy vd 1993).

### 2.2.2. Deprem tahmin sistemlerinde kullanılan jeolojik veriler ve ölçüm teknikleri

Günümüzde depremle ilgili yapılmış olan jeolojik çalışmalar arasında, sismik ağlar kurularak oluşturulmuş olan deprem tahmin sistemleri de yer almaktadır.

Deprem tahminlerinde kullanılan jeolojik veri ve yöntemler şöyle sıralanabilir (WEB\_3 2000):

- P ve S dalgalarının hız farkı değerlendirilerek sarsıntı başlangıcının 5-20s önceden belirlenmesi
- Olmuş depremlerin ve fay yapılarının analizi ile yıllar mertebesinde istatistiksel kestirim
- GPS yöntemiyle yüzey hareketleri ölçülerek aylar mertebesinde kestirim
- Yerin manyetik alanındaki bölgesel sapmaların değerlendirilmesi ile haftalar mertebesinde kestirim
- Toprak üzerinde iki nokta arasındaki potansiyel fark değişimini değerlendirerek (VAN yöntemi) günler mertebesinde kestirim
- Toprak yüzeyi içinden elektromanyetik ve sismik işaret gönderilerek analizler yapılması ile aylar mertebesinde kestirim
- Sıra dışı yerel olayların izlenmesi (Gaz boşalmaları, ani sıcaklık artışları, sismik kaynaklı deniz dalgaları, bulutların aldığı şekiller, biyolojik etkiler vb) ile günlük kestirimler
- Çok sayıda farklı türden fiziksel büyüklüğün zamana bağlı değişimlerinin değerlendirilmesi ve geçmiş deprem verilerinin analizi ile kestirim
- Astronomik gözlemlere bağlı olarak potansiyel risk taşıyan günlerin belirlenmesi

Belirtilen yöntemler arasında yer alan ve Küresel Konum Belirleme Sistemi (Global Positioning System) GPS olarak adlandırılan sistem, dünya çerçevesinde belirli bir yörüngede ve yükseklikte dönen uydulardan oluşmaktadır. Bu uydulardan gönderilen sinyalleri algılayan ve kayıt eden istasyonların uzaysal konumlarını, ölçümlerden geometrik olarak hesaplamak mümkün olmaktadır. Yeryüzeyinde kurulmuş istasyonların uzaysal konumlarındaki değişimin, yerkürenin yüzeyine teğetsel düzlemdeki iz düşümünden yararlanılarak, o düzlem içerisinde zamana bağlı olarak birim deformasyon hızlarının geometrik olarak hesaplanması mümkündür. GPS ölçüm

istasyonlarından elde edilen yerdeğiştirme hızlarından yararlanılarak, yerkabuğunun yeryüzündeki teğetsel düzlemi içerisinde oluşan birim deformasyon hız tansörü ile gerilim hız tansörünün tayini için geliştirilmiş olan yöntem Türkiye ve civarında yapılan ölçümlerde uygulanmış; elde edilen sonuçların Türkiye'nin genel plaka tektoniği ile uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir (Aydan vd 2000).

Belirtilen yöntemler arasında yer alan VAN yöntemi, Yunanistan'da on yıl ve üzeri bir süredir denenmektedir. Bu yöntemde, SES (Seismic Electrical Signals, Sismik Elektrik Sinyalleri) olarak adlandırılan ve deprem öncesi oluşan jeo-elektrik potansiyel üzerindeki elektriksel yük hesaplamaları yapılmaktadır.

VAN yöntemiyle yapılan bir çalışma ve elde edilen jeo-elektrik potansiyel yükünün grafiksel gösterimi Şekil 2.2'de yer almaktadır. Yapılmış olan bu çalışmada, anormal seviyede saptanmış olan elektromanyetik veriler AES (Anormal Electromagnetic Signal) olarak gösterilmiştir. Ayrıca, yağış miktarına bağlı olarak elektriksek yükte değişiklikler gözlenebileceğinden, ölçüm alanına düşen yağış miktarı grafikte belirtilmiştir. Gözlemin yapıldığı zaman aralığında gerçekleşmiş olan ve yüzey dalga büyüklüğu 5.4 olarak belirtilen deprem anı ve öncesi kaydedilmiş jeo-elektrik yük sinyalleri grafiksel olarak ifade edilmiştir (WEB\_1 2006).

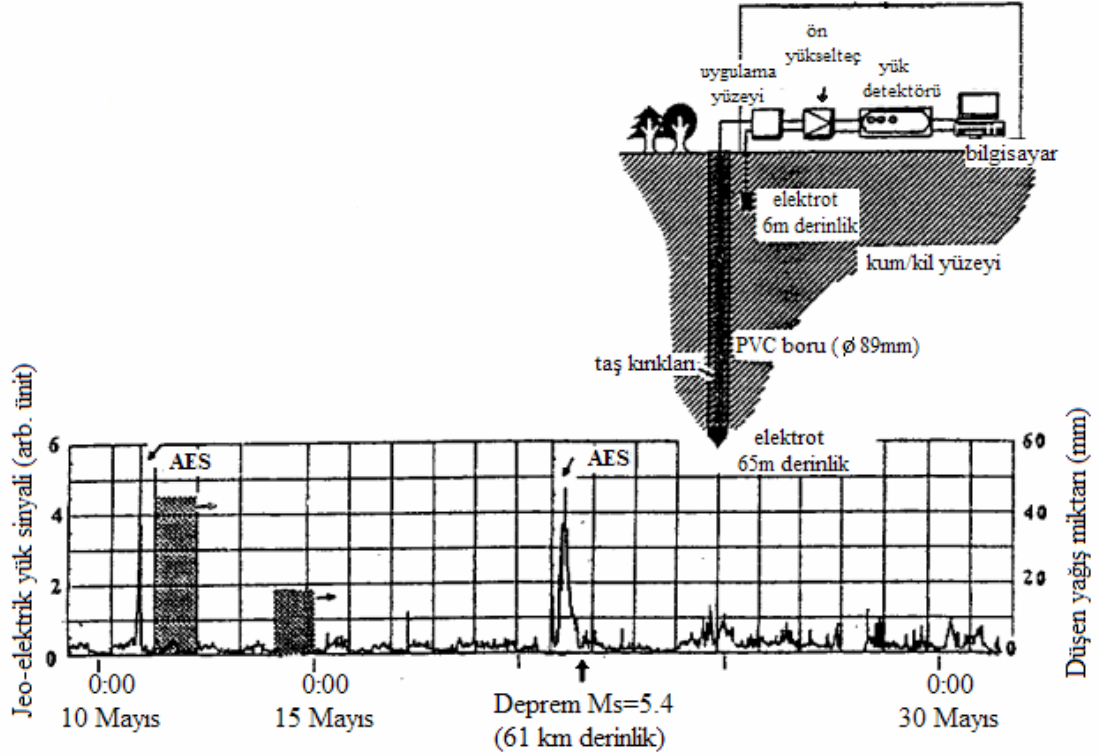
VAN yöntemi genel olarak ifade edilecek olursa, depremin odak noktalarında oluşan sismik elektromanyetik dalga stresinin yer kabuğu üzerine yansıması üç yolla olmaktadır:

- Elektrik akım iletkenliği
- Elektromanyetik dalga yayılımı
- Elektrostatik indüklenme veya elektromanyetik indüksiyon

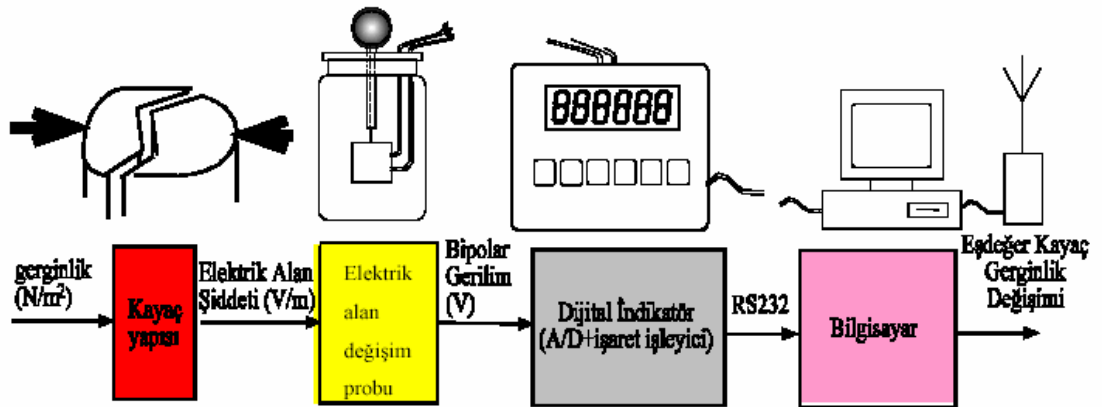
İstanbul Teknik Üniversitesi'nde 2000 yılında yapılmış olan çalışmalarda ise, VAN yönteminin kazık çakılarak ölçümler almasından dolayı verilerdeki bozulmuş oranının yüksek olduğu belirtilmiş ve kayaç gerginliği ile yeryüzündeki elektrik alan ilişkilerini kapsayan bir çalışma başlatılmıştır.

Yapılan bu çalışmaya göre, litosferin yüzeye yakın bölgesinde oluşan gerilme değişimlerini yüzeyden elektrostatik olarak algılamak mümkün olmaktadır.

Elektrostatik alan değişim probu ve bu probun monopolar elektrik yük değişimini bipolar yük değişimine dönüştürmesiyle elde edilen elektrostatik kayaç- gerginlik algılama sistemi Şekil 2.3'te gösterilmektedir.



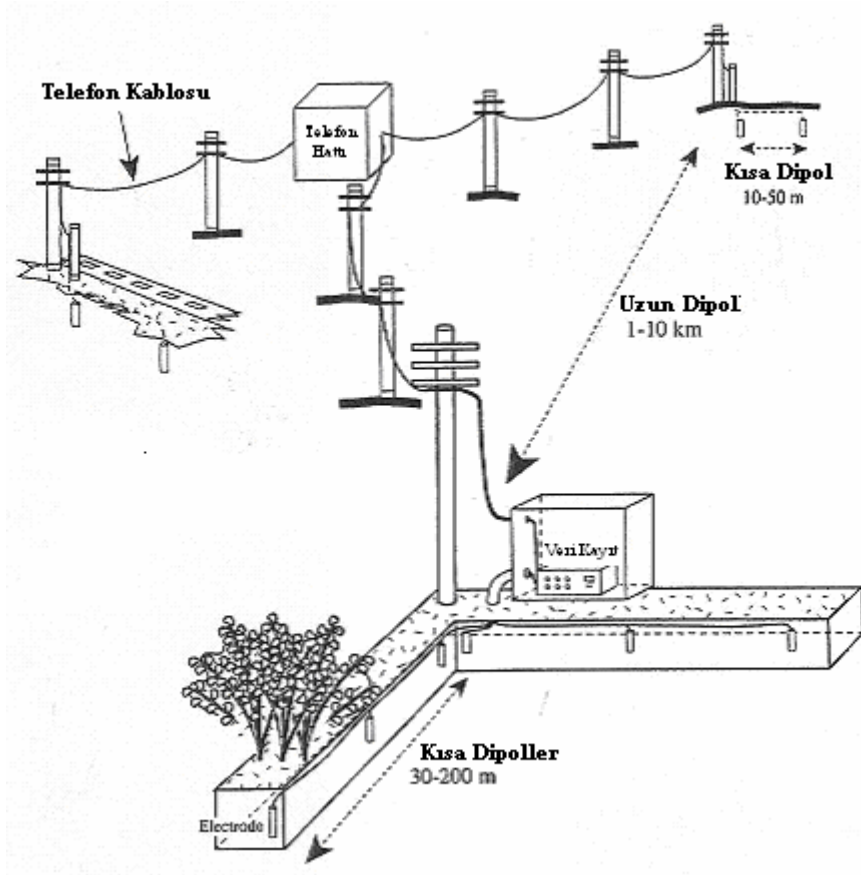
Şekil 2.2 VAN yöntemi ile yapılan çalışma şeması ve elde edilen verilerin grafiği (WEB\_1 2006).



Şekil 2.3 Elektrostatik kayaç-gerginlik algılama sistemi (WEB\_3 2000).

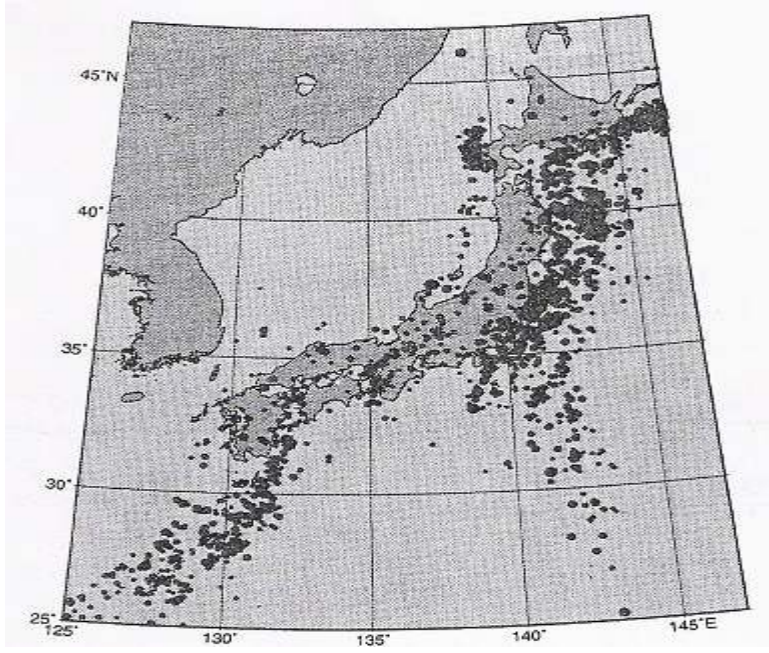


Japonya’da Seiya Uyeda başkanlığında yürütülen RIKEN IFREQ çalışmalarında da VAN yöntemi esas alınarak Japonya’nın özellikle depremsellik özelliği yüksek olan merkezlerde yakın mesafelerle yerleştirilmiş olan veri toplama istasyonlarıyla veriler merkeze toplanarak değerlendirmeler yapılmıştır. VAN yöntemiyle ölçümü yapılmış olan jeoelektrik potansiyel değişimleri toplandıkları istasyonlardan telefon hatları aracılığıyla ölçüm merkezine iletilmiştir. Ölçümler elektrik sinyallerinin dış etkenlerden bozulabilme ihtimaline karşı uzak ve yakın mesafeleri farklı istasyonlardan alınarak yapılmış ve sistem yapısı dipole konfigürasyon olarak tanımlanmıştır. Sistemin genel gösterimi Şekil 2.4’de yer almaktadır (Uyeda 2000).

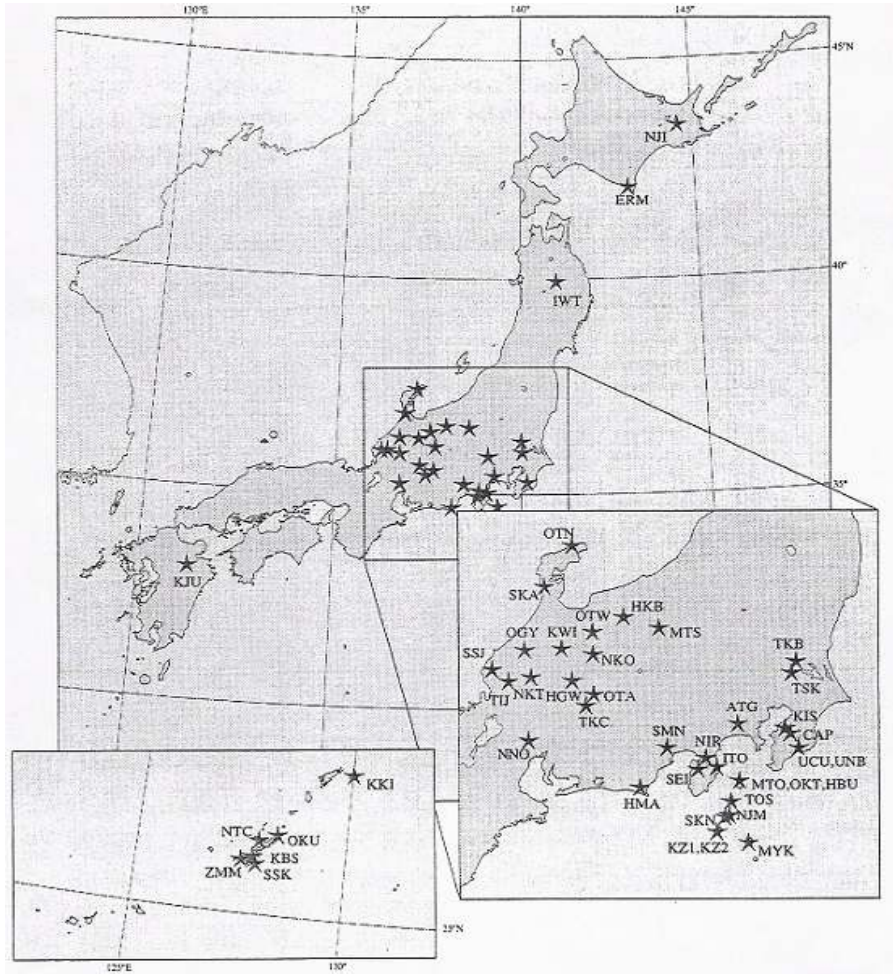


Şekil 2.4 Dipole konfigürasyon yapısı (Uyeda 2000).

Yapılan bu çalışmada ölçüm yapılacak olan istasyonların yerleri tesbit edilirken Japonya’nın depremsellik haritası göz önünde tutulmuştur. Japonya’nın depremsellik haritası Şekil 2.5’te ve ölçüm yapılan istasyonların haritasal gösterimi ise Şekil 2.6’da yer almaktadır.

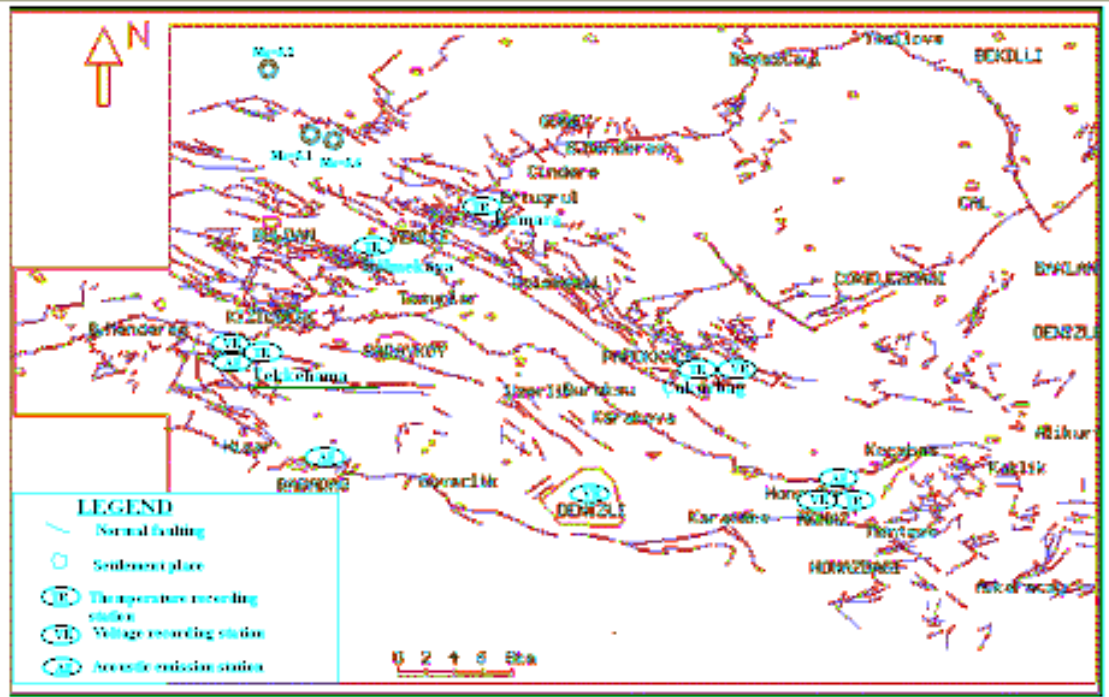


Şekil 2.5 Japonya'nın depremsellik haritası (Uyeda 2000).



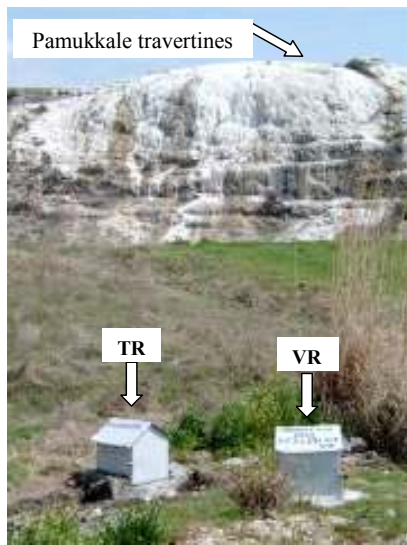
Şekil 2.6 Ölçüm yapılan istasyonların haritasal gösterimi (Uyeda 2000).



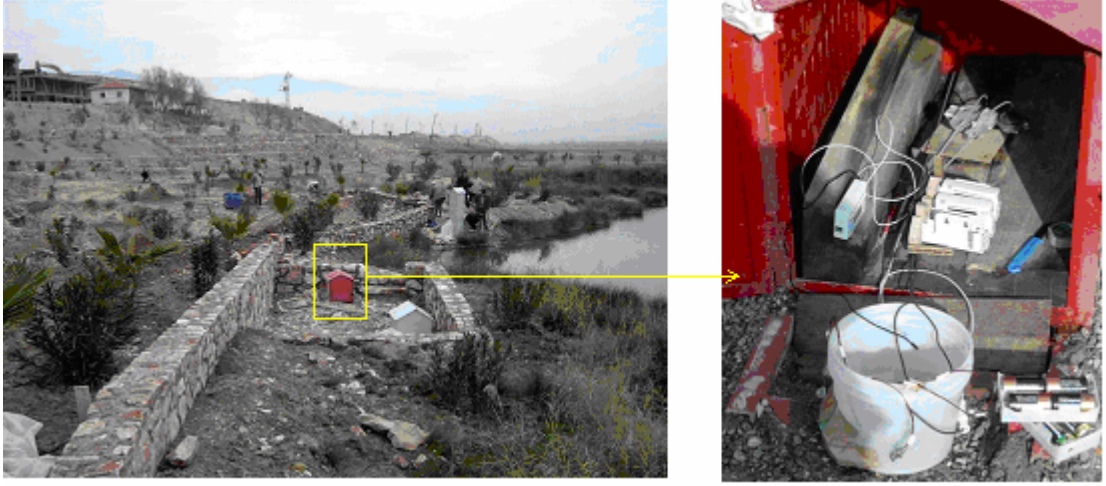


**Şekil 2.8** Çalışma esnasında kurulan çok parametrelili ölçüm istasyonları (Kumsar vd 2003).

Yapılan tez çalışmasında da Pamukkale Üniversitesi'nde yürütülmekte olan bu projeyi haberleşme yönüyle katkıda bulunmak hedeflenmektedir. Pamukkale Çukurbag'da kurulan sıcaklık ve voltaj kayıtlarının yapıldığı istasyonlarına ait görüntü Şekil 2.9'da, bir istasyonun uzaktan ve akustik ölçüm cihazının da yakın görüntüleri Şekil 2.10'da yer almaktadır.

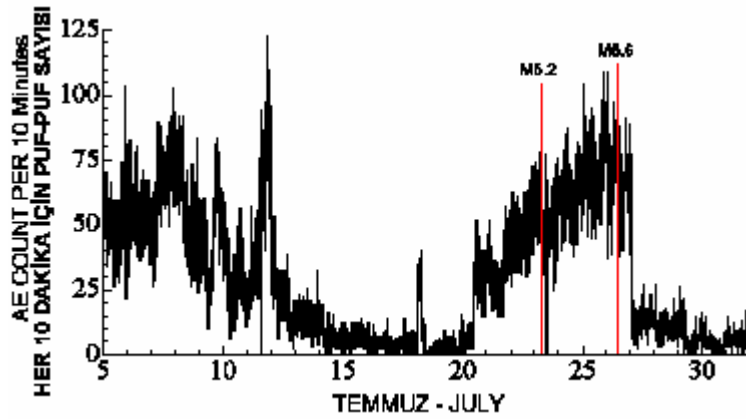


**Şekil 2.9** Pamukkale Çukurbag'da kurulan sıcaklık ve voltaj kayıt istasyonları (Kumsar vd 2003).



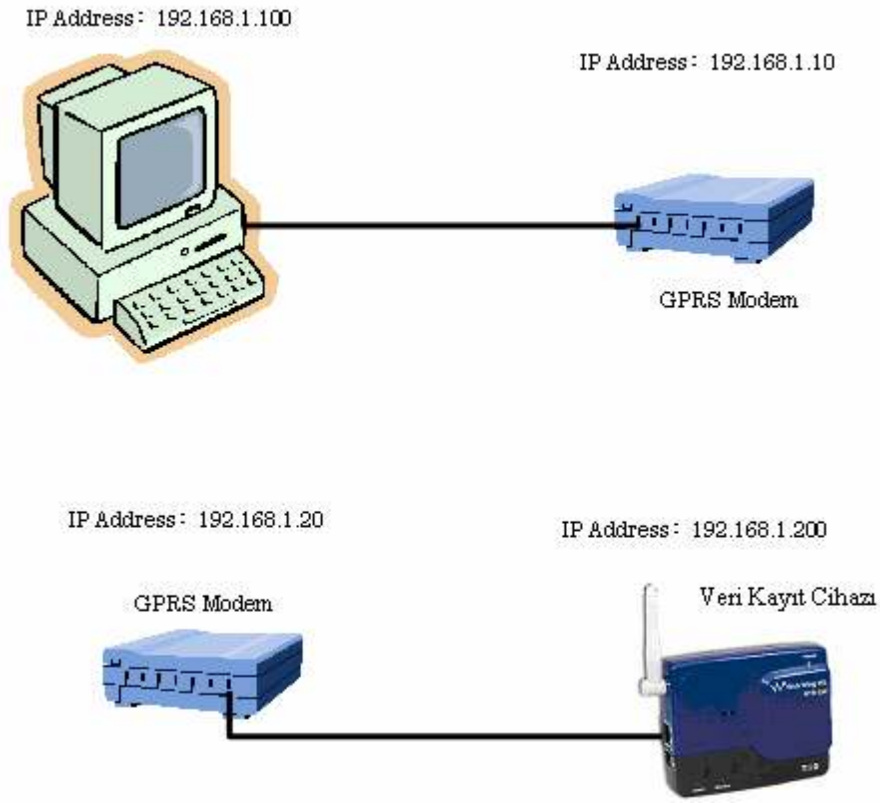
**Şekil 2.10** Bir istasyonun uzaktan ve akustik ölçüm cihazının da yakın görüntüleri (Kumsar vd 2003).

Yürütülen bu projenin istasyon kurulumlarına Ocak 2001’de başlanmış ve 26 Temmuz 2003 Buldan depreminde gözlenen değerler kaydedilip, izlenebilmiştir. Tekkehamam akustik emisyon istasyonunda kaydedilen değerlere ait grafiksel gösterim Şekil 2.11’de yer almaktadır.



**Şekil 2.11** Tekkehamam akustik emisyon istasyonunda kaydedilen değerlere ait grafiksel gösterim (Kumsar vd 2003).

Projenin ileriki aşamalarında kullanılması düşünülen GPRS veri aktarımına ait şekilsel gösterim Şekil 2.12’de yer almaktadır.



Şekil 2.12 GPRS veri aktarımına ait şekilsel gösterim (WEB\_4 2006).

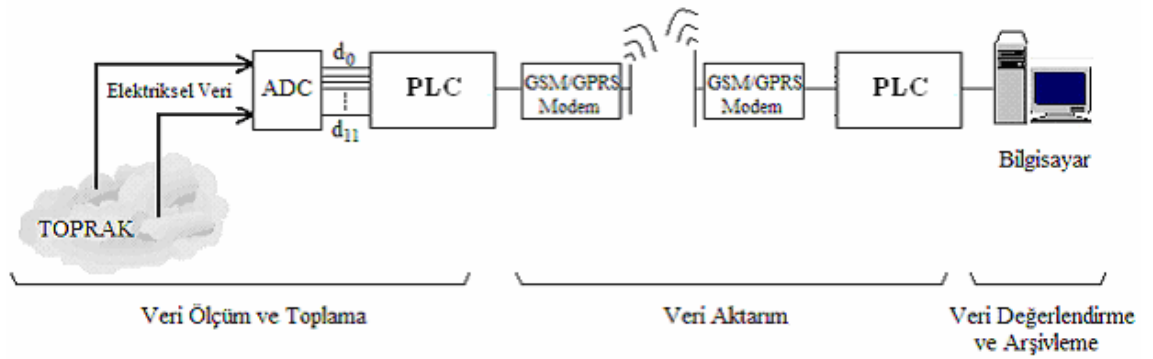
### 3. SİSTEM TASARIMI

#### 3.1. Sistemin Genel Yapısı

Depremle ilgili jeolojik verilerin uzak mesafelere aktarma ve değerlendirme sistem tasarımı üç ana bölümden oluşmaktadır:

- Verilerin ölçüm ve toplanması
- Toplanan verilerin merkez bilgisayara aktarımı
- Merkez bilgisayara gelen verilerin değerlendirme ve arşivlenmesi

Sistemin genel şeması Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Sistemin Genel Şeması

#### 3.2. Veri Ölçümü ve Ölçüm Elemanları

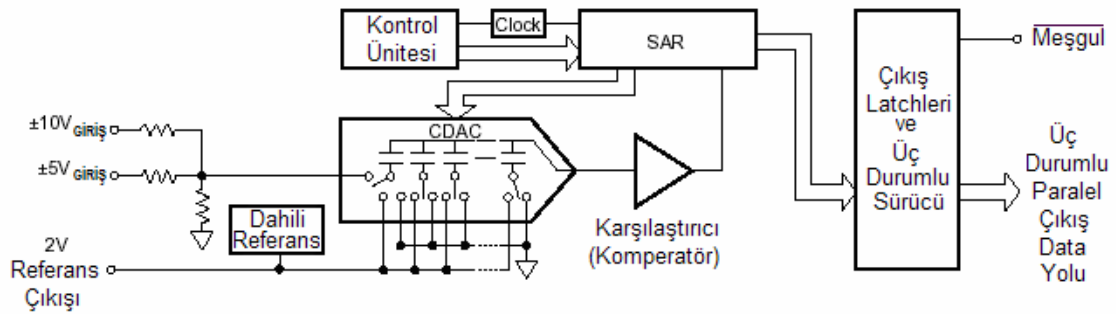
Sistemde ölçülen elektriksel veriler, toprak üzerindeki iki nokta arasındaki potansiyel fark değişimi, iki nokta arasındaki direnç değeri ve toprak yüzeyinin sıcaklık değeridir.

Ölçülen potansiyel fark aralığı 0-200 mV arasındadır. Bu nedenle, hassas ölçüm elemanlarından oluşmuş elektronik kart tasarımı ile ölçüm yapılmaktadır. Veriler PLC (Programmable Logic Controller)'nin analog giriş ünitesinde de ölçülebilmektedir, fakat hem maliyeti düşürmek hem de ileriki çalışmalarda PLC dışında değer okuma çözünürlüğü düşük mikrodenetleyicilerle çalışma imkanı yaratabilmek amacıyla ara kart tasarımı yapılmıştır.

Potansiyel fark ölçümü yapılırken Burr-Brown firmasının 12 bit  $3\mu\text{s}$  örnekleme özelliğine sahip ADS7800 ADC (Analog to Dijital Converter, Analog-Dijital Dönüştürücü) entegresi kullanılmıştır. ADS 7800'un pin konfigürasyon şeması ve pin açıklamaları Ek-1'de yer almaktadır.

Şekil 3.2'de iç yapısı gösterilen ADS7800'ün genel özellikleri şöyle sıralanabilir:

- 333 kHz örnekleme hızı
- $\pm 10\text{V}$  ve  $\pm 5\text{V}$  giriş voltajı aralığı
- $2,70\ \mu\text{s}$  dönüşüm hızı
- Dahili örnekleme ve tutma özelliğine sahip 12 bit çözünürlük
- $+5\text{V}$  ve  $-12\text{V}$  ile  $-15\text{V}$  arasında değişen besleme voltaj aralığında çalışma



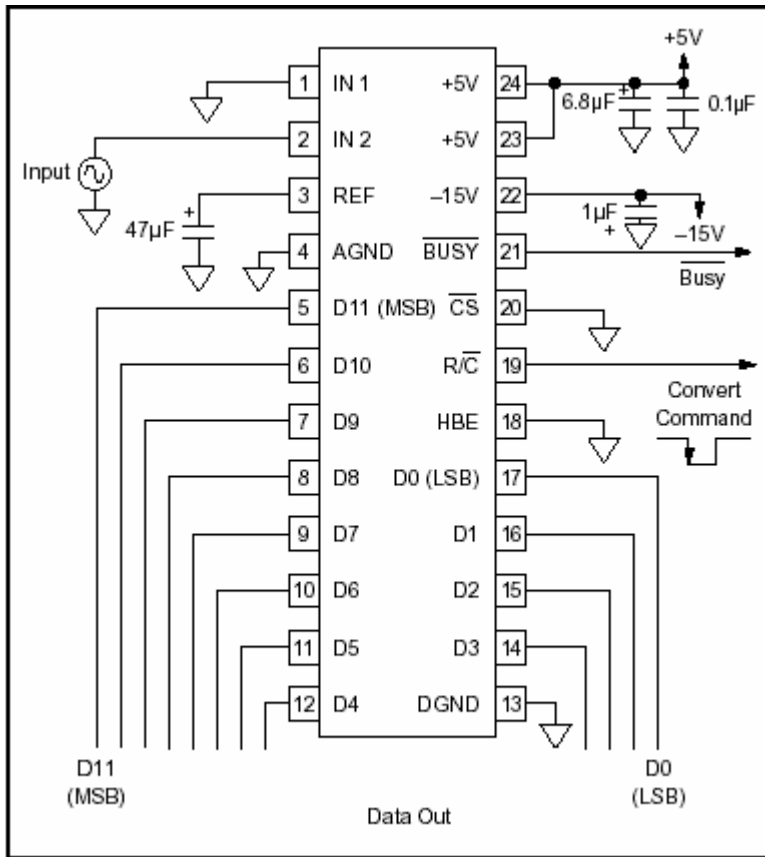
Şekil 3.2 ADS7800 iç yapısı

ADS7800'ün  $\pm 5\text{V}$  çalışma aralığındaki temel devre şeması Şekil 3.3'te verilmiştir. Bu şemadaki bağlantıya göre sistem 10V veri aralığında 12 bit çözünürlükte paralel veri akışı ile çalışmaktadır.



ADS7800'ün veri ölçüm sistemine adapte edilmesinde güç ve kalibrasyon üniteleri oluşturulmuş ve ünitelerde verinin en hassas şekilde işlenmesi hedeflenmiştir. Bu ünitelere ait kart dizaynı Ek-2'de yer almaktadır. Giriş sinyali, ölçüm ve PLC ünitesine aktarımın yer aldığı genel şema Şekil 3.4'de gösterilmektedir.

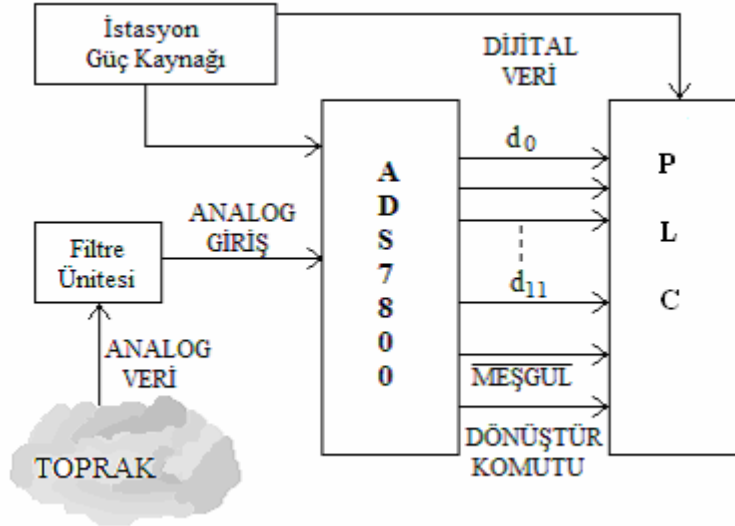
$\overline{BUSY}$  (Meşgul) ve  $\overline{R/C}$  (Oku/Dönüştür) pinlerinin PLC giriş/çıkış birimleri ile kontrol edilmesiyle veriler seçilen örnekleme aralıklarıyla PLC'ye aktarılmaktadır.



Şekil 3.3 ADS7800'ün  $\pm 5V$  çalışma aralığındaki temel devre şeması

Sistemde potansiyel fark değer ölçümü dışında iki nokta arasındaki direnç değeri ve toprak yüzeyinin sıcaklık değerleri analog verilerin PLC üzerinde yer alan analog giriş üniteleri ile ölçümü yapılmıştır. Direnç ölçümü için tasarlanmış olan ara kart dizaynı Ek-2'de yer almaktadır.

Sıcaklık ölçümünde  $1^{\circ}C/10mV$  çözünürlüğe sahip LM35 Sıcaklık sensörü kullanılmıştır.



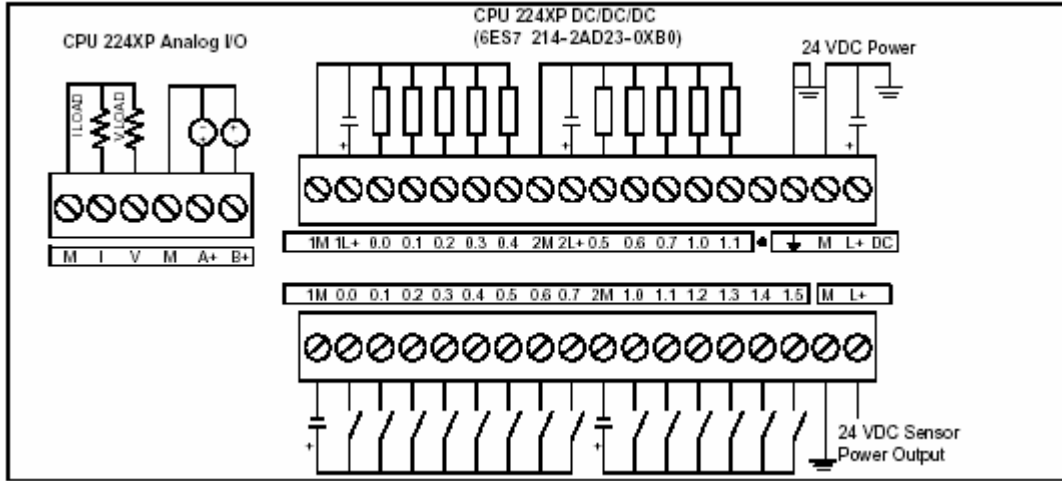
Şekil 3.4 Giriş sinyali ölçüm ve PLC'ye aktarım

### 3.3. Verilerin PLC ile İşlenmesi

#### 3.3.1. PLC hakkında genel bilgi

Kumanda ve geribeslemeli kontrol sistemlerinin gerçekleştirilmesinde gerekli yazılım ve donanım özelliklerini taşıyan programlanabilir lojik kontrolör aygıtlarına PLC denir. PLC kumanda sistemlerinin gerçekleştirilmesinde, lojik anahtarlama, zamanlama ve sayma gibi işlevleri sağlayan yazılım özellikleri ve kumanda işaretlerinin dönüştürülmesini sağlayan giriş-çıkış birimlerini kullanır. Bir PLC, merkezi işlem birimi, bellek birimi ve giriş çıkış birimlerinden oluşur. Ayrıca, programı yedeklemek ya da başka bir PLC ye aktarmak için ayrılabilir bir EEPROM belleği, giriş-çıkış noktası sayısını arttırmak için ayrık genişleme birimi, analog giriş-çıkış birimi, enerji kesilmeleri durumunda PLC'yi besleyen yedek güç kaynağı gibi birimlerde bulunur (Kurtulan 1998).

Sistemde Siemens firmasının S7-200 PLC serisine ait CPU 224XP model PLC kullanılmıştır. Bu PLC modelinde 14 dijital giriş, 10 dijital çıkış, 2 analog giriş ve 1 analog çıkış üniteleri yer almaktadır. CPU'ya ait genel bağlantı şeması Şekil 3.5'de gösterilmektedir.



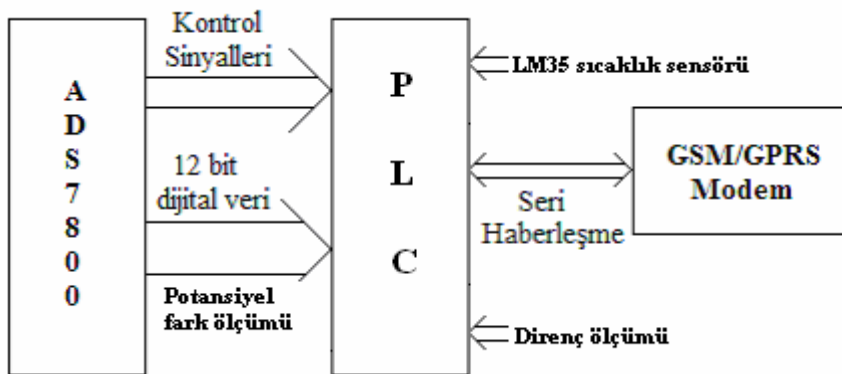
Şekil 3.5 S7-200 CPU 224XP genel bağlantı şeması

### 3.3.2. PLC ile ADS7800 bağlantısı ve örnekleme aralığının ayarlanması

Sistemde PLC üzerinde 12 adet giriş ünitesi ADS7800 ile paralel data alışında kullanılacaktır. Sistemin örnekleme ve kayıt zamanı, PLC içerisindeki zamanlayıcı yazılımından sağlanmaktadır.

Veri ölçümlerinin alındığı ve merkez bilgisayara aktarıldığı istasyon sisteminde PLC; bağlantılı bulunduğu çevresel ünitelerin idare merkezidir. Verilerin örnekleme aralıklarının ayarlanması, ADS7800'den gelen meşgul ve dönüştür komutları değerlendirilerek verilerin okunması PLC'ye yazılmış olan algoritma ile kontrol edilmektedir.

PLC ve çevresel ünitelerle bağlantısı Şekil 3.6'da gösterilmektedir.



Şekil 3.6 PLC ve çevresel üniteleri

### 3.4. Verilerin PLC'den GSM/GPRS Haberleşme Modülüne Aktarımı

#### 3.4.1. Seri haberleşme hakkında genel bilgiler

Seri haberleşmede bilgi tek bir iletim yolu üzerinden  $n$  bit sıra ile aktarılır. İşaret aktarım hızı *baud* birimiyle ölçülür. *Baud* birim zamanda aktarılan ayrık işaretlerin sayısıdır. Bir ayrık işaret  $n$  bitlik bilgi içerebilir. Bir baud,  $n$  bps (bit per second) olarak da ifade edilebilir (Çölkesen ve Örencik 2003).

Seri haberleşme; asenkron, senkron ve isokron olarak üçe ayrılır:

#### Asenkron Seri Haberleşme

Asenkron haberleşmede, bir anda sadece bir bayt iletilir. Gönderici ve alıcının ayrı saatler kullandıkları seri iletim şeklidir. Bir bit için ayrılan süre kullanılan iletişim saat periyodunun  $n$  katı olur ( $n=16, 64$ ). Gönderilecek bilgi karakter adı verilen bloklara ayrılır (bir blok 7 veya 8 bit). Karakterin başına özel bir bit eklenir (*başla* biti, start); karakterin sonuna hata sezmede kullanılan bir bit eklenebilir (*eşlik* biti, parity). En sona da *dur* biti (stop) gelir. Peşpeşe iki karakterin gönderilmesinde, gönderilecek son karakterin *dur* biti de yollandıktan sonra, gönderici yeni bir karakter gönderene kadar yolu *dur* biti düzeyinde tutar. Her karakter *başla* biti ile başladığından, alıcı karakterin başını kolayca yakalayabilir.

#### Senkron Seri Haberleşme

Senkron haberleşmede, bir anda bir veri bloğu (karakter dizini) aktarımı yapılır. Karakterlerin başına *başla* ve *dur* bitleri koyulmaz. Gönderici, alıcıya, saat işaretlerini veri ile modüle ederek gönderir. Alıcı vericinin gönderdiği işaret dizisini bir faz kitleme devresinden geçirerek vericinin bit frekansına eşit frekanslı bir senkronizasyon işareti elde eder. Senkronizasyon için modülasyon gerektirmeyen ikinci bir yol, verici ve alıcı arasında ayrı bir yoldan saat işaretinin gönderilmesidir. Senkron haberleşmede bilgi bit katarının (64 bit ile 4096 bit arasında) başına ve sonuna özel desenli ön ve son ekler koyularak alıcının ilginin başlangıç ve sonunu belirlemesi sağlanır.

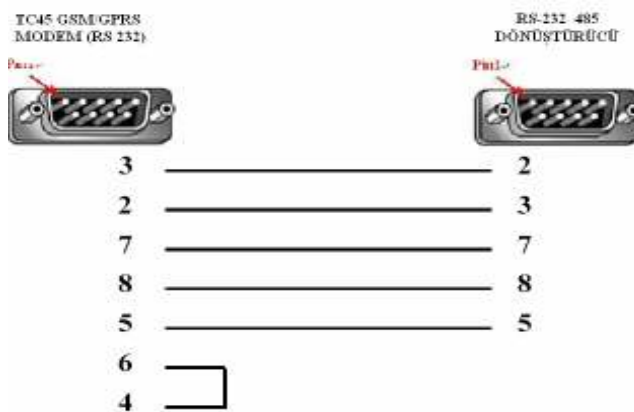
## Isokron Haberleşme

Isokron (isochronous) haberleşme, senkron haberleşmenin bir türevi (çeşidi) olarak düşünülebilir. Bu iletimde uç sistemlerin birbirleriyle olan haberleşme gereksinimi periyodik olarak karşılanır; bu periyotlar ile iletim ihtiyacı olan yol kapasitesi garanti altında tutulur. Örneğin her 125  $\mu$ s'de 193 bit aktarılacak gibi bir gereksinim belirtilir ve bu garantili olarak sağlanmalıdır. Bu tür iletim özellikle gerçek zamanlı uygulamalar (ses, video aktarımı vs.) için gereklidir (Çölkesen ve Örencik 2003).

Hem Senkron haberleşmede, hem de asenkron haberleşme yöntemi yazılım ile gerçekleştirilebilir. Bununla beraber, bu şekildeki haberleşmede programlar uzun ve zor olacağı için, genellikle seri veri iletiminde özel tüm devreler kullanılır. Bu tüm devreler yaygın şekilde, UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) veya USART (Universal Synchronous Receiver Transmitter) olarak adlandırılır (Gümüşkaya 2000).

### **3.4.2. Verinin PLC'den GSM/GPRS haberleşme modülüne aktarımı**

Verilerin PLC'den verilerin GSM/GPRS haberleşme modülüne aktarımında iki cihaz arasındaki haberleşme protokolü farklılıklarından dolayı bir dönüştürücü modüle ihtiyaç duyulmaktadır. S7-200 CPU224XP'nin haberleşme portu 485 haberleşme protokolünü kullanırken, GSM/GPRS haberleşme modülü RS232 protokolünü kullanmaktadır. Bu nedenle sistemde iki cihazın haberleşmesini sağlamak için DELTA firmasına ait RS232-485 dönüştürücü kullanılmıştır. Dönüştürücü ve GSM/GPRS haberleşme modülü arasındaki bağlantı Şekil 3.7'de, Dönüştürücü ve S7-200 CPU224XP arasındaki bağlantı ise Şekil 3.8'de gösterilmektedir.

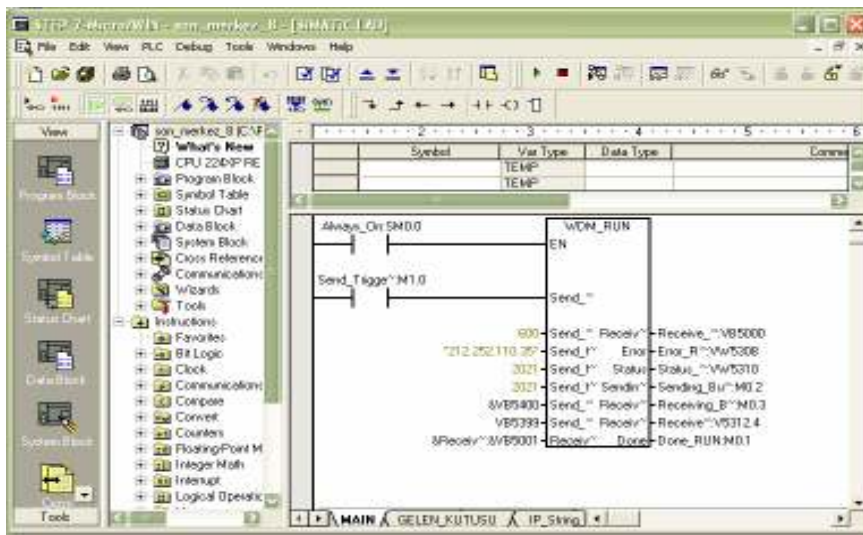


**Şekil 3.7** Dönüştürücü ve GSM/GPRS haberleşme modülü arasındaki bağlantı şeması



**Şekil 3.8** Dönüştürücü ve S7-200 CPU224XP arasındaki bağlantı şeması

Verilerin PLC'den verilerin GSM/GPRS haberleşme modülüne aktarımında donanımsal ayarlarla beraber yazılımsal ayarların da yapılması gerekmektedir. Yazılımsal ayarların PLC içerisine Step7 Microwin yazılımı ile yapılmasıyla PLC veri ölçüm ve hesaplamalarını yaparken aynı zamanda GSM/GPRS haberleşme modülünü de kontrol etmektedir. Step7 Microwin yazılımı haberleşme ayarlarında kullanılan bir kütüphaneye sahiptir. Yazılım kütüphanesinde yer alan fonksiyon bloklarına modül ve modülün sahip olduğu parametre değerleri işlenerek haberleşme alt yapısı kurulmaktadır. Haberleşme ayarlarının yapıldığı Step7 Microwin ekran görünümü Şekil 3.9'da gösterilmektedir.



**Şekil 3.9** Haberleşme ayarlarının yapıldığı Step7 Microwin ekran görünümü

### **3.5. Veri Aktarım Sistemi**

#### **3.5.1. GSM/GPRS haberleşme modülü**

##### **3.5.1.1. GSM/GPRS haberleşme modülün genel özellikleri**

Sistemde, Java destekli çift bantlı radyo modülü olan TC45 Wireless Modül kullanılmıştır.

Java, özellikle ağ ve internet uygulamaları için geliştirilmiş, bilgisayar teknolojilerinin kullanıldığı elektronik ev eşyaları gibi diğer elektronik sistemlerde de kullanıldığından bu modül, Java TM platformu J2ME (Java 2 Micro Edition) nin yaygın kullanımı sayesinde, sadece makineler arasında iletişimi sağlamakla kalmamakta, uygulamanın işleyişini de kontrol edebilmektedir.

Java destekli TC45'e entegre edilen sanal makine (VM), modülün veriyi değerlendirebilmesini ve verilen komutları gerçekleştirmesini sağlamaktadır. Böylece, kolayca programlanabilen dokuz adet I/O pin vasıtasıyla, karşılıklı data transferi yapılabilmektedir. GSM ve GPRS ağ bağlantısı ile çalışan bu kompakt ve hafif modül, verilerin uzaktan okunması için ideal modüldür. Bunun yanı sıra TC45, araç takip sistemi, otomatik satış makineleri, nokta satışı uygulamaları ve GSM gatewayleri gibi uygulamalar için de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Hafıza, kontrolör ve TCP/IP gibi parçaların modüle entegre edilmiş olması, sadece malzeme maliyetini değil, yazılım ve donanımda yapılması gereken entegrasyon ve deneme işlemlerini de azalttığından TC45 kullanımı kolay bir tasarıma dönüştürmektedir.

##### **3.5.1.2. Modülün yapısı ve çalışma prensipleri**

###### **3.5.1.2.1 Kablosuz iletişim hakkında genel bilgiler**

Kablosuz mobil iletim, cep telefonu gibi hareketli sistemlerin haberleşmesini sağlamak üzere geliştirilmiştir. Mobil iletişimde anahtar sözcük uç

sistemleri/kullanıcıların sürekli yer değiştirilmeleridir; komple bir mobil iletişimde kullanıcılar farklı erişim noktaları kapsamları arasında dolaşırlar (Çölkesen ve Örencik 2003).

Kablosuz iletişimin temelini, radyo frekansı terimi oluşturmaktadır. Radyo frekansı işitebildiğimiz frekans aralığının üzerinde; kızılötesi ışık frekansının da altında yer alan elektromanyetik frekans aralığıdır. Bu aralık 10 KHz ile 300 GHz arasında kalmaktadır. Kızılötesi iletişim dışında kalan tüm kablosuz iletişim araçları radyo frekansını kullanmaktadır.

TC 45 Modül, hem GSM hem de GPRS'i destekleyen bir yapıya sahiptir. GSM, mobil haberleşme tasarlanmış sayısal tabanlı hücreli bir sistemdir.

GSM için yapılmış olan tanımlamalar işlevleri ve erişimler için gerekli olan arayüz gereksinimlerini belirtmektedir; ancak, altyapıda kullanılacak donanım üzerine bir sınırlama yoktur. Böylece marka bağımsız altyapı oluşturma imkânı doğmaktadır.

GSM ağı, Şekil 3.10'da görüldüğü gibi anahtarlama, baz istasyonu ve işletme/destek sistemleri olarak adlandırılan 3 ana sistem şeklinde tasarlanmıştır (Çölkesen ve Örencik 2003):

- Anahtarlama Sistemi (SS, Switching System)
- Baz İstasyonu Sistemi (BSS, Base Station System)
- İşletme/Destek Sistemi (OSS, Operation/Support System)

#### *ANAHTARLAMA SİSTEMİ*

SS, çağrı işleme ve abone ile ilgili işlevlerden sorumludur. Anahtarlama sistemi aşağıdaki işlevsel birimleri içermektedir:

Merkez Konum Kaydı (HLR, Home Location Register): HLR, aboneliklerin depolandığı ve yönetildiği bir veritabanıdır; abonelerin hizmet profilleri, konum bilgisi ve aboneler hakkında sabit veriler bu veritabanında saklanırlar. Kullanıcılar operatöre abone olduklarında HLR veritabanına kayıtları yapılır.



Mobil Hizmetler Anahtarlama Merkezi (MSSC, Mobile Services Switching Center):

MSSC, sistemin telefon anahtarlama işlevlerini yerine getirir; diğer telefon ve veri sistemlerinden veya diğer telefon ve veri sistemlerine olan çağrılarını denetler. Kontör sayımı, ağ arayüzü bağlantısı ve işaretleme bilgisinin aktarımı gibi diğer santrallere özgü işlemler de burada gerçekleştirilir.

Ziyaretçi Konum Kaydı (VLR, Visitor Location Register):

VLR, MSSC'nin ziyaretçi abonelere hizmet verebilmesi için, söz konusu aboneler hakkında geçici bilgileri içeren bir veritabanıdır. VLR, MSSC ile bütünleştirilir. Bir mobil kullanıcı yeni bir MSSC alanına girdiğinde MSC'ye bağlı VLR söz konusu mobil istasyon hakkında HLR'dan bilgi ister; daha sonra, eğer mobil istasyon bir çağrı gerçekleştirirse VLR her seferinde HLR'a başvurmaksızın çağrı kurulumu için gerekli bilgiye sahip olur.

Doğrulama Merkezi (AUC, Authentication Center):

AUC, kullanıcı kimliğinin doğrulanması ve çağrı gizliliğinin sağlanması için doğrulama ve şifreleme parametrelerini sağlar. AUC, GSM ağlarının değişik türde saldırılardan korunmasını da sağlar.

Cihaz Kimlik Kaydı (EIR, Equipment Identity Register):

EIR, çalıntı, yetkisiz veya arızalı kullanıcılardan çağrı yapılmasını engelleyen, ağdaki kullanıcı cihazlar hakkında bilgi içeren bir veritabanıdır. AUC ve EIR ayrı ayrı olabileceği gibi AUC/EIR şeklinde bütünleştirilmiş de gerçekleştirilebilir.

### *BAZ İSTASYONU SİSTEMİ*

BSC (Base Station Controller, Baz İstasyonu Denetçileri) ve BTS (Base Transceiver Station, Baz Alıcı/Verici İstasyonlarından) oluşan BSS tüm radyo işlemlerini gerçekleştirir.

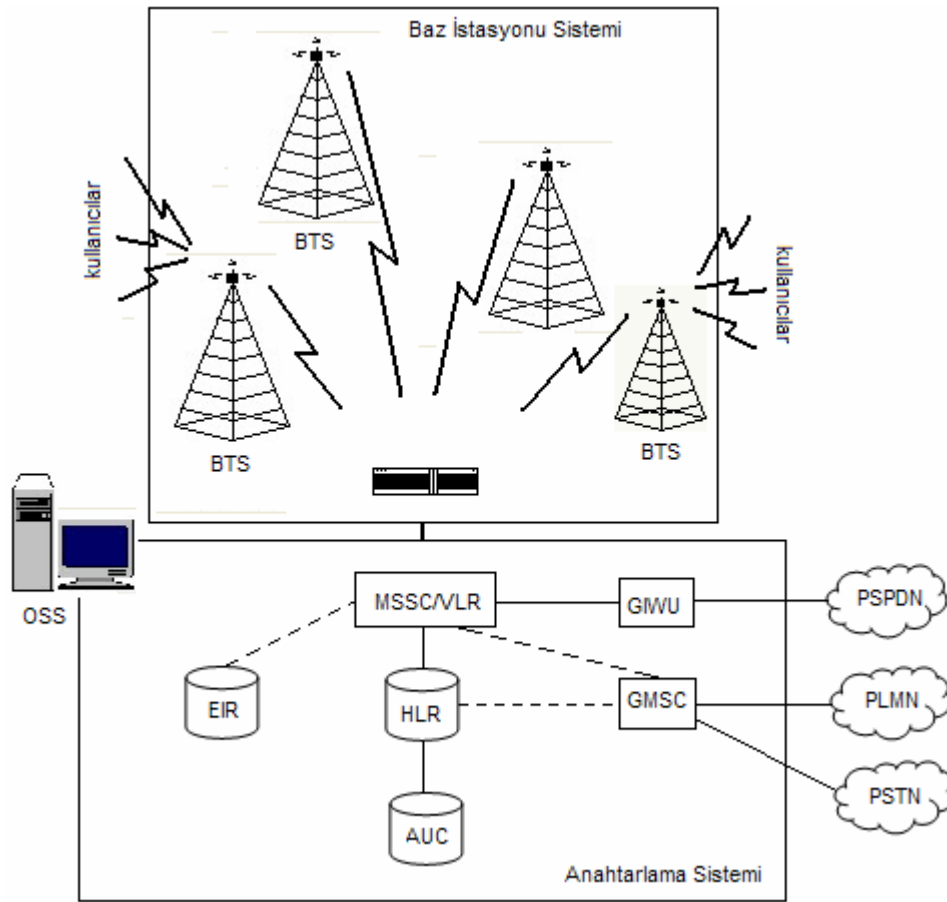
BSC: MSC ve BTS arasındaki fiziksel bağlantıları ve denetim işlevlerini sağlar; hücreler arası geçişler, hücre konfigürasyon verisi ve baz alıcı/verici istasyonlarındaki RF güç düzeylerinin denetim gibi işlevleri sağlayan yüksek kapasiteli bir anahtardır.

**BTS:** BTS, mobil istasyonlara radyo arayüzü sağlar. BTS, ağdaki her hücreye hizmet sunabilmek için ihtiyaç duyulan radyo cihazlarıdır (Alıcı-verici ve antenler). Bir BSC, birden fazla BTS'e hizmet sunabilir.

### *İŞLETME/DESTEK SİSTEMİ*

İşletme merkezi, anahtarlama sistemindeki tüm cihazlara ve BSC'lere bağlıdır; kısaca OSS olarak anılır. OSS, ağın izlenmesini ve denetlenmesini sağlayan mekanizmadır.

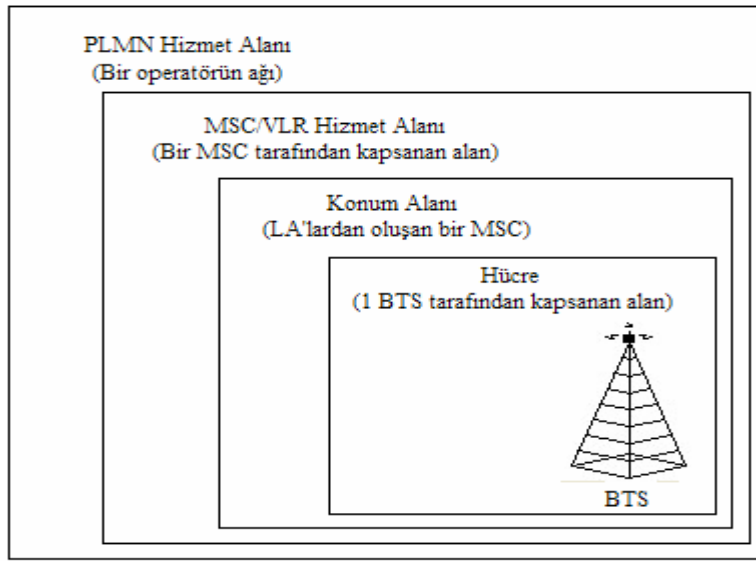
Bütün bunlara ek olarak Mesaj Merkezi (MXE, Message Center), Mobil Hizmet Ucu (MSN, Mobile Service Node), Geçityolu Mobil Hizmetleri Anahtarlama Merkezi (GMSC, Gateway Mobile Services Switching Center), GSM Arabağlaşım Birimi (GIWU, GSM Interworking Unit) gibi bileşenler de vardır.



**Şekil 3.10** GSM altyapısı ve temel birimleri (Çölkesen ve Örencik 2003)

GSM alanları iç içe coğrafi alanlardan oluşur; bu alanlar Şekil 3.11’de görüldüğü gibi hücreler, konum alanları, MSC/VLR hizmet alanları ve kamusal karasal mobil ağ alanları olarak genişlemektedir.

Hücre, bir baz alıcı/verici istasyonu tarafından kapsanan radyo alanıdır. GSM ağı her hücreyi, ona atanmış olan bir hücre kimliği (CGI) ile tanımlar. Konum alanı bir grup hücrenin bir araya gelmesi ile oluşturulur; bu alan, aboneye çağrı yapılan alandır. MSC/VLR hizmet alanı GSM ağının bir MSC’si tarafından kapsanan ve MSC’nin VLR’ında kaydedildiği gibi erişilebilir bir hizmet alanını temsil eder.



**Şekil 3.11** GSM coğrafi alanları (Çölkesen ve Örencik 2003)

TC 45 modül aynı zamanda, GPRS’i de desteklemektedir. GPRS, GSM, PCS, DCS gibi sayısal hücresel ağlar için tasarlanmış bir hizmet şeklidir; paket radyo ilkesine dayanır ve kullanıcı verisini IP ve X.25 gibi paket tabanlı protokoller üzerinden GPRS uçbirimleri arasında taşınması için kullanır. Başka bir ifade ile GPRS, aynı radyo kanalının birçok kullanıcıya paylaşılması esasına dayalı paket anahtarlama, kablosuz bir iletişim teknolojisidir. GPRS standardı ETSI tarafından yapılmıştır.

GPRS paket tabanlı bir teknikte yüksek veya düşük hızlı veri ile işaretlemenin GSM ağları üzerinden verimli bir şekilde taşınması için bir yol ortamı sunar. Radyo ve ağ alt sistemleri birbirinden ayrı tutulur ve böylelikle ağ alt sisteminin diğer radyo erişim

teknolojileri tarafından kullanımına olanak tanınır. GPRS, hâlihazırdaki Mobil Anahtarlama Merkezlerinde bir değişiklik gerektirmez. GPRS ayrıca GPRS radyo kanalları üzerinden SMS iletimine de izin verir.

GPRS'in "her zaman hatta" özelliği kullanılarak, veri haberleşmesi için her defasında yenilenen kurulum işlemi ortadan kaldırılmaktadır. Kullanıcı her zaman, kurulum prosedürleri için zaman harcamadan, hızlı ve sabit bir bağlantı elde edebilmektedir (Özdemir ve Danışman 2005).

GPRS şebekeleri üzerindeki uygulamalar yatay ve dikey uygulamalar olmak üzere iki gruba ayrılır:

- Yatay uygulamalar: Kablosuz uygulama protokolü (Wireless Application Protocol, WAP), elektronik posta, WEB taraması gibi gezgin internet servisleri ve gezgin internet erişimini kapsar.
- Dikey uygulamalar: Bireysel son kullanıcılar için değil, kullanıcı grupları ve şirketler için tasarlanmıştır.

GPRS'in dikey uygulamaları. GPRS servis sağlayıcılarının sunduğu kurumsal abonelik kimliğiyle birleştirildiğinde, milyonlarca elektrik abonesini izlemek için oldukça uygun bir çözüm olmaktadır. GPRS şebekesinin TCP/IP protokolü desteği ile enerji ölçüm donanımlarını ve ana izleme sistemini internet üzerinden birbirine bağlamak mümkündür.

### **3.5.1.2.2 GSM/GPRS haberleşme modülünün donanımsal yapısı ve çalışması**

Modülün donanımsal yapısında, GSM/GPRS Temelbant Bloğu ve GSM RF bloğu olmak üzere temel iki bölümden oluşmaktadır. Şekil 3.12'de TC45 blok diyagramı gösterilmektedir.

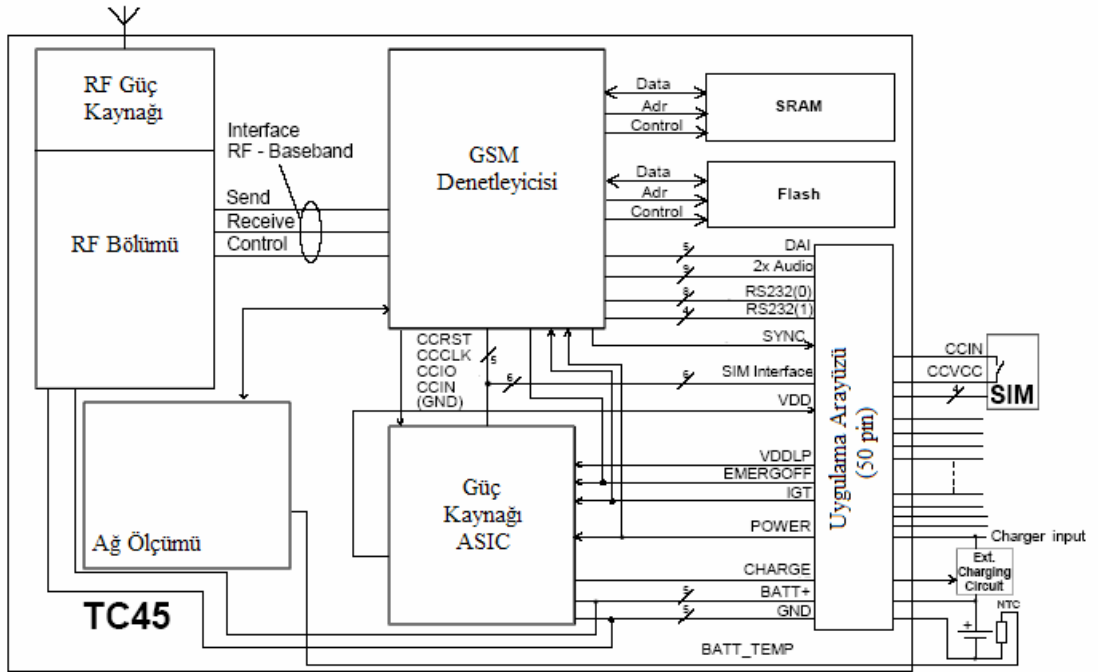
GSM/GPRS Temelbant bloğunda yer alan parçaları şöyle sıralayabiliriz:

- 26 MHz hızında çalışan GSM denetleyici ünitesi
- Güç Kaynağı ASIC
- Flash

- SRAM (Static Random Access Memory )
- Uygulama arayüzü

GSM RF bloğunun yer alan parçaları ise;

- RF alıcı-verici
- RF güç yükseltici
- RF önyüz
- Anten bağdaştırıcısı



Şekil 3.12 TC 45 blok diyagramı

Modülün farklı cihazlarla kurduğu haberleşme sistemlerinde ve çevresel ünitelerinde, uygulama sadece uygulama arayüzünde yer alan pin bağlantıları ile sistem çalıştırılabilmektedir. Şekil 3.13'te uygulama arayüzünün pinleri ve işlevsel atamaları gösterilmektedir.

Modülün uygulama arayüzü işlevsel olarak düşünüldüğünde on iki ara bölüme ayrılabilir:

- **Güç Kaynağı:** BATT+ ve GND pinlerinden oluşur. Uygulama arayüzünün besleme ünitesini oluşturur. Besleme voltaj aralığı 3.2V ile 4.5V arasındadır.

- Şarj Arayüzü: POWER, BATT\_TEMP ve CHARGE pinlerinden oluşur. Uygulama arayüzünün sarjı ile ilgili sinyalizasyonlar gerçekleşir.
- Harici Kaynak Voltajı: VDD pininden oluşur. Modülün çalışıyor bilgisini gösteren LED(Light Emitting Diode) gibi harici ünitelerin besleme ucudur. Voltaj çıkışı 2.84V ile 2.96V arasındadır.
- VDD Düşük Güç: VDDL P pininden oluşur. Güç kaynağı aktif durumda değil iken RTC (Real Time clock) ünitesi için harici olarak besleme voltajı sağlanmasında kullanılır.

26	BATT+	GND	25
	BATT+	GND	
	BATT+	GND	
	BATT+	GND	
	BATT+	GND	
	VDD	CHARGE	
	/RING0	POWER	
	/DSR0	VDDL P	
	/RTS0	/TXD0	
	/DTR0	/TXD1	
	/RTS1	/RXD0	
	/CTS0	/RXD1	
	/CTS1	SYNC	
	/DCD0	BATT_TEMP	
	/EMERGOFF	RFSDAI	
	/IGT	TXDDAI	
	GND	SCLK	
	MICN1	TFSDAI	
	MICP1	RXDDAI	
	MICP2	CCGND	
	MICN2	CCIN	
	EPN1	CCRST	
	EPP1	CCIO	
	EPP2	CCVCC	
50	EPN2	CCCLK	1

**Şekil 3.13** Uygulama arayüzü pin bağlantıları

- Tetikleme: /IGT pininden oluşur. Modülün çalışmasında uzaktan anahtarlama yapılabilmesini sağlar.
- Acil Kapatma: /EMERGENCY pininden oluşur. Modülün acil olarak kapatılması için kullanılır. Yazılımsal olarak gelen komutlara bağlı olarak bu ucun devreye girmesiyle modülün besleme voltajı kesilmiş olur.

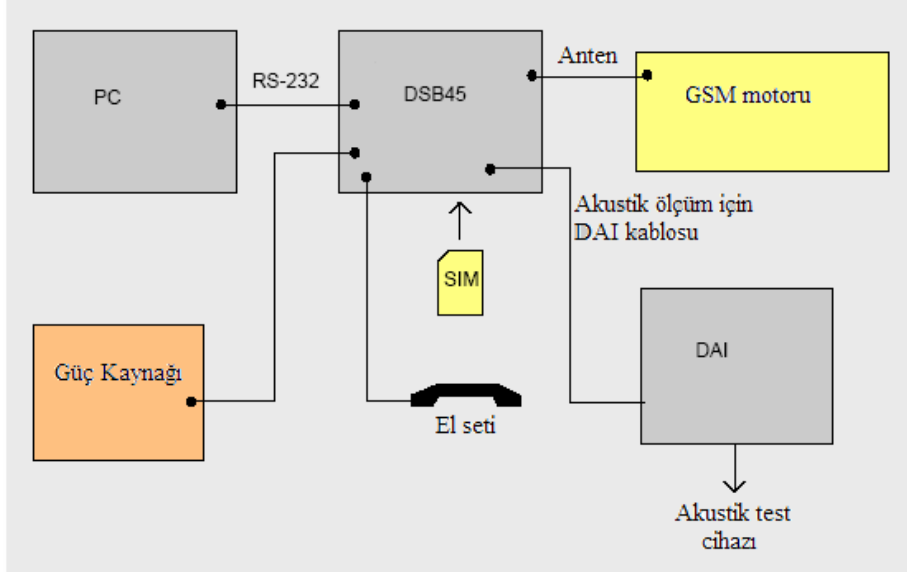
- Senkronizasyon: SYNC pininden oluşur. Modülün veri aktarımı esnasında oluşan hasarlardan dolayı akım tüketiminin yükseldiğini işaret eden gösterge ucudur.
- SIM (Subscriber Identification Module) Arayüzü: CCIN, CCRST, CCIO, CCCLK, CCVCC ve CCGND pinlerinden oluşur. SIM kartın modül içinde işleyişini kontrol eden sinyalizasyonlar kontrol edilir.
- ASC0 Arayüzü: /RXD0, /TXD0, /CTS0, /RTS0, /DTR0, /DCD0, /DSR0, ve /RING0 pinlerinden oluşur. AT komutları ile modül işleyişinin kontrol edilebildiği modülün birinci seri haberleşme arayüzüdür.
- ASC1 Arayüzü: /RXD1, /TXD1, /CTS1 ve /RTS1 pinlerinden oluşur. Modülün birinci seri haberleşme arayüzünden AT komutları ile aktif duruma getirildiğinde modülün ikinci seri haberleşme arayüzü olarak çalışır.
- DAI (Digital Audio Interface, Dijital İşitsel Arayüz): RFSDAI, RXDDAI, SCLK, TFSDAI, TXDDAI pinlerinden oluşur. Bu arayüzün aktif olarak çalışabilmesi için AT komutları ile tanımlamalarının yapılması gerekmektedir.
- Analog Akustik Arayüz: EPP2, EPN2, EPP1, EPN1, MICP1, MICN1, MICP2, MICN2 ve AGND pinlerinden oluşur. Mikrofon ve hoparlör gibi işitsel cihazların modüle eklenmesinde kullanılan uçlardan oluşur.

Açıklanmış olan modül bölümleri ve ilgili pinleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

**Tablo 3.1** Modül bölümleri ve ilgili pinleri

<i>BÖLÜM ADI</i>	<i>PİN ADI</i>
Güç Kaynağı	BATT+ , GND
Şarj Arayüzü	POWER, BATT_TEMP, CHARGE
Harici Kaynak Voltajı	VDD
VDD Düşük Güç	VDDL
Tetikleme	/IGT
Acil Kapatma	/EMERGENCY
Senkronizasyon	SYNC
SIM (Subscriber Identification Module) Arayüzü	CCIN, CCRST, CCIO, CCCLK, CCVCC, CCGND
ASC0 Arayüzü	/RXD0, /TXD0, /CTS0, /RTS0, /DTR0, /DCD0, /DSR0, /RING0
ASC1 Arayüzü	/RXD1, /TXD1, /CTS1, /RTS1
DAI (Digital Audio Interface, Dijital İşitsel Arayüz)	RFSDAI, RXDDAI, SCLK, TFSDAI, TXDDAI
Analog Akustik Arayüz	EPP2, EPN2, EPP1, EPN1, MICP1, MICN1, MICP2, MICN2, AGND

GSM/GPRS modül ile birçok değişik uygulama tasarlanabilir. Modülün kullanabileceği çevresel ünite sayısı ihtiyaçlar doğrultusunda değişkenlik gösterir. Modül ile oluşturulabilecek tüm çevresel üniteler Şekil 3.14’te gösterilmektedir.



**Şekil 3.14** Modül ve çevresel üniteleri

Modemin normal çalışma modları beş ayrılır. Bu modlar şöyle sıralanabilir:

- GSM/GPRS Uyku Modu: Modemde mevcut olan yazılım minimum seviyede aktif olarak çalışır ve enerji tasarrufu sağlar.
- GSM Hazır Modu: Modemde mevcut olan yazılım aktif olarak çalışmaktadır. Modem veri transferi için hazırdır.
- GSM Konuşma Modu: Modem tanımlaması yapılmış diğer ünite ile haberleşmektedir.
- GPRS Hazır Modu: Modem GPRS yoluyla veri alış verişine hazır durumdadır. Henüz veri aktarımı başlamamıştır.
- GPRS Veri Modu: GPRS veri aktarımı başlamıştır.

### 3.5.1.3. Modül işleyişinde kullanılan komut sistemi

Sistemde kullanılan TC45 GSM/GPRS modüller istasyondaki PLC ve merkezde de merkez bilgisayar ile veri alış verişi yaparken AT komut sistemini kullanırlar. AT adlandırması “ATtention” kelimesinin ilk harflerinden gelmektedir. AT komut seti,



modemin bağlantı kurabilmesini ve gelen çağrılarını otomatik olarak kabul edebilmesini sağlayan modem kontrol komutlarının oluşturduğu bir komut setidir. Akıllı modem olarak adlandırılmış gelişmiş modemler kendi tiplerine göre farklılık gösteren gelişmiş AT komut sistemi kullanırlar.

Sistemde kullanılan TC45 GSM/GPRS haberleşme modülünde AT komutları işlevsel özelliklerine göre gruplara ayrılabilir:

- Standart AT komutları: Modülün genel bağlantı ve seri haberleşme ayarlarının kontrol edildiği komutlardır. Örnek olarak, ATA ve ATH komutları verilebilir. ATA komutu aramaya cevap verilmesinde, ATH komutu ise mevcut bağlantının kesilmesinde kullanılır.
- Faks AT komutları: Faks yolu ile veri aktarımının gerçekleşmesinde kullanılacak komutlardır. Örnek olarak, AT+FDT ve AT+FET komutları verilebilir. AT+FDT komutu faks verisi aktarımında, AT+FET komutu ise dokuman bitiş bildiriminde kullanılır.
- GSM AT komutları: GSM haberleşme ayarlarının yapılmasında, SIM kartı için PIN girişlerinin yapılabilmesini kullanılan komutlardır. Örnek olarak, AT+CMGR ve AT+CMGS komutları verilebilir. AT+CMGR komutu SMS mesajı okunmasında, AT+CMGS komutu ise gönderilmesinde kullanılır.
- GPRS AT komutları: GPRS haberleşme ayarlarının yapılmasında, PDP (Packet Data Protocol, Paket Data Protokolü) aktivasyonlarında, SMS mesajlarının gönderilmesinde ve IP servis sağlayıcı ayarlarının yapılmasında kullanılan komutlardır. Örnek olarak, AT^SGCONF ve ATD\*98# komutları verilebilir. AT^SGCONF komutu GPRS ile ilgili parametrelere ayarlarının yapılmasında, ATD\*98# komutu ise GPRS IP servisi talebinin yapılmasında kullanılır.

Sistemde kullanılan TC45 GSM/GPRS modülü gelişmiş bir AT komut sistemine sahip olmasından ve JAVA destekli yapısından dolayı esnek bir kullanıma sahiptir. TC45 GSM/GPRS modül için AT komut listesi Ek-3'de yer almaktadır.

### **3.5.2. Statik IP ve GPRS bağlantı kurulumları**

#### **3.5.2.1 IP ve Statik IP'in tanımı**

IP adresi belli bir ağa bağlı cihazların ağ üzerinden birbirlerine veri yollamak için kullandıkları adrestir. IP adresi şu anda yaygın kullanımda olan IPv4 (Internet protocol version 4) için 32 bit boyutunda olup, noktalarla ayrılmış dört adet sekiz bitlik sayı ile gösterilir. Örneğin; 192.166.90.5

IP adreslendirmesi dinamik IP ve statik IP olarak ikiye ayrılır. Dinamik IP, değişken IP adresidir. Bağlantı kopartılıp tekrar bağlanılınca, periyodik olarak (örneğin; her gün saat 00:00'da), yük altında veya yüksüz durumda değişir. Statik IP ise sabittir ve bağlantı kopartılıp tekrar bağlanılsa bile değişmez, hep aynı kalır.

#### **3.5.2.2 GSM/GPRS modülünün statik IP ile GPRS bağlantısı**

Sistemde kullanılan GSM/GPRS haberleşme modülleri GPRS bağlantısını kullanılan SIM kartın temin edildiği GSM operatörü aracılığıyla sağlar. GPRS bağlantı esnasında sahip olacağı Statik IP adresini de aynı GSM operatöründen temin eder.

GPRS'in kullanıcı grupları ve şirketler için tasarlanan dikey uygulamaları, GPRS servis sağlayıcılarının sunduğu kurumsal abonelik ile birleştirilerek GPRS iletişim ağı için özel bir sistem kurulabilir.

Kurumsal aboneliği olmayan GPRS kullanıcılarına, her bağlantıda farklı bir IP kimliği verilir. Sistemde IP'lerin bu şekilde sürekli değişmesi kontrolü zorlaştırır ve güvenlik açıklarının oluşmasına sebep olabilir. Fakat kurumsal aboneliklerde her bir abonenin sabit bir IP numarası vardır. Bu yüzden sistemde abonelik tipi kurumsaldır. Aboneler Radius Server (Sunucu) vasıtası ile kontrol edilir ve bu şekilde bir LAN (Local Area Network, Yerel Alan Şebekesi) kurulur. Bu ağın içerisindeki IP'lere ağın dışından erişimler engellenebildiği gibi bu IP'lerin ağın dışına çıkmaları da engellenebilir. Ayrıca Radius Sunucu her bir IP'nin ağ içerisinde birbiri ile olan erişimlerini de kontrol edebilir. Radius Sunucu'lar GPRS servis sağlayıcısı ile fiziksel olarak bağlıdır. GPRS kapsama alanı içerisindeki bütün aboneler bu sunucu

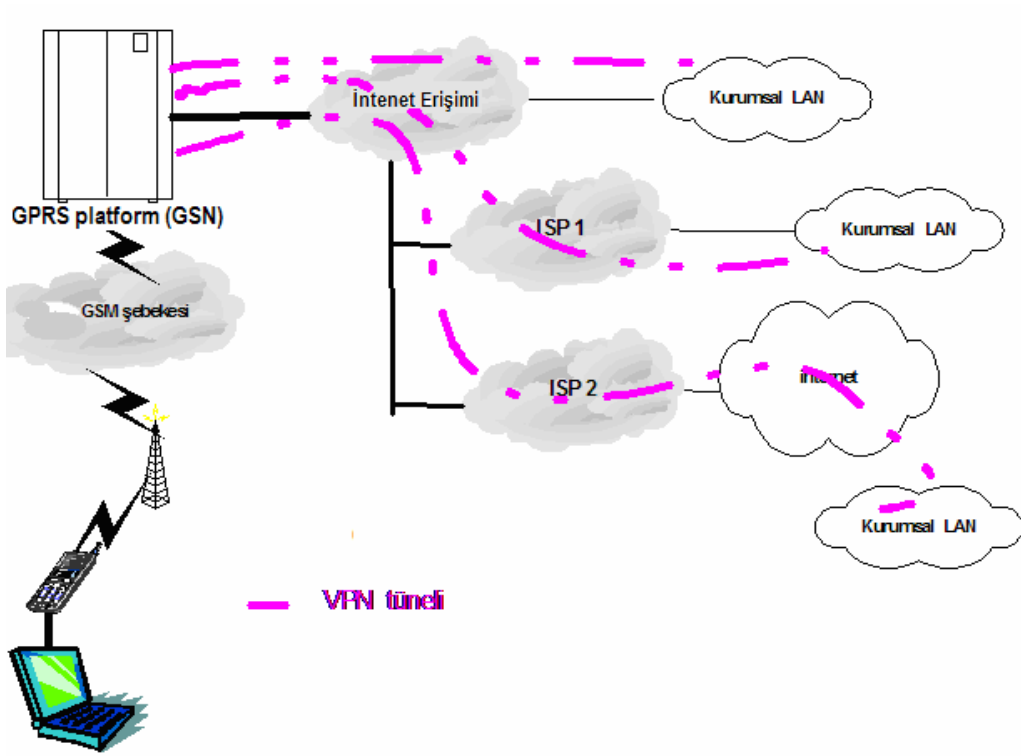
tarafından izlenebildiği gibi coğrafi bölgelere ayrılarak, bölgesel Radius Sunucu'lar ile de kontrol edilebilir (Özdemir ve Danışman 2005).

GSM operatörünün sahip olduğu GPRS şebekesinin ana elemanı GSN (GPRS Support Nodes, GPRS Destek Düğümleri)'dir ve GPRS servisinden yararlanmak isteyen kurumsal müşterilerin, kendi kurumsal şebekeleriyle GSM operatörünün GSN'i arasında fiziksel bir medya aracılığı ile bağlantı kurması gerekmektedir. Bu bağlantıyı sağlama yollarından biri, ortak servis sağlayıcılar üzerinden sanal tüneller oluşturmak (VPN tunnelling over public ISPs); diğeri ise kiralık hat (leased line) kullanmaktır.

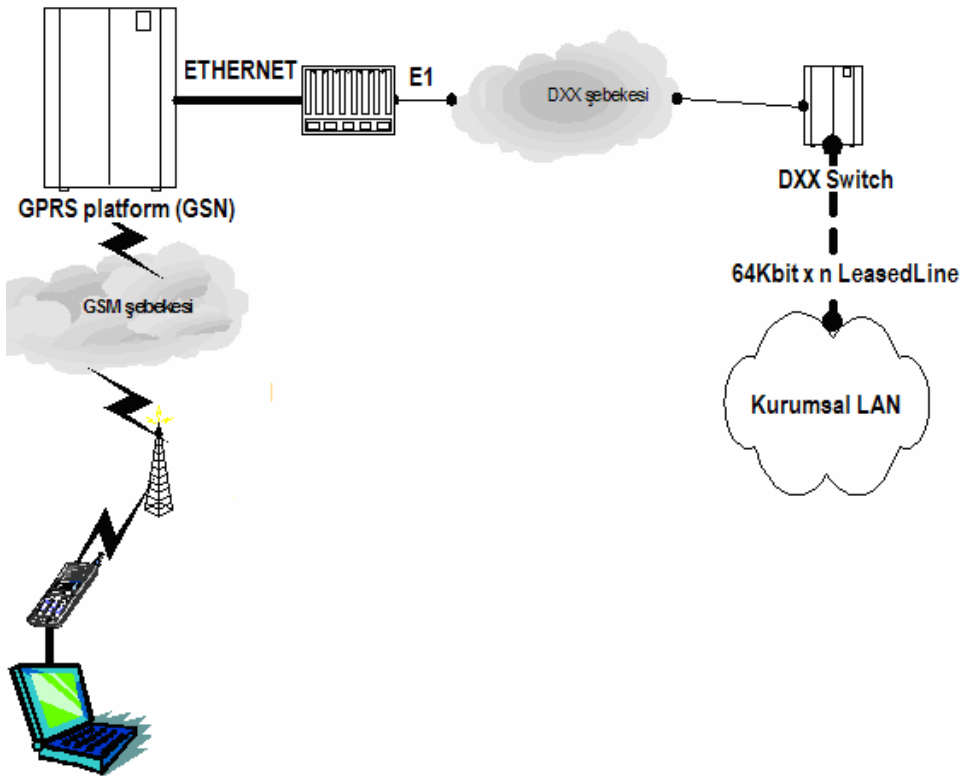
Ortak servis sağlayıcılar üzerinden sanal ve güvenli tüneller oluşturma: Bu yöntem ile mevcut ISP (Internet Servis Provider, İnternet Hizmet Sağlayıcı) bağlantısı kullanılarak ortak omurga üzerinden GPRS bağlantısı sağlanabilmektedir. Bu tür bağlantıda, kurulacak VPN (Virtual Private Networks, Özel Sanal Ağ)'in esası başlangıç (GSM Operator GPRS düğümü) ve bitiş noktaları ( Kurumsal şebekenin giriş düğümü) arasında güvenli bir tünel oluşturularak, bu tünel üzerinden özel bilgi ve veri internete çıkarılmadan önce şifrelenir ve gelen şifrelenmiş paketlerden gerçek veri elde edilir. Dolayısıyla VPN uygulamasında en önemli konu, aktarılabilecek bilgi ve verinin şifrelenmesidir. Bu tünelin oluşturulmasında kurumsal şebekenin özel ve yazılım sistemlerine sahip olması ve başlangıç ve bitiş noktalarındaki düğümler üzerinde uygun konfigürasyonların yapılması gerekmektedir. Şekil 3.15'te VPN ile kurulmuş GSN düğümü gösterilmektedir.

VPN uygulamalarında genel ve özel ağ yapısının birleşiminden oluşan avantajlı yapıda, özel kurum içerisinde sanal bir ağ oluşturularak kurum elemanlarının birbirleri ile olan bağlantısı genel ağ sağlayıcısı üzerinden yapılmaktadır (Comer 2001).

Kiralık hat kullanma: Bu yöntemle ISP omurgaları kullanmak yerine kurumsal şebeke ile GSM operatörünün GSN düğümü arasında doğrudan bağlantı sağlanır. Kurumsal şebeke, kendi şebekesinin çıkışından istediği miktardaki bant genişliğini sağlayacak bir aktarım alt yapısını oluşturmak zorundadır. Şekil 3.16'da kiralık hat GSN düğümü gösterilmektedir.



Şekil 3.15 VPN ile kurulmuş GSN düğümü



Şekil 3.16 Kiralık hat GSN düğümü

### 3.5.2.3 GPRS bağlantısının hızı ve güvenliği

Hem VPN hem de kiralık hat GSN düğümü bağlantılarında GSM şebekesinde oluşabilecek sıkışıklıklar GPRS veri iletişimini de etkiler. Çünkü kurulan GPRS, GSM şebekesi üzerine inşa edildiği için GSM konuşmasına olanak sağlayan kaynakları da ortak kullanır. GPRS bağlantısında kaynakların birden fazla kullanıcı tarafından kullanılıyor olması sebebiyle oluşabilecek kaynak bulamama ya da kaynakların birden fazla kullanıcı arasında paylaşırma esasları yüzünden, garanti edilmiş bir veri transfer hızı yoktur. Hız, şebeke tarafından ortak kullanılan kaynakların durumuna ve tipine bağlı olarak her an değişebileceği gibi, kullanılan terminalin tipine ve özelliğine göre de değişebilmektedir.

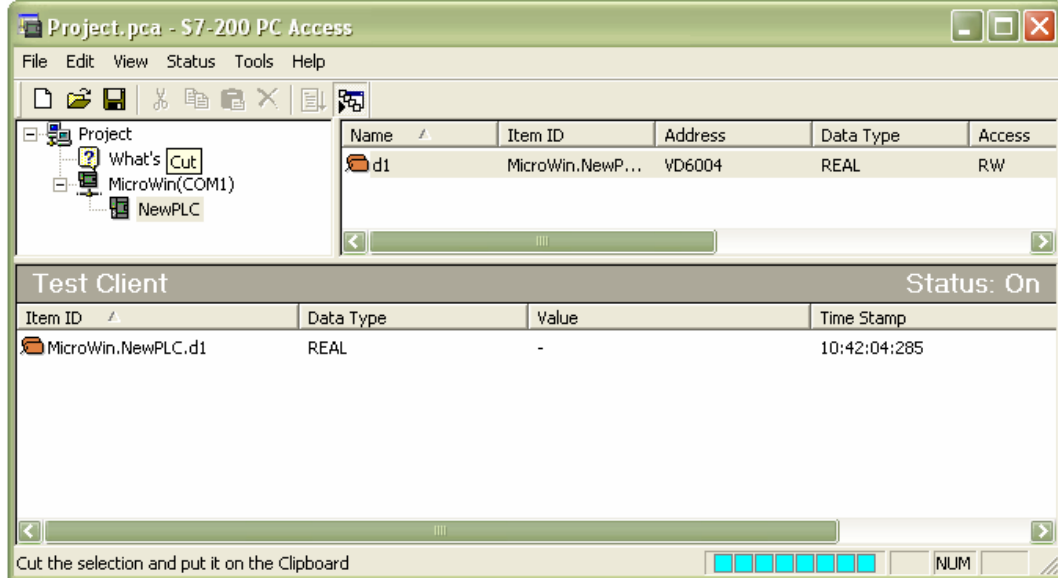
GPRS teknolojisi, GSM teknolojisi üzerine inşa edildiği için oldukça güvenli bir iletişim olanağı sunmaktadır. Son kullanıcıdan GSM şebekesine kadar olan radyo arayüzünde GSM’de kullanılan kriptolama (encrytion) algoritmasını kullanmaktadır. Kriptolama algoritması ile düzgün giriş verileri kriptolojik olarak şifrelenmekte ve kriptolanmış veriler oluşturulmaktadır. İyi bir kriptolama algoritması ile yazılmış olan bir verinin, veri ile birlikte gönderilmiş olan dekriptolama şifresi bilinmeden düzgün bir formatta okunması mümkün değildir (Lewis 2001).

GPRS ana düğümünde, kurumsal şebekeye kadar olan IP bağlantı güvenliği standart IPSec fonksiyonu ile sağlanmaktadır. IPSec fonksiyonu, transfer edilen verinin kriptolanmasını ve böylece istenmeyen erişimler engellenip verinin gizli, güvenli ve sadece yetkili uçlar arasında aktarılması sağlanmaktadır. IPSec, güvenli veri işleyişini AH (Authentication Header) ve ESP (Encapsulating Security Payload) protokolleri kullanarak gerçekleştirmektedir. IPSec fonksiyonu tünelleme yönteminde uygulanabileceği gibi, tünel kullanılmaksızın da uygulanabilmektedir.

### 3.5.3. Verilerin PC seri arayüze ulaşımı

Merkezdeki PC’ye GSM/GPRS modül ve PLC aracılığı ile aktarılan veriler PC’de Siemens’e ait PCAccess yazılımı ile okunur. PCAccess OPC(Object Process Control) protokolü için PC’de verilerin okunacağı DELPHI ile PLC arasında alt yapıyı oluşturur.

PCAccess arayüzüne ait ekran görüntüsü Şekil 3.17'de gösterilmektedir. Bu arayüz programı ile PLC'de yer alan verilerin PC'ye ulaşım ve verilerin kalitesi kontrol edilebilmekte ve aynı zamanda verilerin güncel değerleri izlenebilmektedir.



Şekil 3.17 PCCAccess arayüzüne ait ekran görüntüsü

### 3.6. Verilerin PC'de Gösterimi ve Değerlendirilmesi

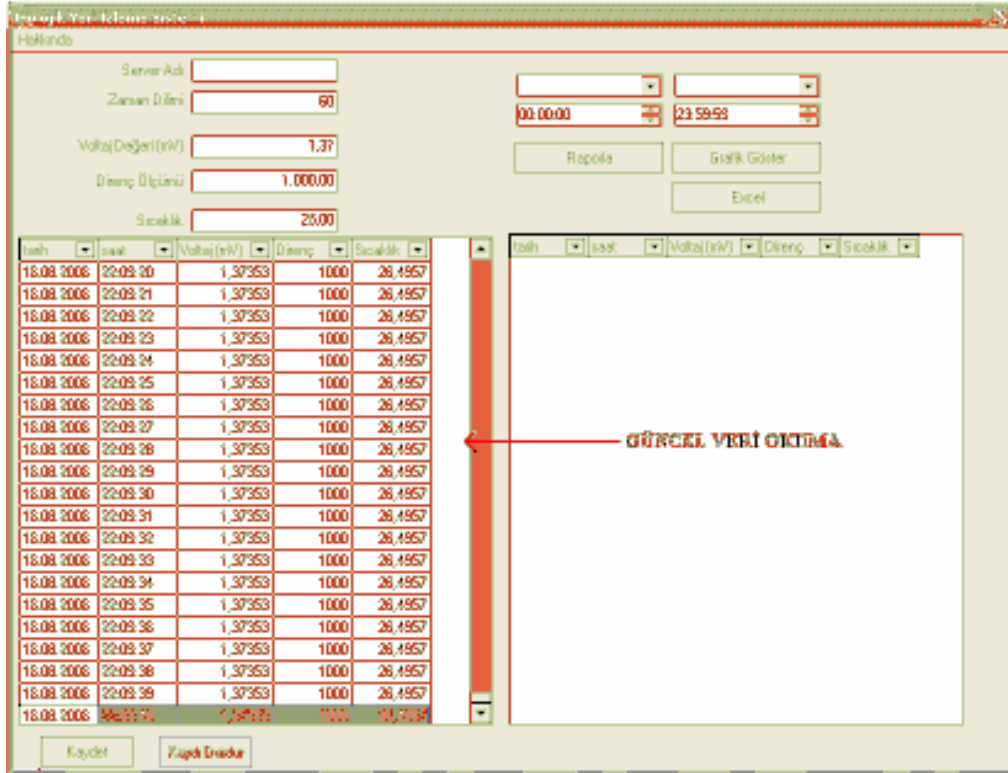
#### 3.6.1. Verilerin seri porttan Delphi programı ile okunması

Seri port üzerinden merkezdeki PC'ye ulaşan veriler, DELPHI yazılımı aracılığı ile görsel bir arayüz oluşturularak PC ekranında gösterilir. Sistemin veri kayıt ve güncel veri okuma görüntüsü Şekil 3.18'de gösterilmektedir.

#### 3.6.2. Verilerin grafiksel ve arşivsel gösterimi

Merkez PC'ye aktarılan verilerin okunmasından sonra zamana bağlı grafiksel gösterimi görsel olarak merkezdeki son kullanıcının istekleri doğrultusunda şekil alır.

Merkez PC'ye ulaşan verilerin arşivsel kayıtlarının tutulabilmesi için DELPHI programında veri tabanı uygulamaları yapılır.

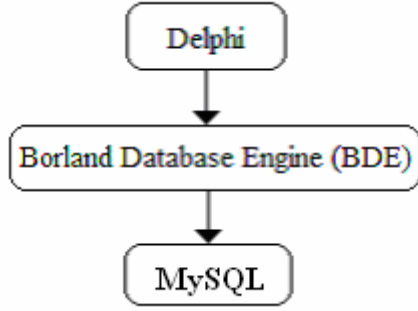


**Şekil 3.18** Sistemin veri kayıt ve güncel veri okuma görüntüsü

Veritabanı uygulamaları, veritabanlarında saklanan veriler ile kullanıcılar arasındaki etkileşimi sağlar. Veritabanları ise farklı veritabanı uygulamalarının paylaşacağı veriler ve bu veriler ile ilgili verinin yapısını belirten bilgiyi içerirler.

Delphi ilişkisel veritabanı uygulamalarını destekler. İlişkisel Veritabanları (Relational Databases), veriyi satırlar (kayıtlar) ve sütunlar (alanlar) şeklindeki bir yapı ile tablolarda organize ederler.

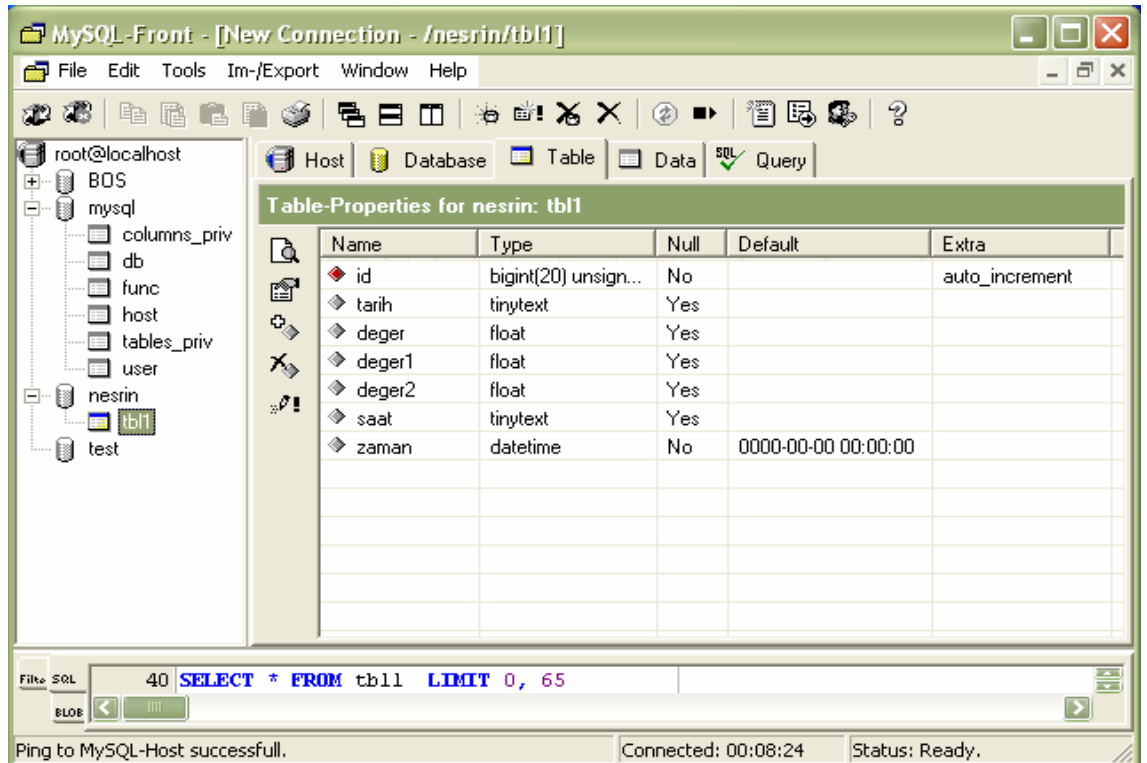
Sistemde kullanılan DELPHI, uygulama ile veritabanı arasındaki köprüyü BDE (Borland Database Engine, Borland Veritabanı Motoru) ile sağlamaktadır. Sistemde veritabanı olarak MySQL seçilmiş ve sistemin genel akış diyagramı Şekil 3.19'da gösterilmektedir.



Şekil 3.19 Sistemin BDE ve database ilişkisi

BDE, çok sayıda veri tabanı sürücüsü ve fonksiyonu ile diğer veri tabanları ile bağlantı kurabilmektedir. Paradox, dbase, Foxpro, Access gibi standart veri kaynaklarına erişim için veritabanı sürücülerini içermektedir. BDE sisteminin konfigürasyonu, BDE yöneticisi (BDE Administrator) programı ile yapılmaktadır (Daşdemir 2002).

Sistemde MySQL veritabanında üç ayrı veri ve bunların zamansal kayıtlarına ait tablolar oluşturulmuştur. Bu tabloların gösterimi Şekil 3.20’de, veri kayıt tablo örnekleri de Şekil 3.21’de yer almaktadır.



Şekil 3.20 MySQL tablolarının gösterimi



id	tarih	deger	deger1	deger2	saat
972	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:36:58
973	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:36:59
974	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:00
975	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:01
976	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:02
977	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:03
978	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:04
979	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:05
980	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:06
981	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:07
982	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:08
983	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:09
984	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:10
985	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:11
986	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:12
987	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:13
988	15.08.2006	-22,0761	27,854	-1,5	22:37:14

40 SELECT \* FROM tbl1 LIMIT 0, 65

Şekil 3.21 Veri kayıt tablo örnekleri

Merkez PC'ye aktarılan verilerin okunmasından sonra zamana bağlı grafiksel gösteriminde grafikler hem anlık hem de geçmişe yönelik veri-zaman grafiklerini içerir. Son kullanıcı seçtiği tarihler arasındaki verileri izleyip, değerlendirmelerini yapabilir. Veri kayıt tarih aralıklarının seçilip, raporsal gösterime sunulduğu bir örnek Şekil 2.22'de gösterilmektedir. Oluşturulan arayüz programında rapor dosyaları Excel formatında C:\rapor.xls olarak kaydedilebilmektedir.

Verilerin zamana bağlı değişimlerinin yer aldığı grafiklerde, istasyonda belirlenmiş olan örnekleme aralık değerleri ile DELPHI içerisinde seri porttan veri okuma ve güncelleme aralık değerleri sistemin hassasiyetine bağlı olarak büyük önem taşımaktadır. Seçilen aralık değerleri küçüldükçe, sistemin ölçüm hassasiyeti artarken, aralıklar büyüdükçe görsel ifadeler daha esnek bir izlenime sahip olacaktır. İstasyonun örnekleme aralığı istasyondaki PLC'nin yazılımından ayarlanırken, bu değer merkez

PC’de zaman dilimi hanesinden ayarlanmaktadır. Arayüzde oluşturulan grafiksel gösterim örneği Şekil 3.23’de yer almaktadır.

**Jeolojik Veri İzleme Sistemi**

Hakkında

Server Adı

Zaman Dilimi

Voltaj Değeri (mV)

Direnç Ölçümü

Sıcaklık

16.08.2006

00:00:00

**RAPOR GÜNCELLEME** → Raporla

**TARİH VE ZAMAN ARALIĞI SEÇME** →

**EXCEL DOSYASINA KAYIT** → Excel

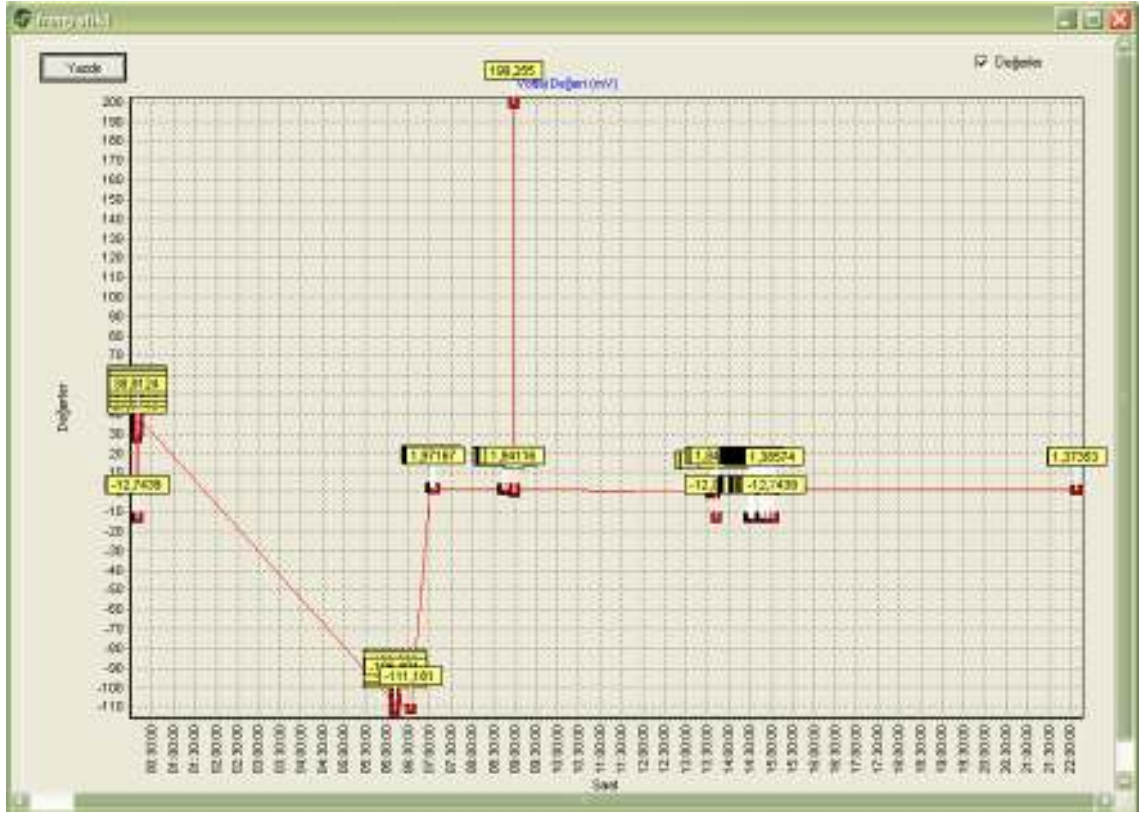
tarikh	saat	Voltaj (mV)	Direnç	Sıcaklık
16.08.2006	22:09:20	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:21	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:22	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:23	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:24	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:25	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:26	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:27	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:28	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:29	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:30	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:31	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:32	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:33	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:34	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:35	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:36	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:37	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:38	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:39	1,37353	1000	26,4957
16.08.2006	22:09:40	1,37353	1000	26,4957

tarikh	saat	Voltaj (mV)	Direnç	Sıcaklık
16.08.2006	14:31:23	1,83129	1000	26,2821
16.08.2006	14:31:24	1,83129	1000	26,2821
16.08.2006	14:31:25	1,83129	1000	26,2821
16.08.2006	14:31:26	1,83129	1000	26,2821
16.08.2006	14:31:27	1,83129	1000	26,2821
16.08.2006	14:31:28	1,82519	1000	27,1368
16.08.2006	14:31:29	1,83129	1000	28,4188
16.08.2006	14:31:30	1,83129	1000	29,2735
16.08.2006	14:31:31	1,8374	1000	29,9145
16.08.2006	14:31:32	1,81909	1000	30,7692
16.08.2006	14:31:33	1,8374	1000	31,1966
16.08.2006	14:31:34	1,8496	1000	31,6239
16.08.2006	14:31:35	1,83129	1000	31,8376
16.08.2006	14:31:36	1,82519	1000	32,0513
16.08.2006	14:31:37	1,83129	1000	32,265
16.08.2006	14:31:38	1,8374	1000	32,4786
16.08.2006	14:31:39	1,81909	1000	32,6923
16.08.2006	14:31:40	1,8435	1000	32,6923
16.08.2006	14:31:41	1,8435	1000	32,906
16.08.2006	14:31:42	1,8374	1000	32,906
16.08.2006	14:31:43	1,83129	1000	32,906

Kaydet Kaydı Durdur

**Şekil 3.22** Veri kayıt tarih aralıklarının seçilip raporsal gösterime sunulması

Merkez PC’ye aktarılan verilerin maksimum arşiv kayıt miktarı, örnekleme aralıkları ile ters orantılı olarak değişmektedir. Kurulmuş olan sistemde istasyon sayısının ilk denemeler için bir tane düşünülmesi ve ölçülen verilerin iki word boyutunda olmasından dolayı merkez PC’nin kayıt süresi yıllar mertebesinde hesaplanabilir. Fakat sistemin istasyon sayısı ve ölçülen veri miktarındaki artışa bağlı olarak merkez PC’nin ileriki aşamalarda hard disk boyutunun büyük seçilmesi gerekmektedir.



Şekil 3.23 Arayüzde oluşturulan grafiksel gösterim örneği

#### 4. SONUÇ VE YORUMLAR

Ülkemizin büyük bir bölümü deprem riski ile iç içe yaşamaktadır. Bilim ve teknolojinin günümüzde ulaştığı noktada, depremin ne zaman ve nerede oluşabileceğinin önceden tahmin edilmesi oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle deprem öncesinde gözlenen ve değişiklikler meydana geldiği tespit edilen jeolojik verilerin uzun süreli izlenip değerlendirilmesiyle deprem tahminlerine yol gösterebilecek sonuçlar ortaya çıkarılabilmesi hedeflenen büyük çalışmalar yapılmaktadır.

Yapılan bu çalışmada, yer bilimi konusunda çalışmaları bulunan uzmanların jeolojik olarak ölçmek istedikleri elektriksel veriler saptanmış ve bu verilerin belirlenen bir istasyondan ölçülüp işlendikten sonra uzak mesafedeki merkeze aktarımının gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

Yapılan çalışma temelde oluşan iki sorunun cevabını bulmaya yönelilmiştir. Bu sorulardan ilki, toprak yüzeyinden ölçülecek olan jeolojik veriler hassasiyetini bozmadan nasıl ölçülebilir sorusu, diğeri ise ölçümlerle elde edilen veriler güvenilir ve hızlı bir şekilde merkeze nasıl aktarabilir sorusudur. İlk sorunun cevabı için elektronik devre elemanlarından oluşan hassas elektronik kart tasarımı oluşturulmuştur. İkinci sorunun cevabı için ise kablosuz haberleşme sistemleri incelendikten sonra hız ve güvenilirlik açısından GPRS modül kullanılarak veri aktarımının gerçekleşmesine karar verilmiştir.

Sistem üzerinde yapılan denemelerde topraktan alınacak hassas veri ölçümlerinde yüzde yüz bir güvenilirlik elde edilmesinin zorlukları görülmüştür. Çünkü ölçüm alanında yer kabuğu hareketlerinin oluşturacağı verileri kaydetmek asıl hedef iken yağmur, istasyona yakın mesafedeki elektromanyetik gürültüler gibi dış etkenlerden

dolayı ölçümün güvenilirliğini düşmektedir. Bu konuda yapılan ileriki çalışmalarda, gelişmiş izolasyon tekniklerinin kullanılmasıyla ölçüm güvenilirliği yükseltilebilmesi mümkün olacaktır. Bu noktada bahsedilebilecek diğer bir husus da ölçüm esnasında fark edilen ve ölçümün doğruluğunu etkileyen diğer yer kabuğu sinyallerinin sistem denemeleri yapılırken bulunabileceğidir. Böylece sistem yeni verilerin keşfine de katkı sağlayacaktır.

Veri aktarımıyla konusunda yapılan çalışmalarda ise verinin statik IP'ye sahip bir istasyondan yine statik IP'ye sahip merkeze veri gönderimi, bir GSM operatöründen temin edilen GPRS bağlantı imkânıyla gerçekleştirilmiştir. Aktarım sistemin en büyük avantajlarından biri sistemin GSM operatörünün kapsama alanına giren geniş bir alanda haberleşme imkânının sağlanması ve RF modemlerde karşılaşılan coğrafi yapı ve mesafe sıkıntılarının ortadan kalmış olmasıdır. Fakat burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus seçilmiş olan GSM operatörünün güvenilirliği ve kapsama alanının genişliğidir. Sistem tasarımcısı donanımsal ve yazılımsal olarak en üst seviyede bir haberleşme konfigürasyonu oluşturmuş olmasına rağmen, GSM operatörünün yetersiz kalmasından kaynaklanan iletişim sorunları yaşanabilir.

Sisteme genel olarak bakıldığında, sistem ucuz maliyetli ve değişikliklere açık bir yapıya sahip olmasından dolayı üzerinde yapılacak olan tasarım ve yazılım geliştirme çalışmalarına olanak tanımaktadır. Sistemin ilk tasarım çalışmalarında maliyeti daha da düşürebilmek için sistemde kullanılan PLC yerine PIC 16F877 mikrodenetleyicisinin kullanılması düşünülmüş fakat kablosuz haberleşme yazılımlarında sorunlar meydana gelmesinden ve zaman problemlerinden dolayı uygulamada kullanılamamıştır. İleriki aşamalarda programlama üzerine daha fazla yoğunlaşarak mikroişlemcilerin kullanılmasıyla daha ucuz maliyetli sistemler tasarlanabilir. Ayrıca gelişmiş izolasyon teknikleri kullanılarak ve GPRS iletişimde yaşanan gelişmelere bağlı olarak yapılan modifikasyonlarla sistemin güvenilirliği artırılıp, kullanımı yaygınlaştırılabilir.

## KAYNAKLAR

- Altınsoy, S., Bilgiç, Z., Gökçöl, Y. Z., Keskinöglü, İ., Kılıçarslan, S., Tunçdoğan, T., Türksoy, Y., Yalkut, A. (1993) Gelişim Hachette, c.3, (Gökçöl, T.), **Gelişim Yayınları**, İstanbul, 4608 s.
- Aydan, Ö., Kumsar, H. ve Ulusay R. (2000) GPS ölçümlerinden yararlanılarak Batı Anadolu'nun depremselliğine bir yaklaşım. **Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu**, İzmir, s. 279-288.
- Comer, D. E. (2001) Computer Networks and Internets with Internet Applications. **Prentice Hall**, New Jersey, 683s.
- Çakmak, B. ve Sokullu, R. I. (2005) Elektrik Sayaçların Uzaktan Bilgi Aktarımı. **11-12 Kasım 2005 III. Otomasyon Sempozyumu**, Denizli, s. 40-44.
- Çölkesen, R. ve Örencik, B. (2003) Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri. **Papatya Yayıncılık**, İstanbul, 448s.
- Daşdemir, Y. (2002) Veritabanları & SQL. **Türkmen Kitabevi**, İstanbul, 670s.
- Doğru A.G. (2006) Jeodezinin Deprem Araştırmalarındaki Yeri ve Önemi. **BÜ Kandilli Rasathanesi DAE, Jeodezi Anabilim Dalı**, [http://www.koeri.boun.edu.tr/jeodezi/bilgi/bilgi\\_notes/jeodejideprem.pdf](http://www.koeri.boun.edu.tr/jeodezi/bilgi/bilgi_notes/jeodejideprem.pdf) (13.05.2006).
- Enescu, B. D., Enescu D. and Constantin A. P. (1999) The Use of Electromagnetic Data for Short-Term Prediction of Vrancea (Romania) Earthquakes: Preliminary Data. **The Society of Geomagnetism and Earth, Planetary and Space Sciences (SGEPSS)**, 1099-1117.
- Gümüşkaya, H. (2000) Mikroişlemciler ve Bilgisayarlar Intel Ailesi ve IBM PC. **Alfa Yayınları**, İstanbul, 461s.
- İnan, S. A. ve Koyun, A. (2005) RF & İnternet ile Uzaktan Kontrol Edilen İçme Suyu Kuyuları ve Su Depolarının PIC Mikrokontrolcü Destekli Otomasyonu ve Geniş Arazide Uygulanması. **11-12 Kasım 2005 III. Otomasyon Sempozyumu**, Denizli, s. 45-49.
- Kumsar, H., Aydan, Ö., Tano, H., ve Ulusay, R. (2003) A Multi-Parameter Measurement System in Denizli and Its Response During July 2003 Buldan Earthquakes. **An International Colloquium on the Instrumentation and Monitoring of Landslides and Earthquakes in Japan and Turkey**, Koriyama, JAPAN, s.69-79.
- Kurtulan, S. (1998) S7-200 ile Endüstriyel Otomasyon. İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi Kumanda ve Kontrol Sistemleri Anabilim Dalı, İstanbul, 93s.

- Lewis, R. S. (2001) Wireless PC-Based Services. **Prentice Hall**, New Jersey, 449s.
- Özdemir, A. T. ve Danışman, K. (2005) GPRS Üzerinden Web Tabanlı Bölgesel Enerji Takip Sistemi. **11-12 Kasım 2005 III. Otomasyon Sempozyumu**, Denizli, s.63-67.
- Uyeda, S. (2000) International Frontier Research Group on Earthquakes (RIKEN IFREQ).
- Yıldız, M. ve Karaboğa, N. (2005) GSM Tabanlı Yerel Ev Güvenliği ve Otomasyonu. **11-12 Kasım 2005 III. Otomasyon Sempozyumu**, Denizli, s. 16-20.
- WEB\_1. (2006), VAN METHOD, [http://deprem.itu.edu.tr/VAN\\_METHOD.htm](http://deprem.itu.edu.tr/VAN_METHOD.htm) (24.05.2006).
- WEB\_2. (2006), Depremler ve Faylar, [http://erzurum.meteor.gov.tr/meteor/deprem/deprem\\_fay.htm](http://erzurum.meteor.gov.tr/meteor/deprem/deprem_fay.htm) (26.05.2006).
- WEB\_3. (2000), Elektrostatik Kayaç Gerginlik İzleme Yöntemi ile Deprem Tahmin Sistemi, <http://www.deprem.cs.itu.edu.tr/forecasterprn.pdf> (10.05.2006).
- WEB\_4. (2006), Eartquake Early Warning System (EEMS) Connection Manual, [http://www.tandd.us/product/manual/pdf/RTR-5W%20Manual\\_us.pdf](http://www.tandd.us/product/manual/pdf/RTR-5W%20Manual_us.pdf) (15.05.2006)

**EKLER**



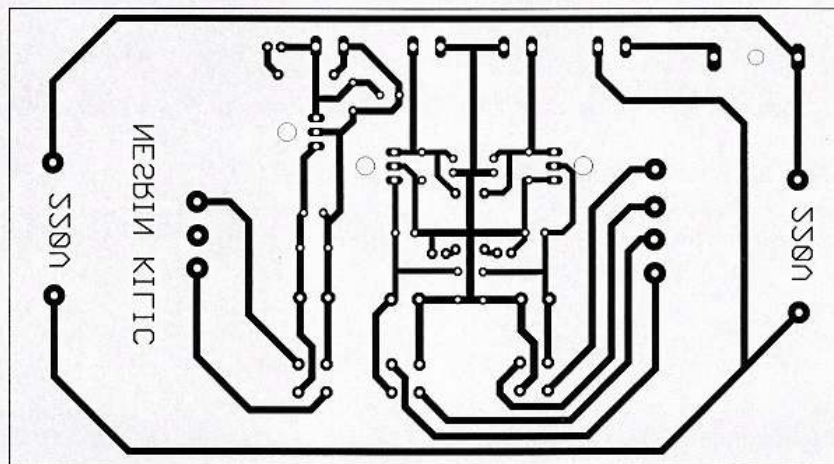
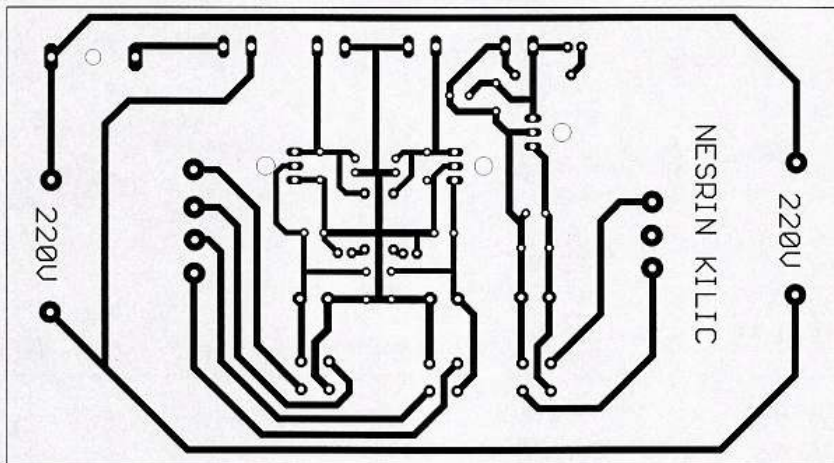
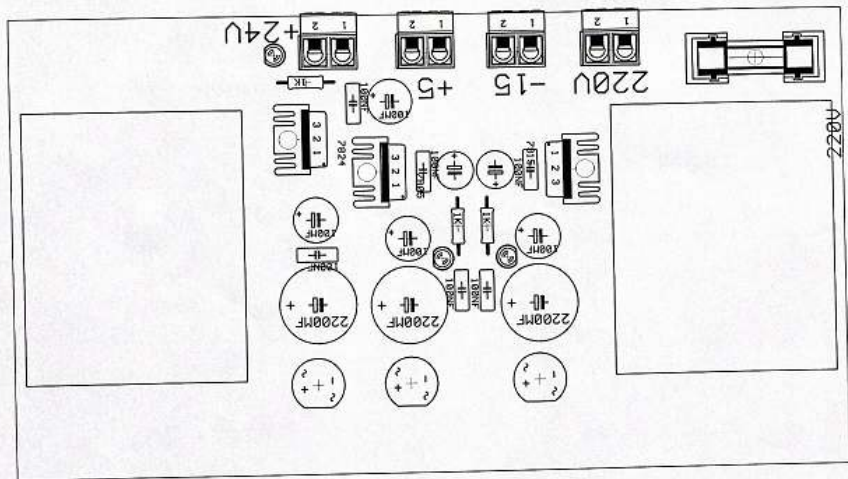
Ek-1

## ADS7800 pin açıklamaları

<i>PIN#</i>	<i>ADI</i>	<i>AÇIKLAMASI</i>
1	IN1	±10V Analog Giriş. ±5V giriş kullanılması durumunda GND girişine bağlanır.
2	IN2	±5V Analog Giriş. ±10V giriş kullanılması durumunda GND girişine bağlanır.
3	REF	+2V Referans Çıkışı. 22µF- 47µF ile çıkışa bypass yapılır. Harici yükler için buffer görevi vardır.
4	AGND	Analog Topraktır. 13. pin'e bağlanır.
5	D11	Data Bitidir. En anlamlı bittir. (MSB, Most Significant Bit)
6	D10	10. Data Bitidir.
7	D9	9. Data Bitidir.
8	D8	8. Data Bitidir.
9	D7	HBE (High Byte Enable, Etkin Yüksek Bayt) düşük seviyeye çekildiyse 7. data biti olarak çalışır. HBE yüksek seviyeye çekildiyse sürekli düşük seviyededir.
10	D6	HBE düşük seviyeye çekildiyse 6. data biti olarak çalışır. HBE yüksek seviyeye çekildiyse sürekli düşük seviyededir.
11	D5	HBE düşük seviyeye çekildiyse 5. data biti olarak çalışır. HBE yüksek seviyeye çekildiyse sürekli düşük seviyededir.
12	D4	HBE düşük seviyeye çekildiyse 4. data biti olarak çalışır. HBE yüksek seviyeye çekildiyse sürekli düşük seviyededir.
13	DGND	Dijital Topraktır. 4. pin'e bağlanır.
14	D3	HBE düşük seviyeye çekildiyse 3. data biti olarak çalışır. HBE yüksek seviyeye çekildiyse 11. data biti olarak çalışır.
15	D2	HBE düşük seviyeye çekildiyse 2. data biti olarak çalışır. HBE yüksek seviyeye çekildiyse 10. data biti olarak çalışır.
16	D1	HBE düşük seviyeye çekildiyse 1. data biti olarak çalışır. HBE yüksek seviyeye çekildiyse 9. data biti olarak çalışır.
17	D0	HBE düşük seviyeye çekildiyse 0. data biti olarak çalışır. HBE

		yüksek seviyeye çekildiye 8. data biti olarak çalışır.
18	HBE	Etkin Yüksek Bayt (High Byte Enable). Bu pin düşük seviyede tutulduğunda data çıkışı paralel 12 bitlik çıkış olarak atanır. Yüksek seviyede tutulduğunda ise en anlamlı bitler 14-17 pinlerine atanır ve 9-12 pinleri düşük seviye çıkış pinleri olur. Dönüşümün yapıda tanımlanması bu pinin düşük seviyede kalmasına bağlıdır.
19	$R/\overline{C}$	Oku/Dönüştür (Read/Convert). Chip seçili ve HBE düşük seviyede; meşgul pini yüksek seviyede iken bu pin düşük kenar olarak tetiklendiğinde dönüşüm başlar.
20	$\overline{CS}$	Chip Seçili (Chip Select). Analog-dijital dönüşümün başlaması ve datanın okunabilmesi için düşük seviyede tutulmalıdır.
21	$\overline{BUSY}$	Meşgul. Dönüşüm esnasında bu pin çıkışı düşük seviyededir. Dönüşüm modunda yükselen köşe ile data tanımlanmasına geçer.
22	-VS	Negatif Güç Kaynağı (-12 veya -15V). Toprak ile bypass yapılmalıdır.
23	V <sub>SD</sub>	Pozitif Güç Dijital Kaynağı (+15V). 24 nolu pine bağlanmalı ve toprak ile bypass edilmelidir.
24	V <sub>SA</sub>	Pozitif Analog Güç Kaynağıdır (+5V). 23 nolu pine bağlanmalı ve toprak ile bypass edilmelidir.





Ek-3

## TC45 GSM/GPRS MODÜL İÇİN AT KOMUT LİSTESİ

### Standard V.25ter AT Commands

A/ Repeat previous command line  
 +++ Switch from data mode or PPP online mode to command mode  
 AT\Qn Flow control  
 ATA Answer a call  
 ATD Mobile originated call to dial a number  
 ATD<mem><n> Originate call to phone number <n> in memory <mem>  
 ATD<n> Originate call to phone number selected from active memory  
 ATD<str> Originate call to phone number in memory with corresponding field  
 ATDI Mobile originated call to dialable ISDN number <n>  
 ATDL Redial last telephone number used  
 ATE Enable command echo  
 ATH Disconnect existing connection  
 ATI Display product identification information  
 ATI[value] Display additional identification information  
 ATL Set monitor speaker loudness  
 ATM Set monitor speaker mode  
 ATO Switch from command mode to data mode / PPP online mode  
 ATQ Set result code presentation mode  
 ATP Select pulse dialing  
 ATS0 Set number of rings before automatically answering the call  
 ATS3 Write command line termination character  
 ATS4 Set response formatting character  
 ATS5 Write command line editing character  
 ATS6 Set pause before blind dialing  
 ATS7 Set number of seconds to wait for connection completion  
 ATS8 Set number of seconds to wait for comma dial modifier  
 ATS10 Set disconnect delay after indicating the absence of data carrier  
 ATS18 Extended error report  
 ATT Select tone dialing  
 ATV Set result code format mode  
 ATX Set CONNECT result code format and call monitoring  
 ATZ Set all current parameters to user defined profile  
 AT&C Set circuit Data Carrier Detect (DCD) function mode  
 AT&D Set circuit Data Terminal Ready (DTR) function mode  
 AT&F Set all current parameters to manufacturer defaults  
 AT&S Set circuit Data Set Ready (DSR) function mode  
 AT&V Display current configuration  
 AT&W Store current configuration to user defined profile  
 AT+GCAP Request complete TA capabilities list  
 AT+GMI Request manufacturer identification  
 AT+GMM Request TA model identification  
 AT+GMR Request TA revision identification of software status  
 AT+GSN Request TA serial number identification(IMEI)  
 AT+ILRR Set TE-TA local rate reporting  
 AT+IPR Set fixed local rate

AT Commands for FAX

AT+FBADLIN Bad Line Threshold  
 AT+FBADMUL Error Threshold Multiplier  
 AT+FBOR Query data bit order  
 AT+FCIG Query or set the Local polling id  
 AT+FCLASS Fax: Select, read or test service class  
 AT+FCQ Copy Quality Checking  
 AT+FCR Capability to receive  
 AT+FDCC Query or set capabilities  
 AT+FDFFC Data Compression Format Conversion  
 AT+FDIS Query or set session parameters  
 AT+FDR Begin or continue phase C data reception  
 AT+FDT Data Transmission  
 AT+FET End a page or document  
 AT+FK Kill operation, orderly FAX abort  
 AT+FLID Query or set the Local Id setting capabilities  
 AT+FMDL Identify Product Model  
 AT+FMFR Request Manufacturer Identification  
 AT+FOPT Set bit order independently  
 AT+FPHCTO DTE Phase C Response Timeout  
 AT+FREV Identify Product Revision  
 AT+FRH Receive Data Using HDLC Framing  
 AT+FRM Receive Data  
 AT+FRS Receive Silence  
 AT+FTH Transmit Data Using HDLC Framing  
 AT+FTM Transmit Data  
 AT+FTS Stop Transmission and Wait  
 AT+FVRFC Vertical resolution format conversion

AT Commands originating from GSM 07.07

AT+CACM Accumulated call meter (ACM) reset or query  
 AT+CALA Set alarm time  
 AT+CAMM Accumulated call meter maximum (ACMmax) set or query  
 AT+CAOC Advice of Charge information  
 AT+CBST Select bearer service type  
 AT+CCFC Call forwarding number and conditions control  
 AT+CCLK Real Time Clock  
 AT+CCUG: Closed User Group  
 AT+CCWA Call waiting  
 AT+CEER Extended error report  
 AT+CFUN Set phone functionality  
 AT+CGMI Request manufacturer identification  
 AT+CGMM Request model identification  
 AT+CGMR Request revision identification of software status  
 AT+CGSN Request product serial number identification (IMEI) identical to GSN  
 AT+CHLD Call hold and multiparty  
 AT+CHUP Hang up call  
 AT+CIMI Request international mobile subscriber identity  
 AT+CIND Indicator control  
 AT+CLCC List current calls of ME  
 AT+CLCK Facility lock  
 AT+CLIP Calling line identification presentation  
 AT+CLIR Calling line identification restriction (by \*# sequence)

AT+CLVL Loudspeaker volume level  
 AT+CMEE Report mobile equipment error  
 AT+CMER Mobile equipment event reporting  
 AT+CMUT Mute control  
 AT+CMUX Enter multiplex mode  
 AT+COPN Read operator names  
 AT+COPS Operator selection  
 AT+CPAS Mobile equipment activity status  
 AT+CPBR Read current phone book entries  
 AT+CPBS Select phone book memory storage  
 AT+CPBW Write phone book entry  
 AT+CPIN Enter PIN  
 AT+CPIN2 Enter PIN2  
 AT+CPUC Price per unit and currency table  
 AT+CPWD Change password  
 AT+CR Service reporting control  
 AT+CRC Set Cellular Result Codes for incoming call indication  
 AT+CREG Network registration  
 AT+CRLP Select radio link protocol param. for orig. non-transparent data call  
 AT+CRSM Restricted SIM Access  
 AT+CSCS Set TE character set  
 AT+CSNS Single Numbering Scheme  
 AT+CSQ Signal quality  
 AT+CSSN Supplementary service notifications  
 AT+CUSD Unstructured supplementary service data  
 AT+VTD=<n> Tone duration  
 AT+VTS DTMF and tone generation (<Tone> in {0-9, \*, #, A, B, C, D})  
 AT+WS46 Select wireless network

#### AT commands originating from GSM 07.05 for SMS

AT+CMGC Send an SMS command  
 AT+CMGD Delete SMS message  
 AT+CMGF Select SMS message format  
 AT+CMGL List SMS messages from preferred store  
 AT+CMGR Read SMS message  
 AT+CMGS Send SMS message  
 AT+CMGW Write SMS message to memory  
 AT+CMSS Send SMS message from storage  
 AT+CNMA New SMS message acknowledge to ME/TE, only phase 2+  
 AT+CNMI New SMS message indications  
 AT+CPMS Preferred SMS message storage  
 AT+CSCA SMS service centre address  
 AT+CSCB Select cell broadcast messages  
 AT+CSDH Show SMS text mode parameters  
 AT+CSMP Set SMS text mode parameters  
 AT+CSMS Select Message Service

#### GPRS AT commands

AT+CGACT PDP context activate or deactivate  
 AT+CGATT GPRS attach and detach  
 AT+CGDATA Enter data state  
 AT+CGDCONT Define PDP Context  
 AT+CGPADDR Show PDP address

AT+CGQMIN Quality of Service Profile (Minimum acceptable)  
 AT+CGQREQ Quality of Service Profile (Requested)  
 AT+CGREG GPRS network registration status  
 AT+CGSMS Select service for MO SMS messages  
 AT^SGAUTH Set type of authentication for PPP connection  
 AT^SGCONF Configuration of GPRS related Parameters  
 ATD \*99# Request GPRS service  
 ATD \*98# Request GPRS IP service  
 ATH Manual rejection of a network request for PDP context activation

#### AT Commands for SIM Application Toolkit (GSM 11.14)

AT^SSTA Remote-SAT Interface Activation  
 ^SSTN Remote-SAT Notification  
 AT^SSTGI Remote-SAT Get Information  
 AT^SSTR Remote-SAT Response

#### Siemens defined AT commands for enhanced functions

AT+CXXCID Display card ID (identical to AT^SCID)  
 AT^MONI Monitor idle mode and dedicated mode  
 AT^MONP Monitor neighbour cells  
 AT^SACM Advice of charge and query of ACM and ACMmax  
 AT^SAIC Audio Interface Configuration  
 AT^SBC Battery charging / discharging and charge control  
 AT^SBV Battery / supply voltage  
 AT.SCFG Configuration  
 AT^SCID Display SIM card identification number  
 AT^SCKS Set SIM connection presentation mode and query SIM connection status  
 AT^SCNI List Call Number Information  
 AT^SCTM Set critical operating temperature presentation mode or query temperature  
 AT^SDLD Delete the .last number redial. Memory  
 AT^SHOM Display Homezone  
 AT^SIND Extended Indicator Control  
 AT^SLCD Display Last Call Duration  
 AT^SLCK Facility lock  
 AT^SLMS List Memory Storage  
 AT^SM20 Set M20 Compatibility  
 AT^SMGL List SMS messages from preferred storage  
 AT^SMGR Read SMS message without set to REC READ  
 AT^SMGO Set or query SMS overflow presentation mode or query SMS overflow  
 AT^SMONC Cell Monitoring  
 AT^SMONG GPRS Monitor  
 AT^SMSO Switch off mobile station  
 AT^SNFA Set or query microphone attenuation  
 AT^SNFD Set audio parameters to manufacturer default values  
 AT^SNFI Set microphone path parameters  
 AT^SNFM Set microphone audio path and power supply  
 AT^SNFO Set audio output (= loudspeaker path) parameter  
 AT^SNFPT Call progress tones  
 AT^SNFS Select audio hardware set  
 AT^SNFV Set loudspeaker volume  
 AT^SNFW Write audio setting in non-volatile store  
 AT^SPBC Search the first entry in the sorted phonebook  
 AT^SPBD Delete the given phonebook



AT^SPBG Read entry from active phonebook via sorted index  
AT^SPBS Step through the selected phonebook alphabetically  
AT^SPIC Display PIN counter  
AT^SPLM Read the PLMN list  
AT^SPLR Read entry from the preferred operators list  
AT^SPLW Write an entry to the preferred operators list  
AT^SPWD Change password for a lock  
AT^SRTC Select, query, test ring tone parameters  
AT^SSCONF SMS Configuration  
AT^SSDA Set Display Availability  
AT^SSMSS Set Short Message Storage Sequence  
AT^SSYNC Configure SYNC Pin  
AT^STCD Display Total Call Duration

#### AT commands for handling Java applications

AT^SJRA run Java Application  
AT^SJNET Set Dialup Network Access Parameters  
AT^SJOTAP Over The Air Application Provisioning

#### AT commands for I/O-port management

AT^SPIO: General Purpose IO driver Open/Close  
AT^SCPIN: Pin configuration  
AT^SCPOL: Polling configuration  
AT^SCPORT: Port configuration  
AT^SDPORT: Delete a port configuration  
AT^SGIO: Get IO state of a specified pin or port  
AT^SHIFM: Set IO state of a specified pin or port  
AT^SSIO: Set IO state of a specified pin or port

## **ÖZGEÇMİŞ**

Adı Soyadı : Nesrin KILIÇ  
Doğum Yeri ve Tarihi : Eskişehir 1981

### **EĞİTİM**

Osmangazi Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği /Eskişehir ( 1999-2003)  
Osmangazi Üniversitesi Yabancı Diller Bölümü İngilizce Hazırlık/Eskişehir (1998)  
Sivrihisar Lisesi /Sivrihisar-Eskişehir (1991-1998)  
Sivrihisar Atatürk İlkokulu /Sivrihisar- Eskişehir (1986-1991)

### **ÇALIŞTIĞI YER**

Vega Otomasyon Makine Taahhüt San. ve Tic. Ltd. Sti., Denizli (2004, -)

### **YABANCI DİL**

İngilizce (İyi seviyede )  
Almanca (Orta seviyede)