



BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE İLETİŞİM KURUMU

**SCADA SİSTEMİ İLE İLGİLİ
TEKNOLOJİDEKİ GELİŞMELER VE BU
SİSTEMİN SAMSUN BÖLGE
MÜDÜRLÜĞÜ GÖREV ALANI
DAHİLİNDEKİ BELEDİYELERDE
UYGULAMA ALANLARI**

Hüseyin Avni DEMİRCİ

Teknik Uzmanlık Tezi

Mayıs 2013

Samsun

©Bu eserin tüm telif hakları

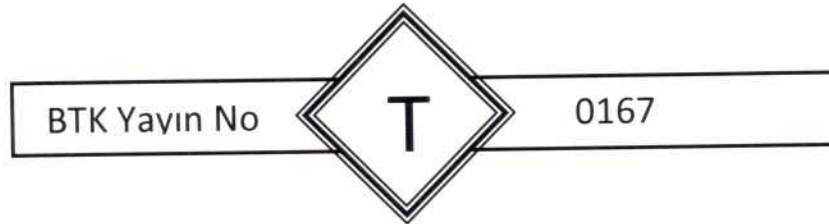
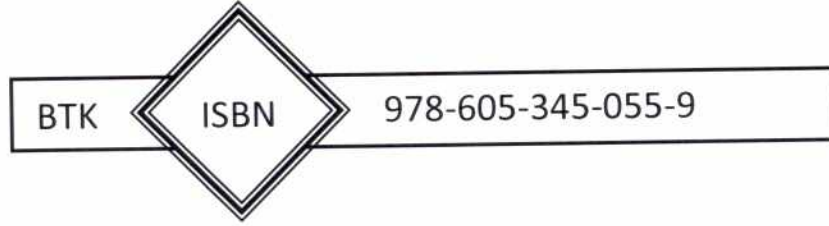
Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumuna aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz.



Bu yayında öne sürülen fikirler eserin yazarına aittir;

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumunun görüşlerini yansıtmaz.





BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE İLETİŞİM KURUMU

**SCADA SİSTEMİ İLE İLGİLİ
TEKNOLOJİDEKİ GELİŞMELER VE BU
SİSTEMİN SAMSUN BÖLGE
MÜDÜRLÜĞÜ GÖREV ALANI
DAHİLİNDEKİ BELEDİYELERDE
UYGULAMA ALANLARI**

Hüseyin Avni DEMİRCİ

Teknik Uzmanlık Tezi

Mayıs 2013

Samsun

Hüseyin Avni DEMİRCİ tarafından hazırlanan SCADA SİSTEMİ İLE İLGİLİ TEKNOLOJİDEKİ GELİŞMELER VE BU SİSTEMİN SAMSUN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ GÖREV ALANI DAHİLİNDEKİ BELEDİYELERDE UYGULAMA ALANLARI adlı bu tezin Teknik Uzmanlık tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Bilişim Uzmanı Köksal ÖZENÇ

Tez Danışmanı

Bu çalışma, tez savunma komisyonumuz tarafından Teknik Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

N. Deniz YANIK



Üye :

Necati UĞURLU



Üye :

L. Hamit AŞILA



Üye :

Yunus Emre GEBİK



Üye :

Köksal ÖZENÇ

Bu tez, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tez yazım kurallarına uygundur.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
TABLolar LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
KISALTMALAR LİSTESİ	vii
GİRİŞ	1
1. SCADA SİSTEMİ	3
1.1. SCADA Sisteminin Temel Yapısı	3
1.1.1. Saha donanımı	4
1.1.2. Uzak istasyonlar	6
1.1.2.1. PLC	7
1.1.2.1.1. PLC'nin temel yapısı	7
1.1.2.1.2. PLC çeşitleri	7
1.1.2.1.3. PLC kullanım avantajları:	8
1.1.2.2. RTU	8
1.1.2.2.1. RTU'nun görevleri	10
1.1.2.2.2. RTU'nun ana bölümleri	11
1.1.2.3. RTU - PLC karşılaştırması	13
1.1.3. Kontrol merkezi (MTU)	13
1.1.4. SCADA haberleşmesi ve ağ mimarisi	16
1.1.4.1. İletişim ortamları	16
1.1.4.1.1. Kablolu iletişim	17
1.1.4.1.2. Kablosuz iletişim	17
1.1.4.2. SCADA ağ mimarisi	19
1.2. SCADA Sisteminin Katmanları	20
1.3. SCADA Sisteminin İşlevleri	21
1.4. SCADA İşletim Sistemleri	22
1.5. SCADA Yazılımı ve Protokolleri	23
1.5.1. SCADA yazılımı	23
1.5.2. İletişim protokolleri	24
1.6. SCADA Sistemine Yapılan Tehditler ve Saldırılar	26
1.7. SCADA Sisteminde Koruyucu Tedbirler	29
1.8. SCADA Sisteminin Uygulama Alanları	33

1.9. SCADA Sisteminin Avantajları	33
2. SCADA SİSTEMİYLE İLGİLİ TEKNOLOJİDEKİ GELİŞMELER	36
3. SCADA HABERLEŞMESİNDE KULLANILAN TELSİZ SİSTEMLERİNE İLİŞKİN MEVZUAT	41
3.1. Müracaat ve İzin Aşaması	41
3.2. Kurma ve Kullanma Aşaması	43
3.3. Sona Erme Aşaması	44
4. AVRUPA ÜLKELERİ SCADA UYGULAMALARI	46
5. SCADA SİSTEMİNİN SAMSUN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ GÖREV ALANI DAHİLİNDEKİ BELEDİYELERDE UYGULAMA ALANLARI	52
5.1. İçme Suyu Dağıtımına Uygulanan SCADA Sistemleri.....	53
5.1.1. I. grup içme suyu SCADA sistemi.....	54
5.1.1.1. Çaycuma Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	55
5.1.1.2. Safranbolu Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	56
5.1.2. II. grup içme suyu SCADA sistemi.....	57
5.1.2.1. SASKİ SCADA sistemi ve data haberleşmesi	58
5.1.2.2. Akçaabat Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	63
5.1.2.3. Şalpazarı Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	64
5.1.2.4. Çaykent Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	65
5.1.2.5. Büyükköy Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	66
5.1.2.6. Muradiye Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	66
5.1.3. III. grup içme suyu SCADA sistemi.....	67
5.1.3.1. Kastamonu Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	68
5.1.3.2. Kozlu Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	68
5.1.3.3. Tosya Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi	69
5.1.3.4. Perşembe Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	70
5.1.4. IV. grup içme suyu SCADA sistemi	70
5.1.4.1. Ordu Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	71
5.1.4.2. Çorum Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi	72
5.1.4.3. Osmancık Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	73
5.1.4.4. Erbaa Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	73
5.1.4.5. Pazar Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi.....	74
5.1.5. V. grup içme suyu SCADA sistemi	74

5.1.5.1. Bartın Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi	75
5.1.5.2. Araç Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi	76
5.1.5.3. Seydiler Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi	77
5.1.5.4. Işıklar Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi	77
5.2. Atık Suların Deşarjına Uygulanan SCADA Sistemleri	78
5.2.1. I. grup atık su SCADA sistemi	78
5.2.1.1. SASKİ SCADA sistemi ve data haberleşmesi	79
5.2.1.2. Pazar Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi	80
5.2.2. II. grup atık su SCADA sistemi	81
5.2.2.1. Trabzon Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi	82
6. LINK ANALİZİ ÇALIŞMASI	83
SONUÇ VE ÖNERİLER	97
KAYNAKLAR	100
EKLER	104
ÖZGÜNLÜK BİLDİRİMİ	121
ÖZ GEÇMİŞ	122

ÖZET

BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE İLETİŞİM KURUMU	
Tezin Adı	SCADA SİSTEMİ İLE İLGİLİ TEKNOLOJİDEKİ GELİŞMELER VE BU SİSTEMİN SAMSUN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ GÖREV ALANI DAHİLİNDEKİ BELEDİYELERDE UYGULAMA ALANLARI
Türü	Teknik Uzmanlık Tezi
Yazar	Hüseyin Avni DEMİRCİ
Teslim Tarihi	31 Mayıs 2013
Anahtar Kelimeler	SCADA
Tez danışmanı	Köksal ÖZENÇ
Sayfa Adedi	viii + 122
<p>Bu çalışmada, insan hataları ve iş kazalarının asgariye indirilmesi, iş takibinin kolaylaştırılması, kalite ve kazancın artırılması gibi birçok avantajı sunan SCADA sisteminin genel bir tanıtımı yapılmıştır. Bu sisteme ilişkin teknolojik gelişmeler incelenmiştir. BTK Samsun Bölge Müdürlüğü görev alanı dahilindeki belediyelerde kullanılan ve RF ile haberleşme yapan SCADA sistemleri incelenmiştir. Yapılan gözlemlerde, bu sistemlerin içme suyu dağıtılmasında ve atık suların arıtılarak deşarj edilmesinde kullanıldığı görülmüştür. Her bir belediye için bu sistemlerin nasıl çalıştırıldığına yönelik şematik bilgiler verilmiştir. SASKI'nin dağıtık mimari yapısındaki SCADA sisteminin tek bir merkezden kontrol edilebilmesi amacıyla Spektrum Mühendisliği Sistemi (SMS) programı kullanılarak yapılan link analizi çalışmaları anlatılmıştır. Ayrıca, ülkemizde SCADA sistemi için tahsis edilmiş olan frekansların belediyelerde nasıl kullanıldığına yönelik uygulama metotları Kurum mevzuatı açısından değerlendirilmiş ve konuya ilişkin olarak bazı önerilerde bulunulmuştur.</p>	

ABSTRACT

INFORMATION TECHNOLOGIES AND COMMUNICATIONS AUTHORITY	
Thesis	The Technological developments on the SCADA system and the implementations by the municipalities in the Regional Directorate of Samsun
Type	Thesis of Administrative Expertise
Author	Hüseyin Avni DEMİRCİ
Submission Date	31 Mayıs 2013
Key Words	SCADA
Advisor	Köksal ÖZENÇ
Total Page	viii + 122

In this study it is introduced a general view of the SCADA system having many advantages as well as increasing quality and benefit, making easy job following, minimising human errors and job accidents. It is studied the technological developments relating to this system. It is reviewed the SCADA systems using RF communication and used at some municipalities which the Regional Directorate of Samsun, ICTA is responsible for. During the observations, it is seen these systems are used in order to deliver the drinking water and to discharge by refining the waste water. The schematic information is given about how to be operated these systems for each municipality. The link analysis studies made by using the Spectrum Engineering System (SMS) program are given in order to be controlled from only one centre the SCADA systems having the distributed architecture at the SASKI. And also in our country, the application methods about how to be used the frequencies allocated for the SCADA system by the municipalities are examined in point of the related regulations of the Authority and some advices are given in this context.

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőması s¼recinde değerli yardım ve katkılarıyla beni y¼nlendiren danıőmanım Bilişim Uzmanı Sn. K¼ksal ÖZENÇ'e, katkılarını esirgemeyen Bölge Müdür¼m Sn. L. Namık AŞILA'ya ve Samsun Bölge Müdürl¼ę¼ndeki tüm mesai arkadaşlarıma, ayrıca manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan değerli eőime ve kızım Zehra'ya teőekk¼rü bir borç bilirim.

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Hollanda Frekans Tablosu-I.....	49
Tablo 4.2. Hollanda Frekans Tablosu-II.....	50
Tablo 4.3. Hollanda Frekans Tablosu-III.....	50

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 SCADA Sistemi Genel Haberleşme Yapısı.....	4
Şekil 1.2 Sahadaki SCADA Bilgilerinin RTU'ya Bağlantısı	6
Şekil 1.3 RTU'nun Giriş ve Çıkışları	9
Şekil 1.4 MTU'nun Giriş ve Çıkışları	14
Şekil 1.5 İstanbul İçme Suyu SCADA Sistemi Kontrol Merkezi	16
Şekil 1.6. GPRS Modem.....	19
Şekil 1.7 Entegre Bir SCADA Sistemi.....	20
Şekil 1.8 RS-232 İle RS-485 Dönüştürücü Kullanımı.....	26
Şekil 2.1. Bulut Bilişimin Gelişimi.....	38
Şekil 2.2 Bulut Bilişim Servisleri.....	39
Şekil 5.1 SCADA Sistemini Kuran Belediye Sayısının Bu Sistemi Kurmayan Belediye Sayısına Oranı	52
Şekil 5.2 SCADA Sistemini Kuran Belediye Sayısının Ruhsata Tabi Olarak Telsiz Kullandığı Halde Bu Sistemi Kurmayan Belediye Sayısına Oranı.....	53
Şekil 5.3 I. Grup İçme Suyu SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi	55
Şekil 5.4 Çaycuma Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	56
Şekil 5.5 Safranbolu Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	57
Şekil 5.6 II. Grup İçme Suyu SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi	58
Şekil 5.7 Çatalçam Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	59
Şekil 5.8 Kurupelit Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	60
Şekil 5.9 Atakent Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	60
Şekil 5.10 Atakum Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	61
Şekil 5.11 Tekkeköy Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	61
Şekil 5.12 Kutlukent Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	62
Şekil 5.13 Hasköy-1 Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	62
Şekil 5.14 Hasköy-2 Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	63
Şekil 5.15 Hastanebaşı Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	63
Şekil 5.16 Akçaabat Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	64
Şekil 5.17 Şalpazarı Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	65
Şekil 5.18 Çaykent Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	65

Şekil 5.19 Büyükköy Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	66
Şekil 5.20 Muradiye Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	67
Şekil 5.21 III. Grup İçme Suyu SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi	67
Şekil 5.22 Kastamonu Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	68
Şekil 5.23 Kozlu Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	69
Şekil 5.24 Tosya Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	69
Şekil 5.25 Perşembe Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	70
Şekil 5.26 IV. Grup İçme Suyu SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi	71
Şekil 5.27 Ordu Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	72
Şekil 5.28 Çorum Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	72
Şekil 5.29 Osmancık Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	73
Şekil 5.30 Erbaa Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	74
Şekil 5.31 Pazar Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	74
Şekil 5.32 V. Grup İçme Suyu SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi	75
Şekil 5.33 Bartın Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	76
Şekil 5.34 Araç Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	76
Şekil 5.35 Seydiler Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	77
Şekil 5.36 Işıklar Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	77
Şekil 5.37 I. Grup SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi	79
Şekil 5.38 SASKİ Atık Su SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	80
Şekil 5.39 Pazar Belediyesi Atık Su SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	81
Şekil 5.40 II. Grup Atık Su SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi	81
Şekil 5.41 Trabzon Belediyesi Atık Su SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması	82
Şekil 6.1. Eğitim ve Çatalçam Link Analizi	84
Şekil 6.2. Eğitim Fakültesi ve Kurupelit Link Analizi	85
Şekil 6.3. Eğitim ve Atakent Link Analizi	86
Şekil 6.4. Eğitim ve Atakum Link Analizi	87
Şekil 6.5. Eğitim ve Liman Link Analizi	88
Şekil 6.6. SASKİ Merkez ve Liman Link Analizi	89
Şekil 6.7. Liman ve Tekkeköy Link Analizi	90
Şekil 6.8. Liman ve Kutlukent Link Analizi	91
Şekil 6.9. SASKİ Merkez ve Hasköy Link Analizi	92
Şekil 6.10. SASKİ Merkez ve Hastanebaşı Link Analizi	93
Şekil 6.11. Bayraktepe ve Çakmak Link Analizi	94
Şekil 6.12. SASKİ Merkez ve Bayraktepe Link Analizi	95
Şekil 6.13. SASKİ SCADA Sistemi Haberleşme Ağı	96

KISALTMALAR LİSTESİ

ARPANET	İleri Araştırma Projeleri Ajansı (Advanced Research Projects Agency)
BT	Bilgi Teknolojileri
BTK	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
CPNI	Ulusal Alt Yapı Koruma Merkezi (Center for Protection of National Infrastructure)
CPU	Merkezi İşlem Birimi (Central Processing Unit)
DCS	Dağıtık Kontrol Sistemleri (Distributed Control Systems)
DC	Doğru Akım (Direct Current)
EHK	Elektronik Haberleşme Kanunu
EIA	Elektronik Sanayicileri Birliği (Electronic Industries Alliance)
FDMA	Frekans Bölmeli Çoklu Erişim (Frequency Division Multiple Access)
FM	Frekans Modülasyonu (Frequency Modulation)
GPRS	Genel Paket Radyo Servisi (General Packed Radio Service)
GSM	Küresel Mobil İletişim Sistemi (Global System for Mobile Communications)
I/O	Giriş/Çıkış (Input / Output)
IP	İnternet Protokolü (Internet Protocol)
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü (International Organization for Standardization)
kHz	Kilo Hertz
Kurum	Bilgi Teknolojileri Ve İletişim Kurumu
LAN	Yerel Alan Ağı (Local Area Network)
mA	Mili Amper
MAN	Şehirselsel Alan Ağı (Metropolitan Area Network)
MHz	Mega Hertz
MTU	Ana Kontrol Merkezi (Master Terminal Unit)

NIST	Amerika Birleşik Devletleri Bilim ve Teknoloji Enstitüsü (United States Institute of Science and Technology)
OSI	Açık Sistemler Arabağlantısı (Open Systems Interconnection)
PC	Kişisel Bilgisayar (Personal Computer)
PLC	Programlanabilir Mantık Denetleyici (Programmable Logic Controller)
RF	Radyo Frekans
RTU	Uzak Terminal Birimi (Remote Terminal Unit)
SASKİ	Samsun Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
SCADA	Merkezi Yönetim, Denetleme ve Bilgi Toplama (Supervisory Control and Data Acquisition)
SMS	Spektrum Mühendisliği Sistemi
SNMP	Basit Ağ Yönetimi Protokolü (Simple Network Management Protocol)
TDMA	Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (Time Division Multiple Access)
TCP	İletim Kontrol Protokolü (Transmission Control Protocol)
UDP	Kullanıcı Datagram Protokolü (User Datagram Protocol)
WAN	Geniş Alan Ağı (Wide Area Network)

GİRİŞ

Uzak sahalardaki bilgiler algılayıcılar yardımıyla toplanarak daha önceden tanımlanmış protokollerle bilgi toplama merkezlerine iletilmekte, bu merkezlerdeki bilgisayarlar vasıtası ile sisteme tanımlı üniteler kontrol altına alınmakta ve denetlenmektedir. Bu süreç, günümüzde kolaylık, güvenilirlik ve ekonomik olması nedeniyle enerji iletiminde, boru hatlarının dağıtımında, içme suyu ve atık su sistemlerinde, sayma ve kontrol işlemlerinin gerçekleştirilmesi gibi hemen hemen sanayinin tüm dallarında kullanılarak uygulandığı sistemlerin tamamlayıcısı ve değiştirilemez bir parçası olmuştur. Bu süreçleri gerçekleştiren sisteme SCADA ("Supervisory Control and Data Acquisition" - Merkezi Yönetim, Denetleme ve Bilgi Toplama) sistemi denmektedir.

SCADA sisteminin temelleri 1960'larda uygulamaya konulan transistörler sayesinde, değişken verilerin analog elektrik sinyallerine dönüştürülmesiyle atılmış oldu. 1970 yılı başlarında mikroişlemci alanındaki gelişmeler ışığında analog sinyallerle beraber dijital sinyaller de kullanılmaya başlandı. Bunun devamında PLC (Programmable Logic Controller - Programlanabilir Mantık Denetleyici) geliştirilerek dağıtık kontrol sistemlerinin kullanılmaya başlaması gerçekleştirildi. 1980'lerden itibaren bilişim sektörü, PC (Personal Computer - Kişisel Bilgisayar), LAN (Local Area Network – Yerel Alan Ağı), MAN (Metropolitan Area Network - Şehirsal Alan Ağı) ve WAN (Wide Area Network – Geniş Alan Ağı) teknolojisindeki gelişmelerle SCADA sistemindeki merkez ile RTU (Remote Terminal Unit - Uzak Terminal Birimi) üniteleri sürekli iletişimde kalarak gerçek zamanlı bilgi transferinin oluşması sağlandı.

SCADA sistemi, bilhassa ağ haberleşmesinde gelişen teknolojiye çok hızlı uyum sağlamasına rağmen, birtakım güvenlik sorunlarının oluşmasının engellenememesi; Ekim 2001'de Amerikan yönetiminin 13231 sayılı Başkanlık kararı çerçevesinde SCADA sisteminin güvenliğini artıracak yirmi

bir maddelik tedbirlerin alınmasına, bu tedbirlere ek olarak 22 Haziran 2011 tarihli ve "22 STEPS TO IMPROVE CYBER SECURITY OF SCADA NETWORKS" isimli yayında belirtilen 22. maddenin ilave edilmesine neden olması bu sistemin son yıllardaki önemini belirten göstergeler olarak değerlendirilebilir (Department of Energy, 2011).

Bu tez hazırlanırken, SCADA sisteminin genel olarak tanıtılması, SCADA sistemi ile ilgili teknolojiadaki gelişmelerin araştırılması, Samsun Bölge Müdürlüğü görev alanı dahilindeki belediyelerde kullanılan ve telsiz sistemi ile haberleşme yapan SCADA sistemlerinin irdelenmesi amaçlanmıştır. Tezin birinci bölümünde SCADA sisteminin genel yapısı ve özellikleri anlatılmıştır. İkinci bölümde SCADA sistemi ile ilgili teknolojiadaki gelişmelerden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde SCADA telsiz sistemine ilişkin mevzuata değinilmiştir. Dördüncü bölümde, SCADA sisteminin Samsun Bölge Müdürlüğü görev alanı dahilindeki belediyelerde uygulama alanları detaylı olarak anlatılmıştır. Beşinci bölümde, SASKİ (Samsun Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü)'ye bağlı sekiz adet içme suyu ana terfi merkezi ile dokuz adet atık su terfi merkezinin tek bir merkezden izlenebilmesi ve kontrol edilebilmesini gerçekleştirmek amacıyla Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) Spektrum Mühendisliği Sistemi (SMS) programı kullanılarak yapılan link analizi çalışmaları anlatılmıştır. Son bölümde ise sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

1. SCADA SİSTEMİ

1.1. SCADA Sisteminin Temel Yapısı

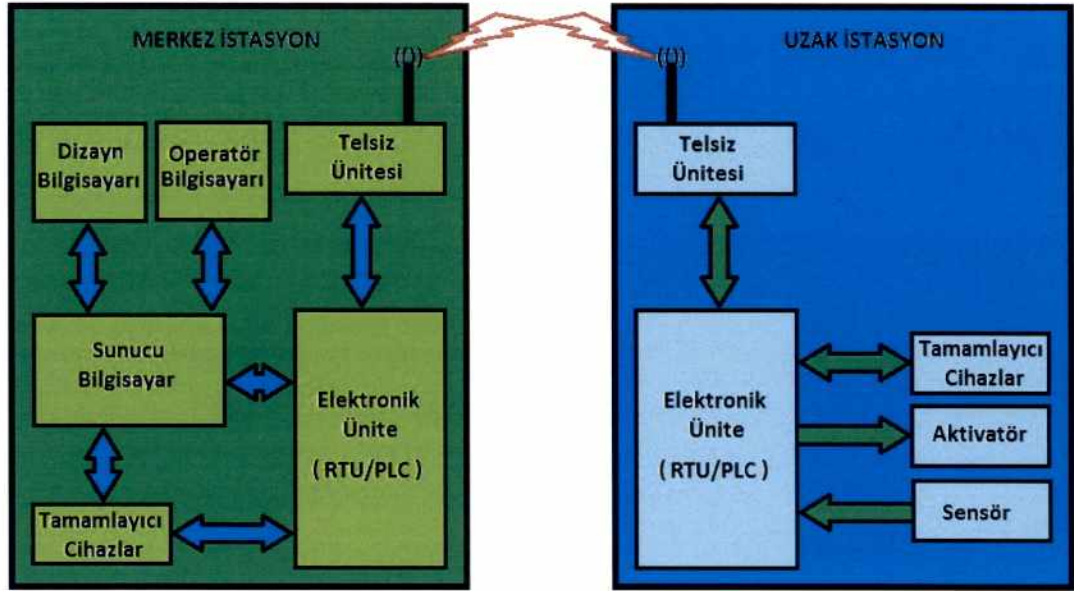
PLC, DCS (Distributed Control Systems - Dağıtık Kontrol Sistemleri), I/O (Input / Output - Giriş/Çıkış) ve sensörler gibi çeşitli üniteler vasıtasıyla dağıtık sahalardaki değişkenler üzerinde yapılan ölçümlerden gerçek zamanlı ve kesintisiz olarak alınan verilerin belli bir merkezde toplanmasını, toplanan bu bilgilerin daha önceden belirlenen kurallar dahilinde değerlendirilerek gerekmesi halinde operatörün uyarı mesajı ile uyarılmasını ve bu sahalardaki kontrol noktalarının uzaktan gözetlenerek denetlenmesini sağlayan sistemler SCADA sistemi olarak tanımlanabilmektedir (Arifoğlu, 2013, s.30)

Günümüzde bilgisayar ile yapılan kontrollerin birçok uygulaması mevcuttur. Ancak bunların içerisinde en önemlisi özellikle son yıllarda çok popüler hale gelmiş olan SCADA sistemidir (Özkan, 2008, s.1).

SCADA sistemi, merkezden gönderilen komutlar dâhilinde uzaktaki uç birimlerce (sensörler ve diğer erişim düzenekleri) toplanan bilgilerin önce RTU veya PLC'ye, sonra da merkeze gönderilerek gerekli incelemelerden sonra operatörlerin ekranlarına taşınması süreçlerinden oluşmaktadır (Özkan, 2006, s.7).

Geleneksel bir SCADA sistemi Şekil 1.1'de gösterildiği gibi dört ana bölümden oluşur: Saha donanımı, uzak istasyonlar, merkez istasyon ve iletişim sistemi (Şahin, 2011, s.11).

Şekil 1.1 SCADA Sistemi Genel Haberleşme Yapısı



1.1.1. Saha donanımı

SCADA sisteminde kontrolün yapılacağı kısımlarla irtibatlı olan algılama, uygulama ve erişim düzeneklerinden oluşmaktadır. Bunlar; sensörler, aktivatörler ve ara bağlantılardır.

Sensörler: RTU'ya ileilmek üzere hız, seviye, ses, basınç, ışık, ısı vb. ortamın fiziksel değişikliklerini algılayan elemanlardır (Şahin, 2011, s.11).

Sensörlerle algılanan bilgiler genelde başka elemanlarla (transistör, tristör, triyak, opamp, diyot vb.) değerlendirildiğinde kullanılabilir hale gelirler (Yiğit, 2006, s.8).

Sensörler tarafından algılanan mekanik bilgilerin elektrik sinyallerine (örnek: gerilim veya akım) çevrilmesi gerekiyorsa bu da Transdüserler tarafından gerçekleştirilmektedir. (Kumar, 2010, s.2).

Transdüserlerden elde edilen elektrik sinyalleri dijital (belirli zaman aralıklarında parça parça halde) veya analog (sürekli halde) olabilmektedir.

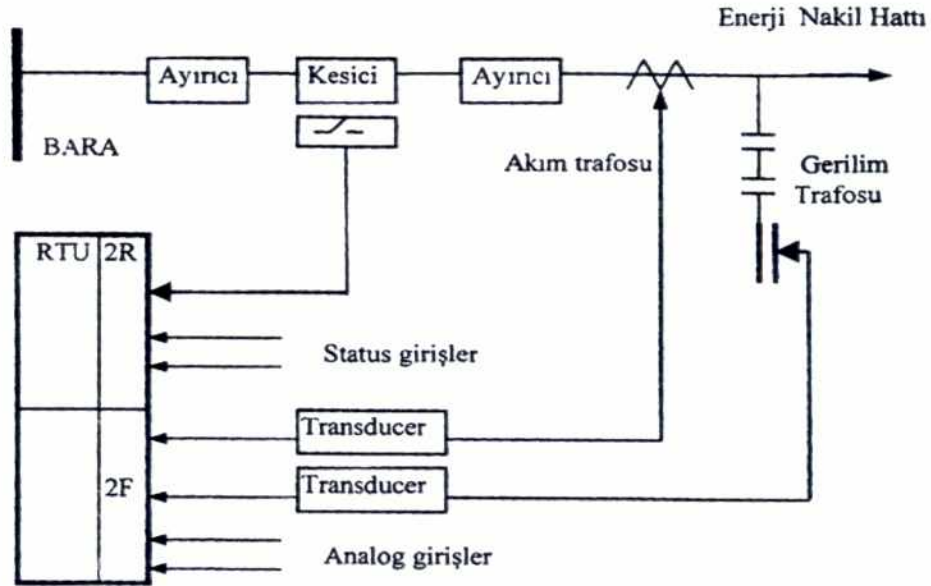
Bu sensör ve transdüserlerin çalışma standartları 0 - 5 Volt, 0 - 10 Volt, 4 - 20 mA veya 0 - 20 mA şeklindedir. Ancak son zamanlarda bütün analog sistemler için 4-20 mA standardının uygulandığı görülmektedir. Sensörlerin çalışma noktaları RTU'lara uzak mesafelerde ise akım çıktısı, yakın mesafelerde ise gerilim çıktısı kullanılmaktadır (Şahin, 2011, s.11).

Aktivatörler: RTU'dan gelen komutlara göre mevcut ekipmanın çalışmaya başlaması, durdurulması ve konum değişikliği görevlerini yerine getirmektedir. Sensörlerdeki gibi analog veya dijital çıkışlar kullanılır. Çalıştırma ve durdurma işlemi için dijital sinyaller kullanılırken, bir motorun çalışma hızının ayarı veya bir motora bağlı olarak çalışan bir valfin konum ayarı için analog sinyaller kullanılmaktadır. Pompaların çalışmalarında genellikle kapalı durumda 0, çalışma durumunda 1, ya da su kuyuları veya su depoları için dolu durumda 1, boş durumda 0 kullanılmaktadır (Şahin, 2011, s.12).

Ara bağlantılar: Sensörlerden RTU' ya bilgi aktarabilmek için kullanılan kablolardır.

Şekil 1.2'de sahadaki bilgilerinin RTU'ya bağlantısı gösterilmiştir.

Şekil 1.2 Sahadaki SCADA Bilgilerinin RTU'ya Bağlantısı



Kaynak: Çalışkan, 2007, s.21

1.1.2. Uzak istasyonlar

Uzak İstasyonlar, veri toplama ve kontrol için görevlendirilmiş uzak uç birimi elemanlarından oluşan sistemlerdir (Coşkun, 2006, s.1).

Sistemdeki yerel kumanda ve ölçüm noktaları ile haberleşerek ya da saha ünitelerinden I/O terminalleri yardımıyla gelen sinyalleri değerlendirerek elde edilen sonucu haberleşme hattı ile merkezi terminal ünitesine bildirirler. Aynı şekilde merkezi terminal ünitesinden gönderilen komutları da değerlendirerek sahadaki ekipmanlara bir komut sinyali ile bildirirler. Sistemdeki enerji analizörü, röle, sayaç gibi cihazlarla haberleşerek güç, akım, gerilim gibi elektriksel bilgileri direkt alırlar. Aynı şekilde şalter, kesici, ayırıcı, solenoid gibi ekipmanları kumanda ederler (EMO, 2011, s.20).

Uzak istasyonlar için iki modelden bahsedilebilir. Bunlardan bir tanesi PLC, diğeri de RTU üniteleridir. Tek bir ana karttan veya modüler bir üniteden oluşmaktadırlar (Özkan, 2006, s.12).

1.1.2.1. PLC

PLC, bir makinenin üretimdeki sürekliliğini denetlemek için zamanlama, sıralama, mantık, sayma ve aritmetik gibi işlemleri gerçekleştirecek komutların depolandığı, programlanabilir belleğe sahip sayısal bir elektronik cihazdır. PLC'ler genelde, girişlerine gelen sinyallerin değerlerini belleğinde bulunan programa uygun olarak okuyup (denetim veya geribesleme işaretleri), bu değerlere göre ürettikleri sinyalleri çıkışlara veren mikrobilgisayarlardır (Özcan ve Kahramanlı, 2002, s.7).

1.1.2.1.1. PLC'nin temel yapısı

PLC'lerin temel yapıları işlevsel açıdan giriş, işlemci ve çıkış birimi olarak üç gruba ayrılmaktadır.

Giriş birimi: Çeşitli elektriksel özelliklerdeki geribesleme veya kumanda sinyallerinin PLC'de işlenebilecek sayısal değerlere dönüştürülmesini gerçekleştiren birimdir.

İşlemci birimi: PLC'nin en önemli birimidir. Çalışmayı, belleğindeki sistem programına göre düzenleyerek kullanıcı programını yürütür.

Çıkış birimi: PLC'de işlenen verilerle ilgili sayısal değerlerin, kontrolü yapılan sisteme uygun hale getirilmesi amacıyla elektriksel işaretlere dönüştürülmesini sağlayan birimdir (Kurtulan, 2003, s.3).

1.1.2.1.2. PLC çeşitleri

PLC'leri yapısal açıdan kompakt tip ve modüler tip olarak ikiye ayırmak mümkündür.

Kompakt tip PLC'ler: Yerel kontrol işlemlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla imal edilmiş olan küçük kapasiteli PLC'lerdir. Giriş birimi, merkezi işlem birimi, çıkış birimi ve besleme kaynağı tek modül olarak imal edilmiştir. Sabit (değiştirilemeyen) yapılı olduklarından dışarıdan herhangi bir birim ilavesi

yapılamaz. Bu nedenle de devamlı geliştirilmesi düşünölen sistemler için uygun değildir.

Modöler tip PLC'ler: Genişletilebilir yapıya sahip, büyük kapasiteli PLC'lerdir. Giriş birimi, merkezi işlem birimi, çıkış birimi ve besleme kaynağı ayrı modöller halinde imal edilmiştir. Deęistirilebilir yapıya sahip olduklarından dışarıdan herhangi bir birim ilavesinin yapılması mümkün olmaktadır (Özcan ve Kahramanlı, 2002, s.17).

1.1.2.1.3. PLC kullanım avantajları:

Bir PLC ile çok çeşitli makinelerin kontrolü yapılabildiğinden genel amaçlı bir kontrolördür. Kontrolü yapılan bir sistemin çalışma şeklinin değişmesi durumunda sistemin donanımını değiştirmeden sadece PLC programını değiştirmek yeterli olmaktadır. Klasik kumanda sistemine göre çok hızlıdır. Program yazılımı kolaydır. Güvenirliliğı çok yüksektir. Bir PLC programına yetkisiz kişilerin ulaşması mümkün değildir. Fiyatı ve bakım maliyeti düşüktür (Bayazıt, 2005, s.8,9).

1.1.2.2. RTU

RTU, SCADA sisteminde bağlı olduğu merkezdeki değişkenlere ilişkin bilgileri toplayan, depolayan ve gerektiğinde bu bilgileri belirli bir iletişim yolu ile kontrol merkezine nakleden, kontrol merkezinden gelen komutları uygulayan birimdir.

Temelde iki tip RTU vardır:

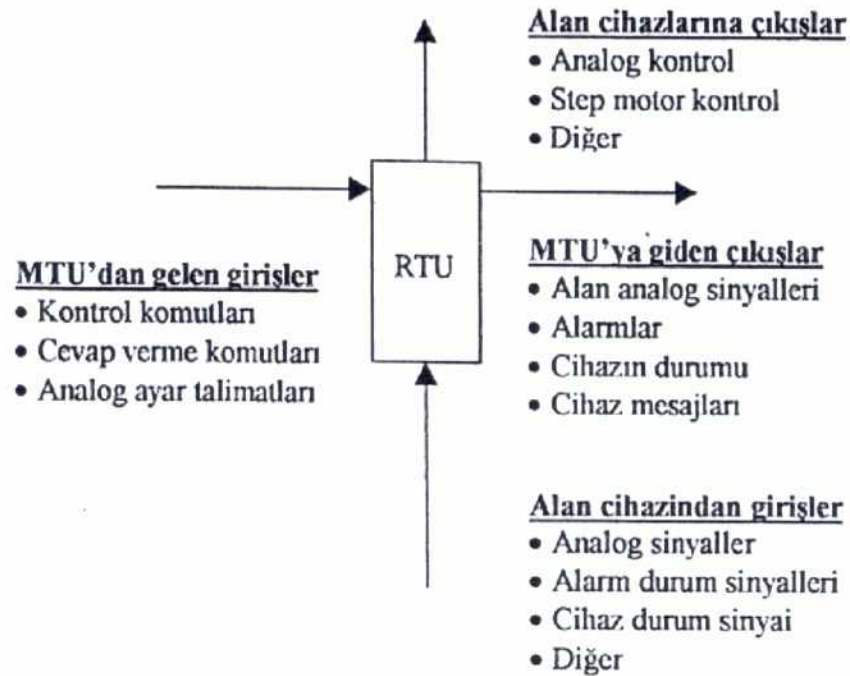
Birinci tip RTU: Sadece ölçüm yapabilen, karar verme yetkileri olmadığından elde edilen ölçüm sonuçlarını merkezin belirlediğı komutlara göre merkeze ileten yapıdır. Bunun haricindeki tüm işlevler merkezi birim tarafından yerine getirildiğinden tüm yük merkezi bilgisayar üzerindedir. Bu tip RTU'lar sürekli olarak merkezdeki bilgisayar tarafından taranarak ölçüm

değerleri alınır ve alarm durumu olup olmadığı tespit edilir. Alarm durumunun tespit edilmesi halinde gerekli müdahaleyi gerçekleştirmek için RTU'ya komut gönderilir (İlter, 2005, s.11).

İkinci tip RTU: CPU modülüne sahip, başka modüllerin de ilave edilebildiği RTU'lardır. Bu tip RTU'lar bazı görevleri üstlenerek merkez bilgisayarın iş yükünü hafifletirler, bunun sonucunda da sistemin performansı ve verimliliği artar. Sistem içerisinde oluşan istem dışı durumlar için alarm uyarısı üreterek karar verme ve müdahale etme yetkisine sahiptirler. Sorumlu oldukları cihazların kullanıcının isteği doğrultusunda çalışmalarını, tüm bu işlemleri gerçekleştirirken merkezi sistemin oluşan ve gelişen tüm olayları izlemesini sağlarlar. Temel görevlerinin değişmemesi şartıyla günden güne artan kullanıcı isteklerini karşılayacak şekilde geliştirilmektedirler (İlter, 2005, s.12).

Şekil 1.3'de tipik bir RTU'nun olası giriş ve çıkışları gösterilmiştir.

Şekil 1.3 RTU'nun Giriş ve Çıkışları



Kaynak: İlter, 2005, s.12

1.1.2.2.1. RTU'nun görevleri

RTU'nun genelde iki önemli görevi vardır. Bunlardan birincisi uç elemanları vasıtasıyla kaynağından bilgi edinmek, diğeri ise elde edilen bilgilerin işlenmesi amacıyla merkez istasyona gönderilmesini sağlamaktır. Aşağıda açıklanan bu görevler RTU'ların asli görevleri olup, zamandan bağımsız olarak, yani değişmeyen özellikleri ile yerine getirilmektedir (Şahin, 2011, s.13).

Bilgi toplama ve depolama: RTU'nun zamanında ve doğru olarak yapması gereken en temel görevidir. Ana merkezin ve bölge operatörünün istediği tüm bilgileri temin etmek zorundadır. Bu görevden hiçbir şekilde ödün vermesi mümkün değildir (Şahin, 2011, s.14).

Bir RTU'da gerekli olan giriş ve çıkış tipleri ile miktarları sensörlerin ve aktivatörlerin konfigürasyonuna bağlıdır (Gündoğdu ve Şahin, 2008, s.6).

RTU'lar tali merkezlerde gerilim, akım, güç gibi analog değerleri ölçü trafoları ve/veya transdüserler yardımıyla toplarlar. Durum değerleri ise mekanik ve/veya optik cihazlarla toplanmaktadır (Coşkun, 2006, s.3).

Toplanan bilgiler gerekirse kullanıcı tanımlı hale getirilmesi amacıyla bir ön işlem den geçirilir. Yani, elde edilen analog değerler sayısal değerlere çevrilerek RTU tabanındaki veri tabanı vasıtasıyla daha önceden belirlenen sınır değerle karşılaştırmaya veya matematiksel bir hesaplamaya tabi tutulur (Şahin, 2011, s.14).

Elde edilen bu bilgiler, merkezi sistem tarafından sorgulanıncaya kadar veya daha önceden ayarlanmış sabit süreler dahilinde kendi hafızalarında depo edilir (İlter, 2005, s.12).

Oluş sırasına göre kayıt altına alınan bu bilgilere göre hangi olayın kaç defa gerçekleştiği ve gerçekleşme zamanları merkez istasyonu tarafından rahatlıkla izlenerek rapor edilebilmektedir (Çalışkan, 2007, s.22).

Kontrol ve kumanda: RTU'nun çok dikkatlice ve zaman aşımına uğratmadan yapması gereken bir diğer özelliğdir. Elektrik tesislerinde bir ayırıcıyı açmak veya kapatmak, trafolarla sekonder kademelerini değiştirerek regülasyonu sağlamak, su dağıtım sistemlerinde bir vanayı, bir valfi açmak veya kapatmak vb. eylemlerin uzaktan kontrol ve kumandaları RTU tarafından gerçekleştirilir (Şahin, 2011, s.14).

İzleme: Merkez istasyon tarafından verilen görevlerin doğru şekilde yerine getirilip getirilmediğinin RTU tarafından denetlenerek elde edilen bilgilerin kısım operatörüne görüntülü olarak sunulmasıdır (Coşkun, 2006, s.4).

Arıza yeri tespiti ve izolasyonu: RTU bünyesinde oluşan arızaların akım algılayıcıları ile tespit edilerek gerekli müdahalenin gerçekleştirilmesidir (İlter, 2005, s.13).

Bu görevin yerine getirilmesinde kullanılmak üzere RTU bünyesinde Arıza Arabirimi Modülü ve bu modülün alt üniteleri olarak Arıza Akımı Algılayıcı Modülleri bulundurulmaktadır. Bu modüller sayesinde arıza akımının geçtiği noktalar tespit edilerek Arıza Arabirimi Modülü vasıtasıyla RTU'ya bildirilir. Elde edilen bu bilgiler ve kontrol merkezinin talimatları doğrultusunda sistemdeki arızalı bölgenin izole edilmesi için RTU tarafından Arıza Akımı Algılama Modüllerine gerekli komutlar gönderilerek arıza izolasyonu gerçekleşmiş olur (Coşkun, 2006, s.4).

1.1.2.2.2. RTU'nun ana bölümleri

RTU altı ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler şu şekilde sıralanabilir:

- Merkezi İşlem Ünitesi (CPU - Central Processing Unit)
- Giriş Çıkış İzolasyon Ünitesi
- İletişim Ünitesi
- Kullanıcı Arabirim Ünitesi
- Test Ünitesi
- Güç Kaynağı Ünitesi (Karafil, 2010, s.51).

Merkezi İşlem Ünitesi: Sistemin mikro işlemcisidir. RTU' nun bağlantılı olduğu tüm noktalardan gelen bilgilerin depolandığı yerdir. RTU'da hesaplama ve karar verme mekanizmaları bu merkezde bulunmaktadır.

Giriş-çıkış/izolasyon ünitesi: RTU'nun güvenliği açısından oldukça önemli bir ünedir. RTU'ya giriş ve çıkış bilgileri olumsuz çevre şartlarına karşı bu üniteye optik ve mekanik olarak izolasyonlanır (Karafil, 2010, s.53).

İletişim ünitesi: RTU ile iletişim ortamı arasında bir köprü vazifesini üstlenmektedir. Günümüzde iletişimle ilgili birçok yöntem ve bu yöntemlerle ilgili protokoller oluşturulmuştur. Bu ünite, mevcut bilgilerin daha önceden belirlenmiş protokoller dahilinde iletilmesinden sorumludur.

Kullanıcı arabirim ünitesi: RTU'nun bulunduğu istasyon düzeyinde otomatik olarak ya da orada bulunan operatör tarafından manuel olarak yapılacak işlemler ve istasyonun durum bilgilerinden haberdar olunabilmesi amacıyla bir bilgisayar ile yazıcı ve çizicinin bulundurulması gerekmektedir.

Test ünitesi: SCADA'nın test ünitesi RTU'ları gerçek zamanlı olarak sürekli izler. Herhangi bir arızanın tespiti halinde diğer RTU'ların etkilenmemesi amacıyla arızalı RTU'nun iletişim kanalını izole eder.

Güç kaynağı ünitesi: RTU merkezlerinde genellikle 48 Volt DC güç kaynağı bulundurulur. Güç kaynağının sağlıklı çalışabilmesi amacıyla bağımsız akü-

redresör kaynağı olması ve de topraklamasının RTU topraklamasından ayrı olması gerekir (Karafil, 2010, s.54).

1.1.2.3. RTU - PLC karşılaştırması

PLC'ler küçük endüstriyel bilgisayarlardır. Daha çok fabrika ve benzer işyerlerindeki uygulamalarda kullanılır. SCADA sisteminde tercih edilmesinin en önemli nedeni kolay programlanabilir olmasıdır (Özkan, 2006, s.13).

PLC'ler röle mantığına göre dizayn edilmiş bilgisayarlardır. Giriş ve çıkışları RTU'lardaki giriş ve çıkışlara benzemektedir. İletişim kapasitesi bulunmaz, ancak geliştirilmiş iletişim modülleri ile desteklenmektedirler. RTU'lar programlama olarak PLC'lere göre çok daha zayıf kalmaktadırlar. Ancak iletişim yönünden iyi radyolink arayüzüne sahip olması nedeniyle zor koşullardaki iletişim için RTU'ların tercih edilmesi uygun bulunmaktadır (Çalışkan, 2007, s.22).

1.1.3. Kontrol merkezi (MTU)

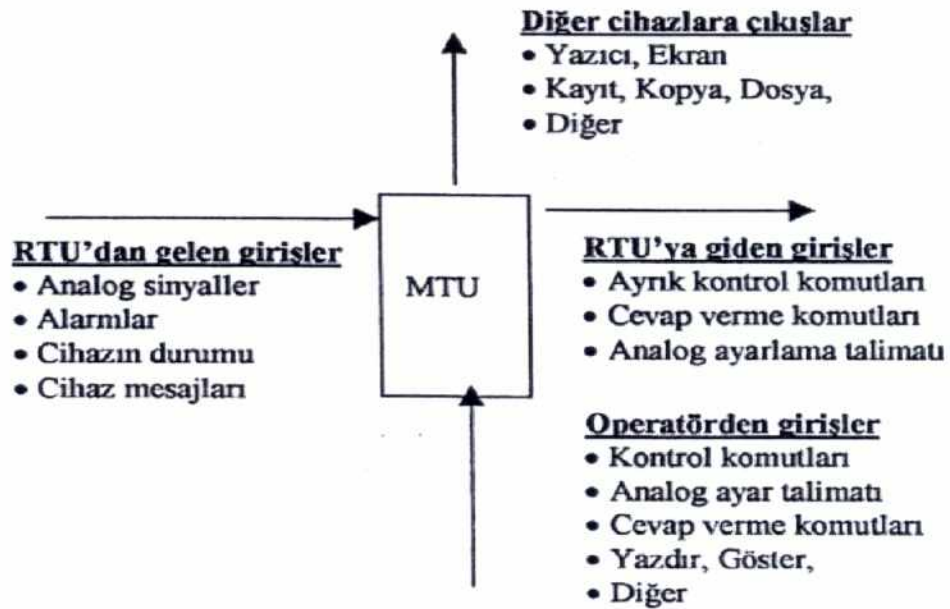
Master Terminal Unit kelimelerinin baş harflerinden oluşan MTU, Türkçeye yönetici giriş ünitesi olarak çevrilebilir, ancak yaptığı iş bakımından kontrol merkezi olarak da adlandırılır (İlter, 2005, s.13).

Geniş alanlara yayılmış saha istasyonlarını uzaktan kontrol etme, yönetme ve izleme işlemlerinin yapıldığı merkezdeki ana bilgisayar ve diğer ünitelerden oluşur (Coşkun, 2006, s.1).

Kontrol merkezi, işletmenin büyüklüğüne göre bir veya birçok noktada kurulabilir. Hatta çok büyük ve dağınık işletmelerde ana kontrol merkezleri ve bu merkezlere bağlı birçok kontrol merkezleri kurulabilir (Karafil, 2010, s.37).

Sistemin güvenilirliği açısından sistemde herhangi bir işlem yapmak için yetki tanımlanması gerekmektedir. Şekil 1.4' de tipik bir MTU'nun olası giriş ve çıkışları gösterilmiştir (Özkan, 2006, s.9).

Şekil 1.4 MTU'nun Giriş ve Çıkışları



Kaynak: İlter, 2005, s.14

Kontrol merkezinde bulunan önemli birimler aşağıda sıralanmıştır:

- Sunucu bilgisayarlar
- Dizayn bilgisayarları
- Operatör bilgisayarları
- Ana gösterim ekranı
- Haberleşme cihazları
- Tamamlayıcı cihazlar

Sunucu bilgisayar: Merkez istasyonun en önemli elemanıdır. Tüm sistem üzerinde kontrol ve söz sahibidirler. Sunucu bilgisayarlar sadece sunucu olarak görev yapabileceği gibi diğer birimlerle ilgili paket yazılımlarını da içinde bulundurarak ona göre aktif rol alabilirler (Özkan, 2006, s.9).

RTU'lardan periyodik olarak gelen ve RTU'ya gönderilen verilerle, merkezden istenilen bilgileri düzenli olarak saklar, gerektiğinde bu bilgileri rapor çıktısı olarak kullanıcının hizmetine sunar. Denetlenen sistemle ilgili akış şemasının ekran üzerinde görüntülenmesi ve bunun sonucunda da operatörün sistem takibi yapmasını sağlar. Sistemin problemsiz çalışması ve anında müdahale yapılabilmesi için RTU'lardan gelen alarm ve diğer uyarıları görsel ve sesli olarak operatöre bildirir (Karafil, 2010, s.36).

Aynı anda birçok operatöre sistemi takip etme, sisteme bilgi girme ve sistemdeki mevcut bilgileri değiştirme imkânı sağlamaktadır (Karafil, 2010, s. 37).

SCADA sisteminde her bir elemanın ayrı bir önemi vardır, ancak sunucular ve yazılımları ne kadar iyi olursa sistemin verimliliği de o oranda kaliteli olmaktadır (Özkan, 2006, s.10).

Dizayn bilgisayarları: İçerisinde bulunan yazılım sayesinde gerekli olan nokta konfigürasyonlarının ve grafiklerin dizayn edilmesini sağlarlar.

Operatör bilgisayarları: Sadece sisteme komut gönderme yetkisi verilmiştir. Sistemin güvenliği açısından sistemin konfigürasyonu ile ilgili bir işlem yapma yetkisi verilmemiştir.

Ana gösterim ekranı: SCADA sisteminde kontrolü yapılan tüm birimlerin şematik olarak gösterildiği ve ihtiyaca göre büyüklüğünün ayarlanabildiği gelişmiş bir ekrandır (Şekil 1.5). (Çilek, 2005, s.28).

Şekil 1.5 İstanbul İçme Suyu SCADA Sistemi Kontrol Merkezi



Kaynak: Şahin, 2011, s.11

Haberleşme cihazları: Ana terminalden saha istasyonlarına birtakım verilerle ilgili komutların gönderilmesini, saha istasyonlarınca da bu komutlara göre hazırlanan (akım, gerilim, debi vb.) bilgilerin ana terminale gönderilmesini sağlayan altyapı cihazlarıdır (Çilek, 2005, s.26).

Tamamlayıcı cihazlar: Bu cihazlar, dizüstü bilgisayar, yazıcı ve çizici, renkli yazıcı, kesintisiz güç kaynağı, akü ve şarj edicilerden oluşmaktadır. (Sucubaşı, 2007, s.13)

1.1.4. SCADA haberleşmesi ve ağ mimarisi

1.1.4.1. İletişim ortamları

İletişimin SCADA sistemindeki yeri çok önemlidir. Bir iletişim hattı olmadan MTU ve RTU'nun bilgi alışverişi yapması mümkün değildir. Sistemin omurgasını teşkil eder. İletişim ortamlarını kablolu ve kablosuz olarak iki kısma ayırsak da bazı uygulamalar için ikisinin de aynı ortamda kullanılması zorunluluk arz edebilmektedir. SCADA sistemlerinin aktivitesi ve

güvenilirliğinin etkilenmesinde iletişim şeklinin çok önemli payı vardır. Bu nedenle sistemde kullanılan haberleşme ağının titizlikle seçilmesi gerekmektedir (EMO, 2011, s.20-21).

SCADA sisteminde veri iletişimi, sistemde kullanılan cihazların aynı protokole sahip olmaları şartı ile kontrol merkezi-istasyonlar, istasyonlar – istasyonlar arasında kablolu ve kablosuz olarak iki şekilde yapılmaktadır.

1.1.4.1.1. Kablolu iletişim

- Metalik kablolu hatlar
- Fiberoptik kablolu hatlar
- Kiralanan telefon hatları
- Enerji nakil hatları

Sahada yapılan inceleme ve araştırmalarda Belediyeler tarafından kablolu iletişimin kullanılmadığı görülmüştür.

1.1.4.1.2. Kablosuz iletişim

Kablosuz iletişim sistemleri elektroniğin yaygın olarak kullanılan uygulamalarından biridir. Bu uygulamalar yardımıyla altyapı çalışmalarından etkilenmeden, altyapı sorunu çıkarmadan, arızalara en hızlı şekilde müdahale ederek, mevcut sistemde kolaylıkla yer ve cihaz değişikliği yaparak iki nokta arasında bilginin kablosuz bir şekilde taşınması sağlanmış olur. Bunun için en çok tercih edilen dalgalar radyo dalgalarıdır (Şahin, 2011, s.20).

SCADA Sisteminde en yaygın olarak yapılan kablosuz haberleşme iki şekilde incelenebilir:

- Radyo frekansı,

-Hücresel haberleşme sistemi.

Radio frekansı: Bağlı bulunduğu herhangi bir ortak taşıyıcısı yoktur. Ancak düşük kanal kapasitesi, düşük sayısal veri bit hızı, sınırlı transmisyon teknikleri ve frekans tahsisi olması dezavantajlarındandır (National Communication System, 2004, s.36).

Analog teknolojilerin kullanıldığı aralıkta tasarlanan telsizler birinci nesil, sayısal teknolojilerin kullanıldığı aralıkta tasarlanan telsizler ise ikinci nesil telsizler olarak adlandırılmışlardır:

Hücresel Haberleşme Sistemi: GSM sistemleri, ses hizmetlerinin yanında GPRS sistemleri ile data iletişimi olanağı sağlamaktadır. GPRS modemler, üzerlerindeki sim kart aracılığı ile otomatik olarak GSM şebekelerine bağlanmakta ve bir arayüz yardımı ile hedef sunucunun IP'si, portu, iletişim protokolu (TCP-UDP), cihaz ID bilgileri modeme işlenmektedir. Böylece her modem otomatik olarak bağlanacağı sunucunun bilgilerine sahip olmaktadır. Bir ucu RTU' ya bağlı olan konfigüre edilmiş GPRS modem ilk çalıştığında hafızasındaki ayarları kullanarak hedef sunucuya bağlanabilmektedir.

Server yazılımı tasarlandığı şekilde internet üzerinden modeme ilgili protokol komutlarını TCP paketleri olarak göndermekte ve bu veriler modem aracılığıyla RTU ya iletilmektedir. RTU, gelen protokol sorgusuna gerekli cevabı vermekte, bu cevap bilgisi yine modem aracılığıyla TCP paketleri olarak sunucuya gönderilmektedir.

Şekil 1.6. GPRS Modem



Hücresel haberleşme ağının günümüzde giderek yaygınlaşması ile birlikte birtakım sorunları da beraberinde getirmektedir. Çevre yapılaşması v.b. nedenlerden dolayı kapsamanın veya artan konuşma trafiğinin sağlanması için yeni kurulması gereken baz istasyonları nedeniyle mevcut hücre yapılarında değişiklikler olmakta bu da mevcut abonelerin sinyal kalitelerini zaman zaman olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, son dönemlerde özellikle Ülkemizde meydana gelen doğal afetler sonrasında abonelerin aynı anda sisteme yüklenmeleri nedeniyle sistemde haberleşme kesintileri meydana gelmiştir.

1.1.4.2. SCADA ağ mimarisi

Mevcut bilgi ve kaynakların paylaşılması amacıyla cihazların belirli kurallar dahilinde bağlantı kurarak oluşturdukları sistemlere bilgisayar ağı denir. Bilgisayar ağı (network) kavramı ilk olarak 1960'lı yıllarda ortaya çıkmıştır. 1969 yılında Amerikan Savunma Bakanlığınca çok sayıdaki bilgisayarların bir ana sisteme bağlı olduğu ARPANET (Advanced Research Projects Agency - İleri Araştırma Projeleri Ajansı) kurulmuştur (Çakıroğlu M., Ağlar).

SCADA sisteminde MTU ve RTU'lar arasında ağ bileşenlerinin konumu da dikkate alınarak çok farklı şekillerde bağlantı mimarilerini gerçekleştirmek

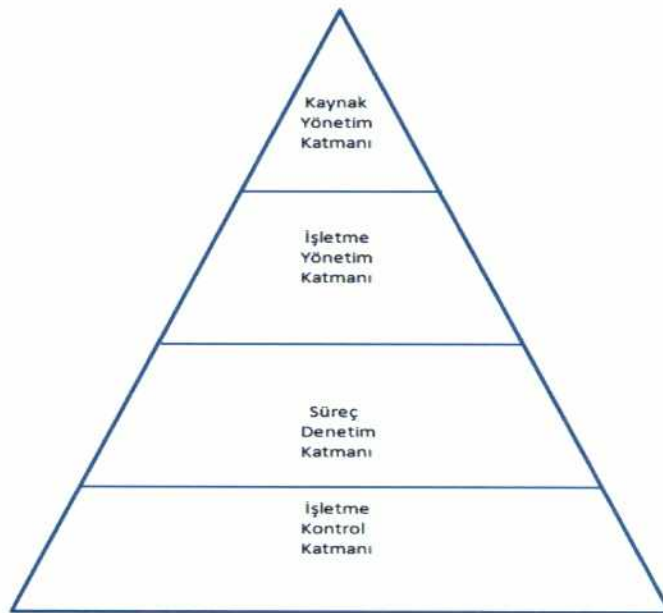
mümkündür. Bunlar en genel şekliyle yerel alan ağları (LAN), şehirselle alan ağları (MAN) ve geniş alan ağları (WAN) olarak adlandırılır. Günümüzdeki bu iletişim ağları, ISO (Uluslararası Standardizasyon Örgütü - International Organization for Standardization) tarafından geliştirilen protokol OSI (Açık Sistemler Arabağlantısı - Open Systems Interconnection) standardına uyumlu olmak zorundadır (İlter, 2005, s.15).

1.2. SCADA Sisteminin Katmanları

SCADA Sistemi "Katmanlaşan - Scalable" özelliği nedeniyle işletmelerde tüm kontrol işlemlerinin kademeli olarak yapılmasını gerçekleştirir (Şekil 1.7). Bu katmanlar şunlardır:

- * Kaynak Yönetim Katmanı
- * İşletme Yönetim Katmanı
- * Süreç Denetim Katmanı
- * İşletme Kontrol Katmanı

Şekil 1.7 Entegre Bir SCADA Sistemi



Kaynak : Akif Karafil Ağustos 2010, s.23

Kaynak yönetim katmanı: SCADA sistemi ile bir işletmenin en alt katmanından itibaren gelen veriler değerlendirilir. Buna göre işletmenin strateji ve politikaları belirlenerek üretim ve hizmet ile ilgili planlar yapılır. Diğer departmanlar ile iş birliği gerçekleştirir. İşletme kaynakları ile ilgili yazılımlar burada bulunur (Şahin, 2011, s.4).

İşletme yönetim katmanı: İşletmenin tüm bölümler arası iş birliği sağlanır. Kendisinden önceki katman olan işletme kaynak yönetimi katmanından alınan kararların belirlenen bir plan dâhilinde sıraya konarak yürütülmesi gerçekleştirilir. Bu katman daha çok bir işletme müdürlüğü görevini temsil etmektedir.

Süreç denetim katmanı: Bir işletmede süreç tasarımı ve zaman uyumluluğu oldukça önemli kavramlardır. Bu katmandaki amaç, veri toplama ve izleme fonksiyonlarının hayata geçirilerek tesisler ve makineler arasında eş zamanlılığın sağlanmasıdır. Bu katman genellikle kontrol cihazları ve SCADA yazılımlarını içermektedir.

İşletme kontrol katmanı: SCADA'nın kontrol özelliğinin daha çok ön plana çıktığı katmandır. Fiziksel kontroller bu katmanda yapılmaktadır. İşletme fonksiyonlarının yürütülebilmesi amacıyla elektronik ve mekanik aygıtlar birbirlerine arabirimlerle bağlıdır. Fiziksel büyüklükler (ısı, basınç, derinlik vb.) ile sensörler, aktivatörler, tahrik motorları ve vanalar burada bulunur. Sensörlerle toplanan fiziksel veriler elektriksel işaretlere çevrilerek SCADA sistemine aktarılır. SCADA sisteminden verilen komutlar elektriksel işaretlere dönüştürülerek sistemdeki vanaların açılıp kapanması, motorların çalıştırılıp durdurulması gibi hareketlerin oluşması sağlanmaktadır (Şahin, 2011, s.5).

1.3. SCADA Sisteminin İşlevleri

SCADA sisteminin işlevlerini dört grupta toplayabiliriz:

- 1) Danışma (monitoring) işlevleri
- 2) Kontrol işlevleri
- 3) Veri toplama
- 4) Verilerin kaydı ve saklanması

Danışma işlevleri:

- Durum denetimi (açık-kapalı)
- Eşik ve limit değer denetimi (analog ölçümler)
- Olay ve alarmların rapor edilmesi, gruplandırılması, sınıflandırılması
- Trend denetimi (Çalışkan, 2007, s.26).

Kontrol işlevleri:

- Kontrol edilecek cihazların tek tek kontrolü (ayırıcı ve kesicilerin uzaktan açılıp kapatılması, trafo kademe değiştirici kontrolü vb.).
- Regülatörlere veya rölelere kontrol işaretleri gönderilmesi (Çalışkan, 2007, s.27).

Veri toplama:

- Analog ölçümler (akım, gerilim, aktif ve reaktif güçler vb.).
- Durum ölçümleri (kesici ve ayırıcıların açık-kapalı konumları vb.).
- Enerji ölçümleri (sayaç çıkışlarından alınan işaretlerinin sayılması vb.).

Verilerin kaydı ve saklanması:

- Kontrol, denetleme ve veri toplama işlevlerinden elde edilen veriler isteğe bağlı olarak kaydedilir ve gerekiyorsa saklanır (Karafil, 2010, s.35).

1.4. SCADA İşletim Sistemleri

Bilgisayar işletim sistemi; bilgisayar programını, bellek erişimini ve sistem kullanıcılarının erişimini denetler. Verilerin yedekleme veya depolama

birimlerine transferini sağlar. Genel olarak SCADA bilgisayarları büyük UNIX tabanlı sunucular olmuştur (Barnes vd., 2004, s.17).

Bazı satıcılar UNIX sistemlerin özelliklerine ek olarak açık kaynak kodlu bir işletim sistemi olan LINUX ile WINDOWS platformları arasında bir seçim sunarken, çok az satıcı UNIX tabanlı bir sistem üzerinde yalnız çalışabilecek kendi SCADA yazılımını sunmaktadır. Linux tabanlı sistemler de bazı satıcılar tarafından sunulan ve son zamanlarda popülaritesi artan sistemlerdir. Yeni teknolojilere geçiş yapan birçok sistem, UNIX ve Windows tabanlı donanım karışımını birlikte içerir (Barnes vd., 2004, s.17).

1.5. SCADA Yazılımı ve Protokolleri

1.5.1. SCADA yazılımı

Yazılım, bir problemin çözümünün gerçekleştirilebilmesi amacıyla elektronik cihazların bilgisayar dilini kullanarak oluşturduğu anlatımlar bütünüdür. SCADA sisteminin; izleme, kontrol ve veri toplama işlevlerinin sağlanabilmesi için özel olarak tasarlanmış ve geliştirilmiş bir yazılım paketi olmalıdır (Özkan, 2006, s.28).

SCADA yazılımının tek bir üniteye ve tek bir hizmete değil, genel amaçlara yönelik olarak çeşitli firmalarca üretilen farklı marka ve modeldeki RTU'ların ortaklaşa çalışabileceği bir yazılım paketini içermesi, modüler olarak büyüyebilir ve SCADA sisteminde ileride oluşabilecek kapasite artışlarına cevap verebilir özelliklere sahip bir yazılım olması gerekmektedir (Özkan, 2006, s.29).

SCADA Yazılımının Görevleri:

- RTU'ları izlemek ve denetlemek.
- RTU'lardan gelen her türlü bilgileri operatörlere bildirmek.

- Operatörlerin verdiği komutları uygulayarak, alınan sonuçları operatörlere bildirmek.
- Bilgisayar ekranları ile projeksiyon sistemi ekranlarındaki görüntüyü eş zamanlı olarak oluşturmak.
- İstatistiksel raporlar ile alarm ve olay uyarılarını yazıcılardan yazdırmak.
- Uyarı sistemini ve sesli alarmı kontrol etmek.
- Yetkisiz kişilerce SCADA sistemine girişi engellemek (Özkan, 2006, s.29).

1.5.2. İletişim protokolleri

İletişim protokolleri, iki veya daha fazla sistem arasında gönderilecek verilerin belli bir kalıba göre düzenlenerek (format, zamanlama, öncelik sırası vb.) gönderilmesi amacıyla oluşturulmuş kurallar zinciridir. Bunu iki sistemin bilgi alışverişini gerçekleştirebilmeleri için kullanacakları ortak dil olarak da tanımlamak mümkündür. SCADA uygulamalarında en yaygın şekilde iki protokol kullanılır. Bunlar HDLC ve MODBUS'tur. Bunların yerine günümüzde DNP3, Ethernet, ve TCP/IP protokolleri de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Clarke, 2004, s.42).

MODBUS'a Master /Slave esasıyla erişim sağlanır. Bu protokol tek bir master için 247 slave kadar kullanılabilir (Clarke, 2004, s.46).

SCADA sisteminde analog bilgilerin uygun modemlerle sayısal bilgilere dönüştürülerek RTU'lar arasında taşınmalarını sağlayan EIA (Elektronik Sanayicileri Birliği - Electronic Industries Alliance) standartlarından en önemlileri RS232, RS422 ve RS485 standartlarıdır. Bu standartlar arayüzün elektrik, mekanik kriterlerini tanımlamak ve sayısal verileri bir noktadan başka bir noktaya iletmek için tasarlanmıştır (Clarke, 2004, s.35).

RS232 Standardı: RS232'lerle sadece bir sürücü ve bir alıcıya bağlanılır, yani haberleşme noktadan noktaya (point to point) ile sınırlıdır. Full duplex¹ haberleşme yapılmaktadır. Yani aynı anda çift yönlü haberleşme imkanı sağlamaktadır (Karafil, 2010, s.59).

RS422 Standardı: RS232'nin toprağa göre kullanıldığı hat seviyelerinden farklı olarak iki hat arasındaki seviye farkını data sinyaline dönüştürür. Bu iletim biçiminde, alıcı ve verici sinyaller için iki ayrı hat çifti kullanılır. Multidrop (çok alıcılı) haberleşmeyi destekler. Yani bir verici cihaza karşılık birçok alıcı kullanılabilir. RS-232 ye göre daha iyi gürültü bağışıklığı ve bilgileri daha uzak mesafelere gönderme olanağına sahiptir (Karafil, 2010, s.60).

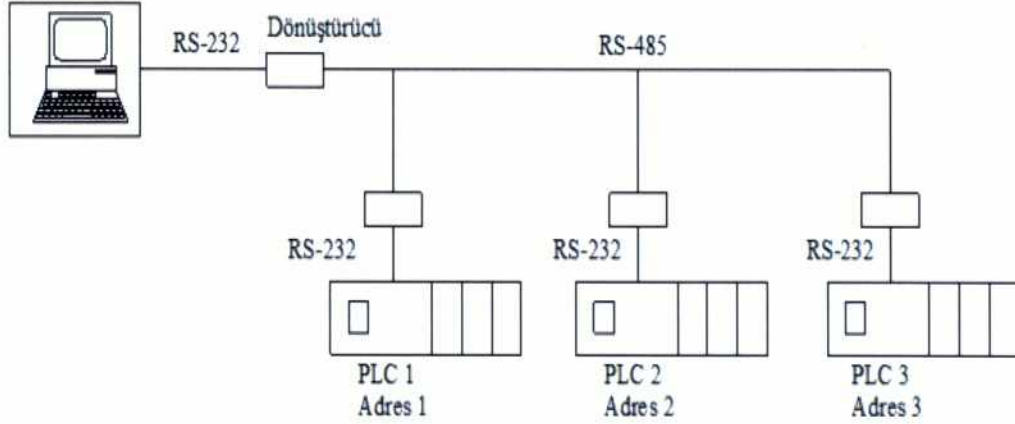
RS485 Standardı: RS485'ler RS422 standardı üzerine geliştirilmiştir. Aynı anda en az otuz iki sürücü ve otuz iki alıcıya bağlanılabilir. Üst seviyede gürültü bağışıklığına sahiptir. Haberleşme full duplex veya half duplex olabilmektedir. Full duplex haberleşme için dört kablo ve toprak hattı, half duplex² haberleşme için iki kablo ve toprak hattı kullanılması gerekmektedir (Karafil, 2010, s.61).

RS232'ler RS485'lere dönüştürülebilir. RS232'nin RS485 olarak kullanılmak istenmesi hâlinde ilgili bilgisayara RS485 kart takılması yeterli olmaktadır (Şekil 1.8).

¹ Çift kanallı çift yönlü

² Yarı çift yönlü

Şekil 1.8 RS-232 İle RS-485 Dönüştürücü Kullanımı



Kaynak: Karafil, 2010, s.62

Eğer sistem iyi tasarlanmış bir protokole sahip değil ise iletişimde trafik tıkanıklığı ve güvenlik zafiyeti olma ihtimali yüksektir. Özellikle kritik altyapılar gibi gerçek zamana uygun olarak yapılan işlemler esnasında uzak terminal birimlerinden gelen uyarı mesajları, alarm ve hızlı değişime uğrayan fiziksel veriler iletişim yolunda tıkanmalara sebep olabilir. (EMO, 2011, s.21).

1.6. SCADA Sistemine Yapılan Tehditler ve Saldırıları

SCADA sistemleri gelişmeye başladığı ilk yıllarda diğer ağlarla bağlantılı olmadığı ve yaptığı işe göre özel protokoller kullandığı için daha çok fonksiyonelliği ön planda tutulmuş, bu nedenle de fazla güvenlik özelliği eklenmesine ihtiyaç duyulmamıştır. Fakat zamanla SCADA sistemleri için standart protokollerin yaygınlaşması, internet ya da kapalı bilgisayar ağları üzerinden sistemlerin kontrol edilmesi, güvenlik risklerini de beraberinde getirmiştir (EMO, 2011, s.22).

SCADA Sistemlerinin altyapılarını oluşturan donanım, yazılım, işletim sistemi ile tüm bunları birbirine bağlayan ilgili protokoller her zaman bilgisayar saldırılarının etkisinde kalabilmektedirler (Krutz, 2006, s.22).

SCADA sistemlerinde bilgisayar kullanılması, bilgisayarların da IP ile birbirine bağlanması nedeniyle saldırıların büyük çoğunluğu internet üzerinden yapılmaktadır. Yapılan haberleşmenin internet üzerinden artan miktarı nedeniyle bilgisayar saldırılarının doğal olarak sayısı ve büyüklüğü de artmaktadır (Ten, 2008, s.10).

İnternete bağlı olmadığı durumlarda bile sistemin güvenliği tehlikededir. Siber atakların arttığı günümüzde, İran'daki nükleer araştırmalarının yapıldığı sistemin internete bağlı olmamasına karşın Stuxnet zararlı yazılımının sisteme bulaşmış olması bunun doğruluğunu kanıtlamaktadır (EMO, 2011, s.22).

Saldırgan, sisteme eriştikten sonra operatör ekranındaki değerleri değiştirir. Böylece alarm çalışmaz ve operatör tehlike anından haberdar olamaz. Acil durumda operatörün tepkisi gecikebilir. Bu da tesisin yakınındaki kişilerin emniyetini olumsuz bir şekilde etkileyebilmektedir. Donanıma yönelik siber saldırıların önlenmesindeki temel husus erişim kontrolüdür. Bu kategorideki temsili saldırılar genel olarak çingiraklı kapı mandalı saldırısı (doorknob-rattling attack.) olarak adlandırılır. Saldırgan, kullanıcı adı ve şifre kombinasyonlarından çok nadir olanlarını kullanır. Çingiraklı kapı mandalı saldırısı için tüm hostlardan login hatalarına ilişkin gelen veriler kontrol edilmek üzere toplanmadığı sürece bu saldırı tespit edilememektedir (ZHU, 2011, s.4).

SCADA sistemlerine yönelik tehditler; doğal olaylardan, kötü niyetli kişilerin eylemlerinden, uygunsuz işlemlerden, teknik arızadan ve şirketin kendi personelinden kaynaklanabilir. Bu tehdit ve saldırılar;

- Solucanlar,
- DDoS saldırılar,

- Virüsler,
- Truva Atları,
- İnsan hataları,
- Kazalar,
- Teröristler,
- Enerji nakil hatları,
- Tesislerin dağınık olması (Krutz, 2006, s.81),

- Elektromanyetik ve RF vericilerinden kaynaklı enterferans,
- Tesisin arızaya geçmesi,
- Tesisin çalışmaya geçmesi veya durması sonucu oluşan arızalar,
- Yazılım yamalarının uygunsuz kullanımı,
- Farklı şebeke ve destek elemanları arasındaki tutarsızlık ve uyumsuzluk,
- Deprem, sel, yangın, kar, fırtına ve volkan gibi doğal felaketler şeklinde olabilmektedir.

SCADA sistemine saldırılar;

- İnternet bağlantısı,
- Şirkete ait şebeke bağlantısı,
- Saldırılardan zarar görme olasılığı olan başka şebekelere bağlantı,
- Sanal özel şebekeler (VPN),
- Dial-up (çevirmeli) modemler vasıtasıyla arka kapı (gizli) bağlantılar,
- Dizüstü kullanıcıları tarafından güvensiz telsiz bağlantıları,
- Hatalı oluşturulmuş IP paketleri,
- IP parçalama saldırıları,
- SNMP'deki saldırıdan zarar görme miktarı,
- UDP ya da TCP kapıları gibi açık ve güvensiz bırakılmış bilgisayar kapıları,
- Protokoller ve SCADA elemanlarındaki yeterli ve uygun olmayan doğrulama (Krutz, 2006, s.82),

- Tuzak kapıları ya da bakım çengelleri,
- Kontrol şebekelerindeki e-posta işlemleri,
- Kiralık özel telefon hatları
ile yapılabilir.

Saldırmanın amaçları;

- SCADA ana kontrol istasyonuna erişip bozma,
- RTU ya da PLC ye erişip bozma,
- SCADA şifrelerine erişme,
- SCADA ana kontrol istasyonu ile RTU'lar arasındaki haberleşmeyi kesme,
- RTU kontrol programını değiştirme olarak sıralanabilir (Krutz, 2006, s.83).

1.7. SCADA Sisteminde Koruyucu Tedbirler

Kritik altyapılar, üretimde ve günlük yaşamda sürekli hizmet vermesi gereken; fiziksel ve/veya siber bir saldırıya maruz kaldığında bir ya da birden fazla ülkenin ulusal ve/veya uluslararası çıkarlarını etkileme, kamu sağlığını tehdit etme, çevre kirliliği, para ve itibar kaybına neden olabilecek potansiyele sahip altyapı unsurları “kritik altyapı” olarak tanımlanabilir (BTK Eğitim Notları,2011, Bilgi Güvenliği).

SCADA sisteminin hem siber hem de fiziki güvenliğinin sağlanması oldukça önemlidir. Fiziki olarak güvenliğin sağlanması için doğrulama yapılması (şifre istenmesi) ve yetkisiz kişilerin sisteme girmesinin engellenmesi gerekir (Sandia National Laboratories, 2002, s.10).

SCADA sistemlerinde risk yönetim metodları otomatik olarak sistemin güvenliğini sağlayan yazılımlarla sağlayabileceği gibi bazı akıllı tekniklerle de

gerçekleştirilebilir. Bu tür koruma teknikleri SCADA sistemlerindeki süreçlerin kontrol edilmesinde ve güvenliğin sağlanmasında insan müdahalesini ya tamamen ortadan kaldırır, ya da en aza indirger (Sandia National Laboratories, 2002, s.2).

SCADA sisteminin geliştiği ilk yıllarda yapılan işin türüne göre her bir işletme için özel protokoller kullanılmıştır. Diğer ağlarla bağlantı durumu söz konusu olmadığı için daha çok işlevsellik ön plana çıkarak bu sisteme fazladan bir güvenlik özelliği eklenmemiştir. İlerleyen zaman içerisinde SCADA sistemleri için standart protokollerin geliştirilerek yaygınlaşmaya başlaması, bu sistemlerin internet ya da kapalı bilgisayar ağları üzerinden kontrol edilmesi güvenlik risklerini de beraberinde getirmeye başlamıştır. İngiltere’de kritik altyapıların güvenliği ile ilgili çalışmalar yapan CPNI (Center for Protection of National Infrastructure - Ulusal Alt Yapı Koruma Merkezi) proses kontrol ve SCADA sistemlerinin güvenliği konusunda önlemlerin alınması için bir rehber yayınlayarak bazı tavsiyelerde bulunmuştur. Yayınlanan bu rehberde;

- İş risklerinin anlaşılması,
- Güvenli mimarinin gerçekleştirilmesi,
- Olayları ele alma yeteneğinin oluşturulması,
- Farkındalığın artırılması ve yeteneklerin geliştirilmesi,
- Üçüncü parti risklerin yönetimi,
- Projelerin güvenlikle birlikte ele alınması,
- Sürekli bir yönetim modelinin kurulması,
- Ayrıca CPNI tarafından yayınlanan rehberde ABD, Kanada, Avustralya ve Avrupa Birliği ile bu konularda bilgi paylaşıldığı ifade edilmiştir (EMO, 2011, s.21).

Ekim 2001’de de Amerikan yönetimi 13231 sayılı Başkanlık kararı çerçevesinde SCADA sisteminin güvenliğini artıracak tedbirleri belirlemiştir. Belirlenen bu tedbirler (Department of Energy, 2011, s.2);

- 1) SCADA şebekelerine yapılacak tüm bağlantıların belirlenmesi,
- 2) SCADA şebekelerine yapılan gereksiz tüm bağlantıların sökülmesi,
- 3) SCADA şebekelerindeki geri kalan tüm bağlantıların güvenlik seviyesinin tespit edilmesi ve artırılması,
- 4) Gereksiz sistemlerin ortadan kaldırılarak SCADA şebekelerinde güvenliğin artırılması,
- 5) Sistemin korunması için sadece protokollere güvenilmemesi,
- 6) Cihaz ve sistem satıcıları tarafından sağlanan özelliklere sahip sistem ve cihazların kullanılması,
- 7) SCADA şebekelerinde arka (gizli) kapı olarak kullanılan herhangi bir ortam üzerinden güçlü kontrollerin gerçekleştirilmesi,
- 8) Sisteme yapılacak harici ve dahili müdahalelerin tespit edilmesi ve bu tespit işlemlerinin 7/24 esasına göre yapılıp izlenmesi,
- 9) Güvenliğe yönelik riskleri tespit etmek amacıyla SCADA sistem ve cihazları ile bu SCADA ya bağlı olan diğer şebekelerin teknik açıdan kontrollerinin yapılması,
- 10) Fiziki güvenlik açıklarının tespit edilmesi ve mevcut güvenlik seviyesini tespit etmek amacıyla SCADA şebekelerine bağlanan tüm uzaktaki birimlerin güvenlik açısından incelenmesi,
- 11) Her bir SCADA sisteminde olası saldırı senaryolarını tespit etmek ve değerlendirmek üzere acil durum ekiplerinin kurulması,
- 12) SCADA sistemine dahil olan yöneticiler, sistem yöneticileri ve kullanıcılar için yetki ve sorumlulukların siber güvenlik açısından açık ve net bir şekilde belirlenmesi,
- 13) Şebeke mimarisinin döküm (topoloji) olarak kaydedilmesi, ilave koruma seviyesi gerektiren, hassas bilgileri içeren ya da kritik fonksiyonları yerine getiren sistemlerin tespit edilmesi,
- 14) Dayanıklı ve süreklilik arz eden risk yönetim süreçlerinin tespit edilmesi,
- 15) Geniş ölçekli savunma prensibi dikkate alınarak şebeke koruma stratejisinin belirlenmesi,
- 16) Siber güvenlik kriterlerinin açık bir şekilde belirlenmesi,
- 17) Etkin konfigürasyon (kurulum) yönetim süreçlerinin belirlenmesi,

- 18) Rutin otomatik değerlendirilmelerin yapılması,
 19) Sistem yedeklemelerinin, felaket kurtarma planlamalarının hazırlanması,
 20) Kurum yöneticileri siber güvenlik performansından ne beklediklerini belirlemeli ve bu performans çerçevesinde ilgili kişileri sorumlu olarak atamalı,
 21) Herhangi bir kurum personelinin SCADA sistem tasarımı, işlemler ya da güvenlik kontrollerine yönelik olarak hassas bilgileri kasıt olmadan açıklamaları olasılığını en aza indirmek için gerekli eğitimlerin yapılması ve bu çerçevede gerekli politikaların oluşturulması şeklindedir (Department of Energy, 2011, s.3-8).

Koruyucu tedbirler aşağıda belirtildiği şekilde çeşitli kısımlardan meydana gelmektedir:

a) Güvenlik Politikaları

Öncelikle plan hazırlanması gerekir. Kontrol sistem operatörleri ve mühendisleri eğitilmiş olmalıdır. Güvenlik politikalarının uygulamalarında sürekliliğin devamı için; BT (Bilgi Teknolojileri) grubu ve kontrol mühendisleri arasında güvenlik çözümlerinin yürütülmesi, uygulanması ve haberleşmenin sağlanması gereklidir (Creery ve Byres, 2005, s.5).

b) Şebeke Mimarisi

Şebeke mimarisi öncelikle güvenliğin ön planda olduğu düşünülerek çok iyi bir şekilde tasarlanmalıdır. Şebekeler birbirinden mümkün ise güvenlik duvarı ile ayrılmalıdır.

c) Sistemin Sağlamaştırılması

Öncelikle gereksiz hizmetler ve uygulamalar ile cihazlar süreç kontrol bilgisayarlarından uzaklaştırılmalıdır. Gereksiz portlar kapatılmalıdır. Zira portlar virüsün sisteme girme olasılığını artırmaktadır.

d) Uzak Bağlantılar

Mümkün olduğunca kısa süreli şifreler kullanılması gerekir (Creery ve Byres, 2005, s.6).

1.8. SCADA Sisteminin Uygulama Alanları

Günümüzde SCADA sistemlerinin uygulama alanları oldukça fazladır. SCADA'nın, sektörlere işletim kolaylığı getirmesi ve toplumun ihtiyaçlarının daha ekonomik, daha kolay ve daha hızlı şekilde karşılanması nedeniyle bu alanlar sürekli olarak genişlemeye devam etmektedir. SCADA sisteminin uygulandığı en önemli alanlar:

- Kimya Endüstrisi
 - Doğal gaz ve Petrol Boru Hatları
 - Petrokimya Endüstrisi
 - Demir Çelik Endüstrisi
 - Elektrik Üretim ve İletim Sistemleri
 - Elektrik Dağıtım Tesisleri
 - Su Toplama, Arıtma ve Dağıtım Tesisleri
 - Hava Kirliliği Kontrolü
 - Çimento Endüstrisi
 - Otomotiv Endüstrisi
 - Trafik Kontrolü
 - Gıda Endüstrisi
 - Bina Otomasyonu
 - Proses Tesisleri (Karafil, 2010, s.33).
- şeklinde sıralanabilir.

1.9. SCADA Sisteminin Avantajları

SCADA sisteminin birçok avantajı vardır. Bunlardan en önemlilerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

-Merkezdeki kontrol noktasında bulunan bir sistem operatörünün (kullanıcının), geniş bir coğrafi alana yayılmış olan termik ve hidrolik enerji üretim sistemleri ile iletim ve dağıtım tesisleri, boru sistemleri, petrol ve gaz tesisleri, su şebekeleri gibi alanlardaki ayırıcılar/kesiciler, vanalar, motor, elektronik, elektrohidrolik ve elektro pnömatik³ valf anahtarları gibi üniteleri uzaktan açma, kapama, ayar noktalarında değişiklik yapma alarmları görüntüleme, ağırlık, sayı, frekans, nem, ısı, gibi ölçü bilgilerini toplama işlevlerini emniyetli ve ekonomik olarak yerine getirmesi (Arifoğlu, 2013, s.31).

- İşletmedeki sisteme bağlı ekipmanlarda oluşabilecek arızaların otomasyon sisteminden anında izlenebilir olması, zaman kaybı olmadan bu arızaya müdahale edilebilmesi,

-Tüm kullanıcılarının istekleri doğrultusunda oluşturulmuş programa göre çalışan SCADA sistemi, saha ekipmanlarını hatasız bir şekilde kumanda edeceğinden, insan kumandasında çalışan sistemlere oranla çok daha tehlikesiz ve güvenli olması,

-SCADA sistemi sayesinde çalıştırılacak personel sayısı ve oluşabilecek insan hatasının asgari, can ve mal güvenliğinin de azami seviyede tutulması,

-Bir sistemin değişken değerlerinin anlık olarak izlenmesinin yanında geçmişe yönelik değerlerine de ulaşmanın mümkün olması ve ulaşılan bu değerlerin rapor halinde alınarak tüm tesisin performansı hakkında bilgi sahibi olunmasına ve gerekli tedbirlerin zamanında alınmasına imkan vermesi,

-Gelişen teknolojiye uygun olarak kurulan SCADA sistemleri, donanım ve yazılım olarak son derece açık sistemler olması itibarıyla sonradan

³ Pnömatik, gaz basıncını mekanik harekete çevirme amaçlı eğitim ve uygulamaları içeren endüstriyel işlemler.

değiştirilebilme ve genişleyebilme özelliklerine sahip olması (Coşkun, 2006, s.12),

-Servis ve bakım kolaylığı, uygulamalardaki zorluklar ve belirsizliklerin ortadan kalkması, raporlama ve alarm bilgilerini hem kaydetme, hem de ekrana taşıma işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi,

-Genel bir optimizasyon ve güvenilirliğin sağlanması açısından tercih edilmesi halinde alarm bilgilerinin cep telefonlarına mesaj olarak da gelebilmesi,

-İnternete bağlı olmanın getireceği risk faktörlerini kabullenmek şartı ile SCADA sistemindeki veri sunucularının internete bağlanarak sistemin web üzerinden izlenebilmesi ve kontrol edilebilmesi (Mirzaoğlu İ. 2008, s. 11),

-Denetlenen sistemlerdeki olayların belirli bir sıra dâhilinde oluşmasının sağlanması,

-Sürekli olarak tekrara dayalı işlemlerin insan yerine makine ile yapılmasının sağlanması, hassas, hatasız ve insan tarafından yapılamayacak hızda işler yapabilmesi, sürekli değişen durum karşısında en doğru/uygun hareketi yapabilmesi, minimum harcama ile maksimum üretimin sağlanması (Arifoğlu, 2013, s.4).

2. SCADA SİSTEMİYLE İLGİLİ TEKNOLOJİDEKİ GELİŞMELER

1960'lı yıllarda çoğu endüstriyel otomasyon pnömatik olarak gerçekleştirilirdi. Değişkenlerin ölçümünden alınan veriler pnömatik dönüştürücüler vasıtasıyla hava basıncı olarak sinyale dönüştürülürdü. Ancak, analog sinyallerin tüplerle uzak mesafelere taşınması sonucunda oluşan zaman kaybı işletmecilerin karşısına bir problem olarak çıkmıştır.

Transistörlerin uygulamaya konulmasıyla değişkenler analog elektrik sinyallerine dönüştürülmüştür. Elde edilen bu sinyaller uzak mesafelere çeşitli yollarla anlık olarak iletilebilir hale gelmiştir (Özkan, 2008, s.1).

1960'ların sonlarında mikroişlemci alanındaki gelişmelerle analog sinyallerle beraber yavaş yavaş dijital sinyaller de kullanılmaya başlanarak dağıntık kontrol sistemlerinin uygulaması gerçekleştirilmiştir.

1970'lerde yeni bir mikroişlemciyi temel alan PLC adı verilen bir kontrol sistemi geliştirildi. PLC'ler basit bir açma-kapama işleminden başlayarak çok daha karmaşık kontrol uygulamalarına kadar hakim duruma gelmiştir (Özkan, 2008, s.2).

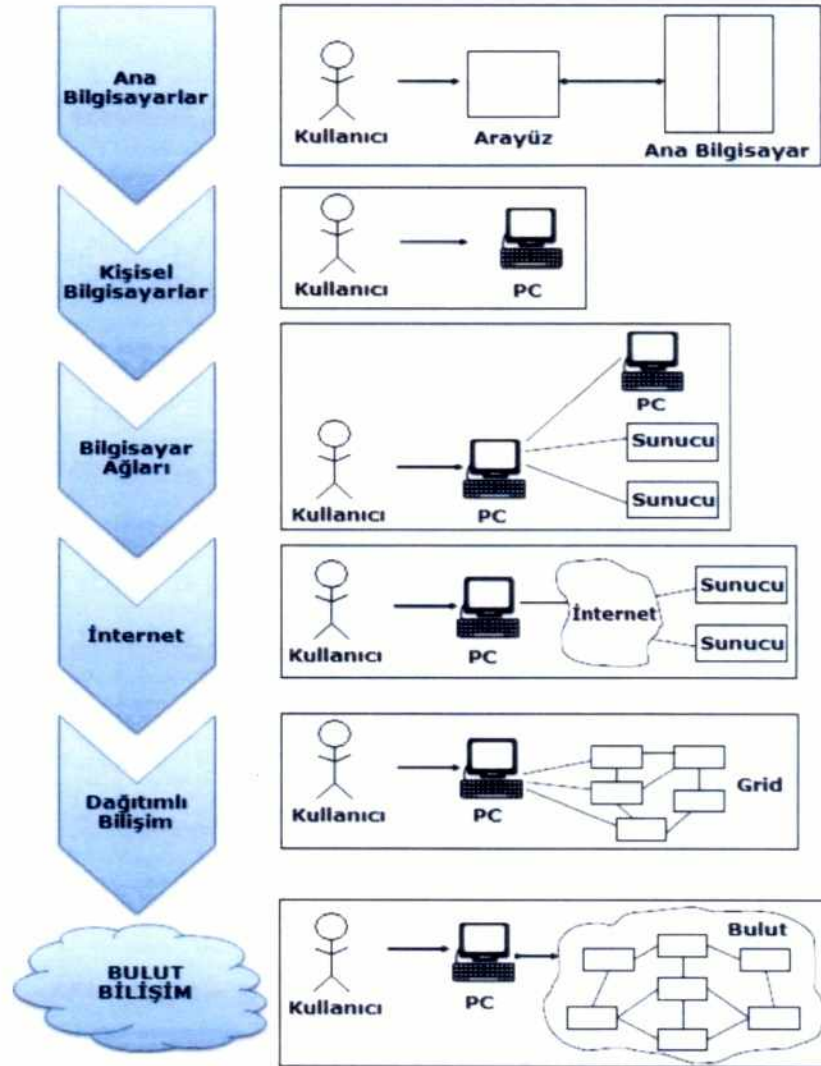
1980'lerden itibaren bilişim sektörü, kişisel bilgisayarlar, LAN ve WAN teknolojisi üzerindeki gelişmeler PLC ve SCADA üzerinde de birçok gelişmeye neden olmuş, 1960'lı yılların sonlarına doğru ilk temeli atılan SCADA sistemi artık uzak terminal birimleriyle sürekli iletişimde kalarak gerçek zamanlı bilgi transferi sağlamaya başlamıştır.

1990'lı yıllardan itibaren SCADA sistemleri bütün iş sektörleri için artık vazgeçilmez bir ihtiyaç haline gelmeye başlamıştır.

Bir SCADA sisteminin temelinde bir merkez istasyon, bu istasyona bağlı çevre istasyonlar ve bu iki birim arası denetim, kontrol işini gerçekleştiren bir yazılım ve de iletişim ortamları bulunur (Özkan, 2008, s.4).

Gelişen teknoloji ile birlikte SCADA sistemleri bulut bilişim sistemleri üzerinden de sunulmaya başlanmıştır. Dağıtımli bilişim; kamu hizmeti bilişimi, barındırma vb. hizmetler ihtiyaçları belli oranda karşılasa da, kendi kendine hizmet (self service), ihtiyaca göre kapasite artırma gibi özellikleri sağlayamamış olması bulut bilişimin doğuşuna zemin hazırlamıştır. 1960'lı yıllarda kullanılan ana bilgisayarlardan, bulut bilişimin doğuşuna kadar olan gelişim süreci Şekil 2.1'de görselleştirilmektedir (Mirzaoğlu A, 2011, s.10).

Şekil 2.1. Bulut Bilişimin Gelişimi



Kaynak: Mirzaoğlu A, 2011, s.11

Bulut bilişim, uygulama ve servislerin internetteki bir sunucuda (bulutta) bulunup internete bağlı herhangi bir cihaz ile bu uygulama ve servislerin çalıştırılması olayıdır. Bulut Bilişim ile bilgisayarınızda bulunan ofis, resim düzenleme ve arşivleme, ajanda, yabancı dile çeviri programları ve kişisel dosyalarınız, internetteki bir sunucuya taşınıyor ve internete bağlı olduğunuz her yerden bu programlara ulaşıp işinizi görüyorsunuz (BTK Eğitim Notları,2011, Bilgi Güvenliği).

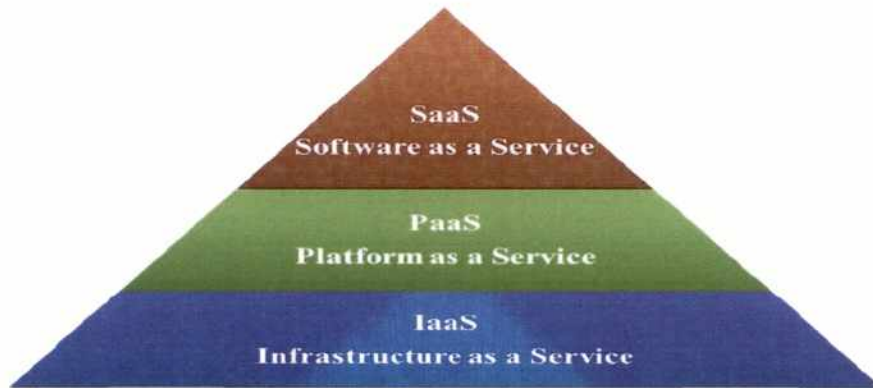
NIST (United States Institute of Science and Technology - Amerika Birleşik Devletleri Bilim ve Teknoloji Enstitüsü) "cloud computing" kavramını üç hizmet modeliyle (Şekil 2.2) açıklıyor:

1) Servis Olarak Yazılım (Software as a Service): Bu hizmet, uygulamaların bulutsu altyapı üzerinden sunulması şeklindedir. Kullanıcılar kendi sistemlerine herhangi bir şey yükleme gereği duymadan, internete bağlanarak bulutsu yapı üzerindeki uygulamalarına erişip çalışabilirler. Bu tip servislere en yaygın örnekler; mail servisleri, ofis yazılımları, doküman paylaşımı ve müşteri yönetimi gibi uygulamalardır.

2) Servis Olarak Platform (Platform as a Service): Bu hizmette servis sağlayıcı, müşteriye kendi uygulamasını geliştirip çalıştırabileceği bir platform sunar. Bu platform, uygulamanın geliştirileceği, çalıştırılacağı ortamla birlikte tamamlayıcı servisleri ve gerekli teknolojik altyapıyı da kapsar.

3) Servis Olarak Altyapı (Infrastructure as a Service): Müşterilere altyapı servislerinin sanallaştırma ortamı gibi sunucu çiftlikleri üzerinden verilmesi hizmetidir (BTK Eğitim Notları,2011, Bilgi Güvenliği).

Şekil 2.2 Bulut Bilişim Servisleri



Kaynak:Sevli, 2011, s.22

Bazı bulut tabanlı SCADA sistemleri bir hizmet olarak sunulur ki bu da SaaS (Software as a Service-Bir yazılım hizmeti) dir. Lokal bilgisayarlarda kurulmuş olan SCADA sistem yazılımını yerine tüm sistem verileri bulutta depolanır. SaaS şirketleri bulut içinde yazılım uygulamalarının gücünü saha dışı BT desteği ve ölçeklenebilir sunucu uzayını müşterilerine sunar (Inductive Automation, 2011, s.2).

Bazı önemli faydaları nedeniyle firmaların bulut teknolojisini kullanmayı tercih edeceği gibi, bu firmaların bulut teknolojisine geçişini engelleyecek bazı hususların da var olduğu bilinmektedir. Bunlar özellikle çok sayıda hassas verilerle düzenli şekilde uğraşan firmalar için söz konusudur (Inductive Automation, 2011, s.4).

Pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de, bulut bilişim ile ilgili herhangi bir yasal düzenleme yapılmamıştır. Ancak, başta anayasamız olmak üzere çeşitli ulusal ve sektörel düzenlemelerde bu konuya ilişkin yasal güçlüklerin giderilmesine yönelik bazı hükümler yer almaktadır (Mirzaoğlu A., 2011, s.114).

3. SCADA HABERLEŞMESİNDE KULLANILAN TELSİZ SİSTEMLERİNE İLİŞKİN MEVZUAT

Bu bölümde, SCADA haberleşmesini sağlayan telsiz sistemi Kurum mevzuatı açısından:

Müracaat ve izin aşaması, kurma ve kullanma aşaması, kullanımın sona ermesi aşaması şeklinde üç bölüme ayrılarak incelenmiştir.

3.1. Müracaat ve İzin Aşaması

5809 sayılı Elektronik Haberleşme Kanunu

MADDE 36 - (1.b) Telsiz cihaz veya sistemi kurmak ve işletmek isteyenler Kuruma frekans tahsis ve tescil işlemlerini yaptırmak zorundadır, hükmü ve

17 Temmuz 2009 tarihli ve 27291 sayılı Resmî Gazete' de yayımlanmış olan Telsiz İşlemlerine İlişkin Usul Ve Esaslar Hakkında Yönetmelik:

MADDE 5 – (1) Kamu kurum ve kuruluşları ile gerçek ve tüzel kişiler işlemin özelliğine göre telsiz kurma ve kullanma isteğini belirtir bir dilekçeye;

a) Kurulması planlanan telsiz sistemi dikkate alınarak talep sahibi tarafından doldurulup imzalanmış iki nüsha ilgili BTK Başvuru Formu ile talep edilen telsiz sisteminde yer alan telsiz cihazlarının kurulacağı yerin adres ve coğrafi koordinat bilgileri ekleyerek Kuruma başvururlar,

hükümlerine göre SCADA telsiz sistemini kurmak isteyen belediye başkanlıkları ilgili mevzuatta belirtilen belgelerle Kuruma müracaat ederler. Yapılan müracaat,

Aynı Kanun,

MADDE 8 – (1) Bakanlığın strateji ve politikaları da dikkate alınarak Kurumca yapılacak yetkilendirmeyi müteakip, elektronik haberleşme hizmeti verilebilir ve/veya elektronik haberleşme şebekesi veya alt yapısı kurulup işletilebilir.

(2) İhtiyaç duyulan elektronik haberleşme hizmeti ve/veya şebekesi veya altyapısının öncelikle Kurumca yetkilendirilmiş işletmecilerden karşılanması esastır.

Aynı Yönetmelik,

“MADDE 6 - (1) Kamu kurum ve kuruluşları ile gerçek ve tüzel kişiler tarafından ihtiyaç duyulan telsiz hizmetinin öncelikle Kurumca yetkilendirilmiş işletmecilerden karşılanması esastır.

MADDE 6 - (2)

b) Söz konusu telsiz haberleşme ihtiyacı talep edilen alanda işletmeci yok ise veya işletmeciler olmakla birlikte bu ihtiyacın işletmeciler tarafından karşılanamayacağı Kurumca tespit edilmesi halinde, talep sahibine talebe göre en fazla iki yıl süreli telsiz cihaz ve sistemi kurma ve kullanma izni verilebilir. Söz konusu süre içerisinde izin verilen alanda bir işletmecinin talep edilen hizmeti sunmaya başlaması halinde bile söz konusu izin süresi sonuna kadar devam eder”.

hükümlerine göre değerlendirilerek uygun bulunması halinde VHF bandında 149.800 MHz – 149.950 MHz aralığı, UHF bandında 441.000 MHz – 441.200 MHz aralığı ve 443.000 MHz – 443.125 MHz aralığındaki simpleks frekanslardan, eğer simpleks frekans ile iletişim sağlanamıyor ise röle için UHF bandında Tx: 436.000 MHz, Rx: 441.000 MHz frekans veya frekanslarından uygun görülenin en fazla iki yıl süreli olarak tahsis işlemi

gerçekleştirilir. Onaylı BTK-1 Formunun izin yazısı ekinde ilgili Belediye Başkanlığı'na gönderilmesiyle SCADA telsiz sistemi kurma izni verilmiş olur.

3.2. Kurma ve Kullanma Aşaması

Aynı Yönetmelik,

MADDE 7 – (2) Kullanıcı izin aldığı telsiz cihaz ve sistemini izin tarihinden itibaren altı ay içinde kurmakla ve Kuruma bildirmekle yükümlüdür. Kullanıcı gerekçelerini belirtmek suretiyle Kurumdan ek süre talep edebilir. Kurum, söz konusu kullanıcıya altı ayı geçmemek üzere ek bir süre verebilir,

hükmüne göre SCADA sistemleri için tahsis edilmiş frekansların geniş bir alanda kullanılacağı, kıt kaynaklı olması sebebiyle atıl durumda kalmadan başka bir kullanıcıya tahsis edilebilmesi açısından ilgili sistemin izin verilen süre içerisinde kurularak Kuruma bildirilmesi veya kurumdan ek süre talebinde bulunulması gerekir.

Madde 7- (1) Kullanıcı, telsiz cihaz ve sistemi kurma izin yazısı ile ekindeki ilgili BTK Başvuru Formunda belirtilen teknik değerlere ve Kurum teknik düzenlemelerine uygun cihazlardan oluşan telsiz cihaz ve sistemini kurar veya kurdurur,

hükmüne göre belediyeler SCADA telsiz sistemini Kurumun verdiği izin dahilinde kendi imkanları ile kurabileceği gibi başka bir firmaya da kurdurabilirler.

MADDE 8 - (1) Telsiz cihaz ve sistemi kurma ve kullanma izni verilerek frekans tahsisi yapılan telsiz cihaz ve sistemi ruhsata tabidir,

hükmüne göre SCADA sisteminde kullanılan telsiz cihaz ve sistemi ruhsatsız olarak çalıştırılmaz.

Madde 7 - (3) Telsiz cihazı veya sistemi kurma ve kullanma izni almış olan kullanıcılar, kullanmakta oldukları telsiz cihazlarını veya sistemini, faaliyetleri gereği verilen izin yeri haricindeki bir yerde, verilen izinde veya ruhsatta belirtilen teknik değerler dışında ve tahsis edilen frekanslar haricinde kullanılmak istenmesi halinde kullanıcı tarafından Kurumdan izin alınması gerekir,

hükmüne göre ruhsatta belirtilen değerlerden herhangi birinin veya tamamının değiştirilmek istenmesi durumunda değiştirilmeden önce Kurumdan izin alınması gerekir.

Mevcut SCADA telsiz sistemine telsiz cihazı ve/veya frekans ilavesi gerekiyorsa,

MADDE 10 - (1) Telsiz cihaz ve sistemi kurma ve kullanma izni olan kullanıcıların sistemlerine ilave edecekleri her telsiz cihazı veya frekans için Kurumdan izin alması gerekmektedir. Bu işlemler için kullanıcı aşağıda belirtilen belgeler ile başvuruda bulunur:

- a) Başvurunun gerekçesini belirten dilekçe,*
- b) İlave telsiz cihazı için iki nüsha ilgili BTK Başvuru Formu,*

hükmüne göre ilgili belgelerle önceden Kuruma müracaat edilmesi gerekmektedir.

3.3. Sona Erme Aşaması

Aynı Yönetmelik,

Madde 6 - (6) Ancak, verilen kurma ve kullanma izin süresi sonuna kadar herhangi bir süre uzatımı talebinin Kuruma ulaşmaması durumunda Kurum tarafından herhangi bir bildirim gerek kalmaksızın verilen kurma ve kullanma izni ve ruhsatnamesi iptal edilir,

hükmü ile

Madde12 - (1) Kurumdan izin almış bulunan telsiz cihaz ve sistemi kullanıcılarının, sistemlerini tamamen kullanımdan kaldırmaları ve bunu bir yazı ile Kuruma bildirmeleri veya telsiz cihaz ve sisteminin kaldırıldığının Kurum tarafından tespiti halinde; verilen telsiz cihaz ve sistemi kurma ve kullanma izni ve ruhsatları iptal edilir.

(2) Telsiz cihaz ve sistemlerinin, Kurumun düzenlemelerine ve verilen telsiz ruhsatnamesine uygun olmayan bir şekilde kurulmasının, işletilmesinin, başka bir yere nakledilmesinin, frekansının ve diğer teknik özelliklerinin değiştirilerek amacı dışında kullanılmasının Kurum tarafından tespit edilmesi halinde, verilen süre sonunda söz konusu aykırılığı mücbir sebepler dışında gidermeyen kullanıcıların telsiz cihaz ve sistemi kurma ve kullanma izinleri ve ruhsatları iptal edilir.

(3) Telsiz cihaz ve sistemi kurma ve kullanma izni verilen kullanıcıların, süre uzatımı da dâhil verilen süre sonunda sistemini kurmaması halinde verilen izin iptal edilerek 11/2/1959 tarihli ve 7201 sayılı Tebligat Kanunu hükümlerine göre kullanıcıya bildirilir,

hükümlerine göre kullanıcıların telsiz cihaz ve sistemi kurma ve kullanma izinleri ile ruhsatları iptal edilerek kullanıcıya bildirilir.

4. AVRUPA ÜLKELERİ SCADA UYGULAMALARI

Avrupa ülkelerinde, SCADA sistemine yönelik düzenleme ve uygulamalara ilişkin bilgi edinmek amaçlı EK-1' de listesi verilen yirmi beş ülkenin yirmi dokuz ilgili kurumu ile metin içeriği EK-2' de verilen yazışma yapılmış ve aşağıdaki soruların cevaplanması istenmiştir:

- 1- SCADA telsiz haberleşmesi için yetkili bir kurumdan izin alınması zorunludur?
- 2- SCADA telsiz haberleşmesi için hangi frekanslar kullanılır?
- 3- SCADA telsiz haberleşmesi hizmeti; sistemin sahibi tarafından mı, yoksa bu konuda yetkilendirilmiş işletmeciler tarafından mı karşılanır.
- 4- Bu konudaki mevzuat nasıldır?
- 5- SCADA sistemi için devlete herhangi bir ücret ödenir mi?

Yapılan yazışmalar sonucunda Belçika, Danimarka, Avusturya ve İsveç' in ilgili Kurumlarından orijinal belgeleri EK-3' de sunulan aşağıdaki cevaplar alınmıştır.

Belçika:

SCADA sistemleri düzenlenmemiştir. Sadece frekans bandının kullanılması düzenlenmiştir. Bu çerçevede;

SCADA telsiz haberleşmesi için yetkili bir kurumdan izin alınması zorunlu değildir. Veri iletiminde kullanılan frekanslar için ruhsat verilmektedir. Ancak bu husus sadece SCADA uygulamalarına yönelik değildir.

Özel bir frekans kullanılmak istenildiğinde veri iletimi yapmak isteyen kullanıcı BIPT'ten (Belçika Posta Ve Telekomünikasyon Enstitüsü - Belgian Institute for Postal services and Telecommunications) ruhsat almak zorundadır.

İsteyen herkes bu amaçla işletmeci şebekesini kullanabilmekte ve SCADA sistemi için devlete herhangi bir ücret ödenmemektedir.

Avusturya:

Bazı özel uygulamalar (Örn. SCADA) söz konusu olmadığı sürece herhangi bir türdeki telsiz vericilerinin kullanılması çerçevesinde genellikle ruhsat gerekir.

Avusturya'da SCADA sistemleri için belirlenmiş özel bir band yoktur.

“Haberleşme... tarafından yapılır” hükmü çerçevesinde herhangi bir kısıtlama yoktur.

Kullanılan frekans kaynakları için sadece radyo haberleşmesi (ancak optic iletim sistemleri hariç) durumunda ruhsat gerekir.

Avusturya'da telsiz cihazı işletmecisinin ruhsat alması gerekir.

Bazı durumlarda kamusal kullanım yada ruhsattan muaf bandların kullanımı söz konusu olmadığı sürece herhangi bir radyo iletimi için frekans kaynaklarının kullanılması durumunda ruhsat ücretinin ödenmesi gerekir.

Telsiz ruhsatına ilaveten kullanılan her türlü radyo ekipmanının Avusturya'da veya bir AB üyesi ülkede onaylanmış olması gerekir ve TTE direktifinin temel gereklerini karşılaması gerekir.

Danimarka:

Danimarka ticaret kurumundan herhangi bir ruhsat alınmasına gerek yoktur, ve bu nedenle de bu konuda herhangi bir düzenleme yoktur.

SCADA telsiz haberleşmesi için yetkili bir kurumdan izin alınması zorunlu değildir ve SCADA sistemi için devlete herhangi bir ücret ödenmemektedir.

İsveç:

İsveç'te SCADA sistemleri için bir ruhsat alma zorunluluğu yoktur. Bu nedenle de SCADA sistemlerini düzenlemeye gerek olmadığı gibi bu konuda çalışan bir kurum da yoktur.

SCADA sistemleri, SCADA sistemlerine özgü olan frekansları kullanmaktadır. Örneğin bir SCADA sisteminde kablosuz internet teknolojisi kullanılıyorsa haberleşmede de bu kablosuz internet teknolojisinin frekansı kullanılır. SCADA sisteminde mobil haberleşme (cep) sistemi kullanılıyorsa ona ait frekans kullanılır. Yani SCADA'ya özgü bir frekans bandı yoktur, SCADA sisteminde kullanılan frekans iletişimde kullanılan teknolojiye göre değişmektedir.

SCADA telsiz haberleşmesi hizmeti; SCADA sisteminin kullanımına, kurulumuna ve tekniğine bağlı olarak sistemin sahibi ya da bu konuda yetkilendirilmiş işletmeci firmalar tarafından karşılanabilir. SCADA' ya yönelik herhangi bir düzenleme yoktur.

SCADA sistemi için devlete herhangi bir ücret ödenmez.

Kullanılan Frekanslar:

Ofcom'un, Avrupa'da Telemetri⁴ konulu araştırmasında (Ofcom, 2001);

Avrupa'da su arıtma işleri, depolama, elektrik santralleri gibi uzak merkezlerden veri almak için kullanılan telemetri sistemlerinin frekans

⁴ Telemetri, SCADA sistemlerinin de dahil olduğu endüstriyel kontrol sistemlerinde verilerin ya da bilgilerin alınmasında veya gönderilmesinde kullanılan tekniğin genel adıdır.

bandlarına ilişkin yapılan inceleme sonuçları aşağıda belirtilmiştir:

Hollanda: Tablo 4.1, Tablo 4.2 ve Tablo 4.3' de verilen frekanslar Hollanda'daki bu tür uygulamalar için mevcuttur. Ancak Sınır bölgelerindeki kısıtlamalara dikkat edilmelidir.

Tablo 4.1. Hollanda Frekans Tablosu-I

	FREKANS	KANAL ARALIĞI	ÇIKIŞ GÜCÜ
1	460.1000/450.1000 MHz	12,5 kHz	10 dBW
2	460.1625/450.1625 MHz		
3	460.2750/450.2750 MHz		
4	460.2875/450.2875 MHz		
5	460.3125/450.3125 MHz		
6	460.4875/450.4875 MHz		
7	460.5000/450.5000 MHz		
8	460.5125/450.5125 MHz		
9	460.1000 MHz		
10	460.5000 MHz		

Tablo 4.2. Hollanda Frekans Tablosu-II

	FREKANS	KANAL ARALIĞI	ÇIKIŞ GÜCÜ
1	465.9900/455.9900 MHz	20 kHz	10 dBW
2	465.9900/465.9900 MHz		

Tablo 4.3. Hollanda Frekans Tablosu-III

	FREKANS	KANAL ARALIĞI	ÇIKIŞ GÜCÜ
1	466.2100/456.2100 MHz	20 kHz	0 dBW
2	466.2500/456.2500 MHz		
3	466.3300/456.3300 MHz		
4	466.4100/456.4100 MHz		
5	456.2100 MHz		
6	456.2500 MHz		
7	456.3300 MHz		
8	456.4100 MHz		
9	466.2100 MHz		
10	466.2500 MHz		
11	466.3300 MHz		
12	466.4100 MHz		

Bulgaristan: Bulgaristan'da bu tip çalışan sadece tek bir sistem vardır. Sistem parametreleri: Tek frekanslı dupleks 448.325 MHz, 25 kHz kanal aralıklı, sabit istasyon, 8 W'a kadar güçlerde, yönlü antenli.

Almanya : Sınır bölgelerde bazı kısıtlamalarla beraber bir kaç nokta frekans vardır: 447.9750 MHz, 447.9875 MHz, 448.0000 MHz, 448.1250 MHz ve

448.1375 MHz. Vericinin maksimum çıkış gücü 6 W'dır ve sadece simpleks çalışma mümkün olup Kanal aralığı: 12.5 kHz'dir.

Normal telemetri ve uzaktan kumanda uygulamaları için (kara mobil hizmetlerinde) kullanılan frekanslardan farklı olarak bu 5 frekans, sabit istasyonlar arasındaki transmisyon linkleri için kullanılabilir.

Bu frekansların (ve genelde PMR frekansları) farklı kullanıcılara ortak kullanım amacıyla tahsis edilmesi Almanya'da genel bir ilkedir. Bu nedenle zaman slot tekniklerinin (zaman slot periyodu: 6 s) ve yönlü antenlerin kullanılması önerilmektedir.

Finlandiya: 406.1-410 MHz (12.5 ve 25 kHz kanalları) aralığındaki alt bandlar. Bazı eski sistemler, 440-470 MHz'de kullanılmaktadır. 146-146.8 MHz simpleks bandda bazı kanallar verilmiştir. Bazıları dupleks kanallı olmasına rağmen bu sistemlerin çoğu tek frekanslı sistemlerdir. Uygulanan standard EN 300 113'dür (bazı durumlarda ise SRD standardı EN 300 220 standardı).

5. SCADA SİSTEMİNİN SAMSUN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ GÖREV ALANI DAHİLİNDEKİ BELEDİYELERDE UYGULAMA ALANLARI

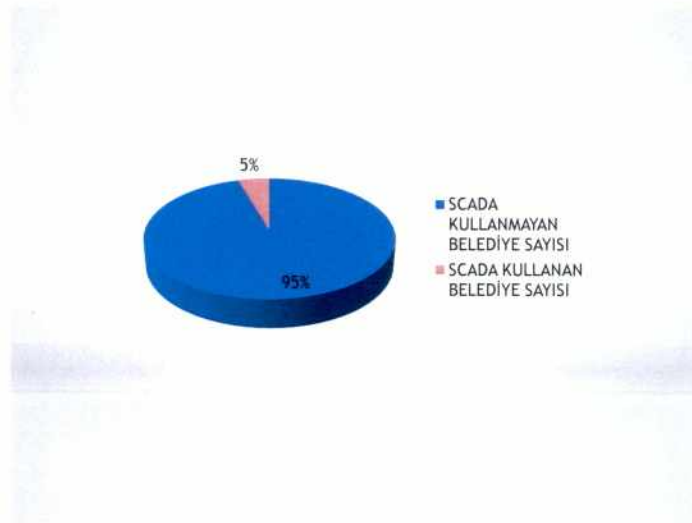
Bu bölümde, Samsun Bölge Müdürlüğü görev alanı dâhilindeki belediyelerce kurulan ve haberleşmeyi RF ile sağlayan SCADA sistemlerinin teknik yapısı, haberleşme şekilleri ve SASKİ SCADA sisteminin tek bir merkezden izlenebilmesi amacıyla SMS dahilinde yapılan link analizi çalışmaları anlatılmıştır. Samsun Bölge Müdürlüğü görev alanı dahilinde;

İl Belediye Sayısı : 14
 İlçe Belediye Sayısı : 155
 Belde Belediye Sayısı : 305
 Toplam Belediye Sayısı : 474

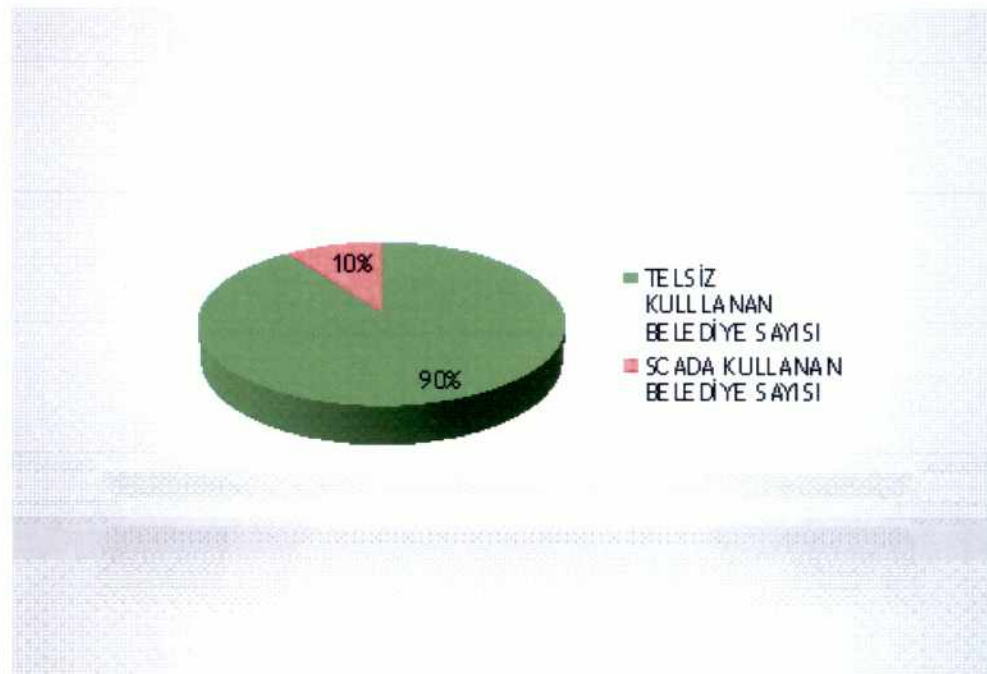
Ruhsata tabi olarak telsiz kullanan toplam belediye sayısı : 222
 SCADA haberleşmesini telsizle gerçekleştiren belediye sayısı : 22

olduğu tespit edilmiş olup SCADA sistemi kuran ve kurmayan belediyelerin yüzdelik oranları Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de gösterilmiştir.

Şekil 5.1 SCADA Sistemini Kuran Belediye Sayısının Bu Sistemi Kurmayan Belediye Sayısına Oranı



Şekil 5.2 SCADA Sistemini Kuran Belediye Sayısının Ruhsata Tabi Olarak Telsiz Kullandığı Halde Bu Sistemi Kurmayan Belediye Sayısına Oranı



Belediyelerce içme suyu dağıtımı ve atık suların deşarjına uygulanan SCADA sistemleri incelenmiş olup bu sistemlerin kuruluş ve çalışma şekilleri aşağıda detaylıca anlatılmıştır.

5.1. İçme Suyu Dağıtımına Uygulanan SCADA Sistemleri

İçme suyunun temin edildiği kaynaklar genelde baraj, nehir, ırmak, dere, gölet, göl ve sondajla açılan su kuyulardır.

Sondajla temin edilen kuyu suları yükseklik mesafesi uygun olan depolara pompalanarak buradan kendi cazibesıyla tüketiciye ulaştırılmaktadır. Tüketici ihtiyacının tek depo ile karşılanamaması durumunda kuyulardan temin edilen sular öncelikle depolara göre çok daha büyük hacimli olan terfi merkezlerinde toplanır. Burada gerekli işlemler yapılarak içilecek hâle getirilen su, tüketiciye ulaştırılmak üzere bu terfi merkezlerine bağlı olan depolara pompalanır.

Kuyu haricinde temin edilen sular, genelde kendi cazibesıyla terfi merkezlerine akar. Buradan da bağılı bulunan depolara pompalanarak tüketiciye ulaştırılır.

İçme suyunun dağıtımı, suyun kaynağına, tüketicilerin sayısına ve yerleşim planına göre tek merkezden veya birçok merkezden yapılmaktadır. Bölge Müdürlüğümüz görev alanı dahilindeki belediyelerce kurulan ve data haberleşmesini telsiz sistemiyle yapan 21 adet SCADA sistemi teknik açıdan incelenerek elektronik ünitesi bakımından 5 farklı grupta olduğu görülmüştür. Bu gruplar ile ayrıntılı bilgiler aşağıda belirtilmiştir.

5.1.1. I. grup içme suyu SCADA sistemi

Elektronik ünitesinde bilgi işleme görevi CPU tarafından yapılmaktadır. Uzak deponun sensör bilgileri bağılı bulunduğu istasyon tarafından RF olarak terfi merkezine iletilir. Terfi merkezindeki transceiver ünitesine gelen bilgiler çözümlenmek üzere CPU ünitesine iletilir. Bu ünitelerden çıkan bilgilere göre role üzerinden vanalara komut gönderilerek açma veya kapatma işlemi gerçekleştirilir. Bu sistem su deposu ile bağılı bulunduğu terfi istasyonu arasında su pompalarının çalıştırılıp durdurulması ve hata kontrol lojik bilgilerinin iletilmesi amacıyla kurulmuştur (Şekil 5.3).

Şekil 5.3 I. Grup İçme Suyu SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi

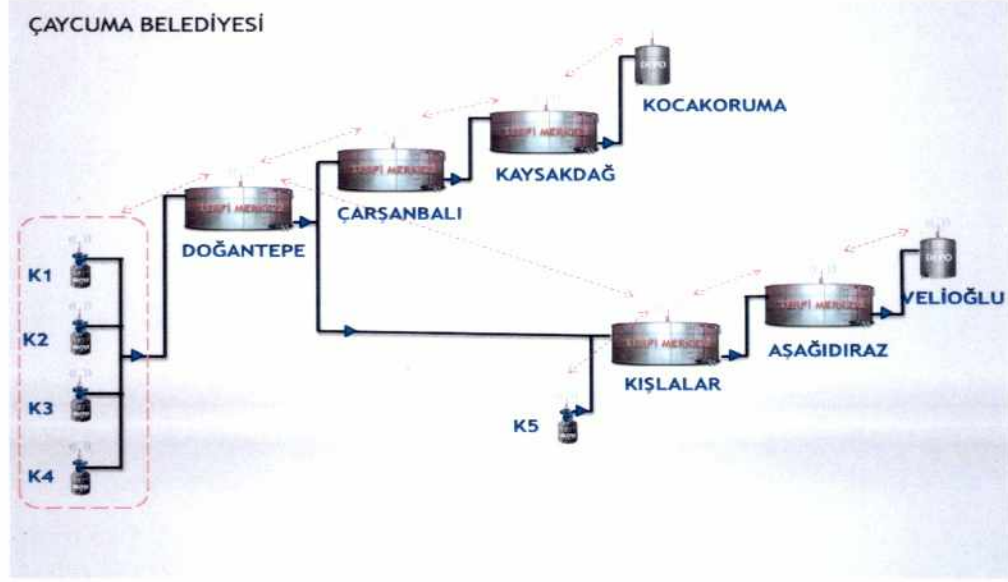


Bu gruptaki SCADA sistemlerinde data bilgilerinin elde edilişi, işlenişi ve karşı tarafa gönderilişi aynı teknikle yapılmaktadır. Bu sistem, Çaycuma ve Safranbolu Belediyeleri tarafından kullanılmaktadır.

5.1.1.1. Çaycuma Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Data haberleşmesi; beş adet kuyu, beş adet terfi merkezi ve iki adet depo üzerinde kurulmuş olan toplam on iki adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar Doğantepe Terfi Merkezi'nden sürekli olarak kontrol edilmektedir (Şekil 5.4).

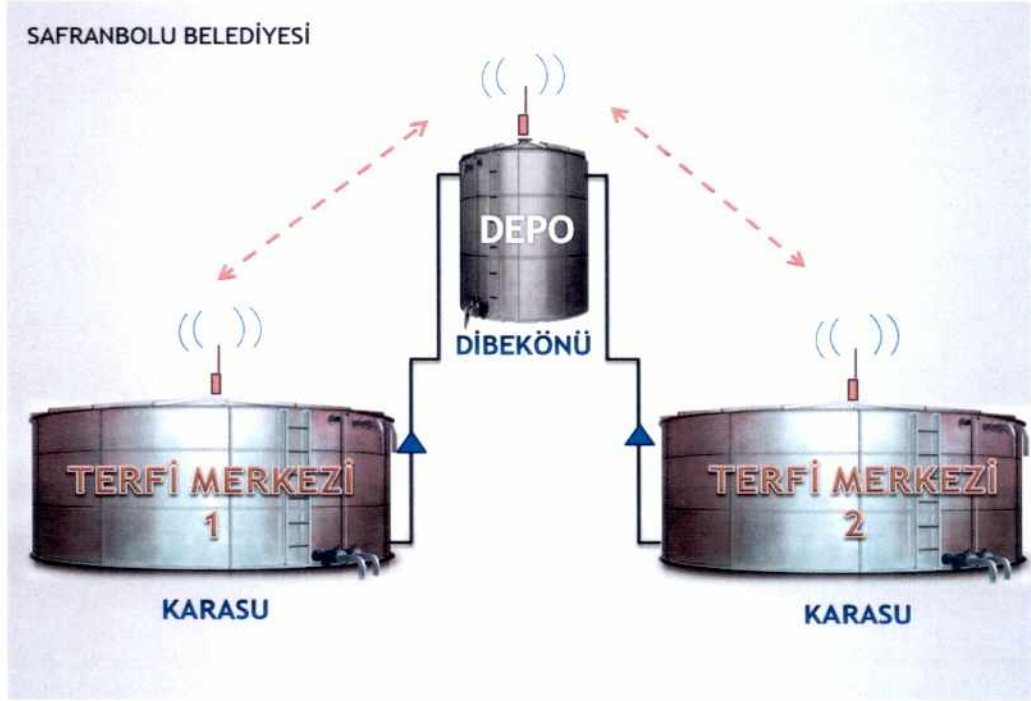
Şekil 5.4 Çaycuma Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.1.2. Safranbolu Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Data haberleşmesi; iki adet terfi istasyonu ve bir adet depo üzerine kurulan toplam üç adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Sistemin çalışması Karasu-1 ve Karasu-2 Terfi Merkezlerinden belli aralıklarla kontrol edilmektedir (Şekil 5.5).

Şekil 5.5 Safranbolu Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması

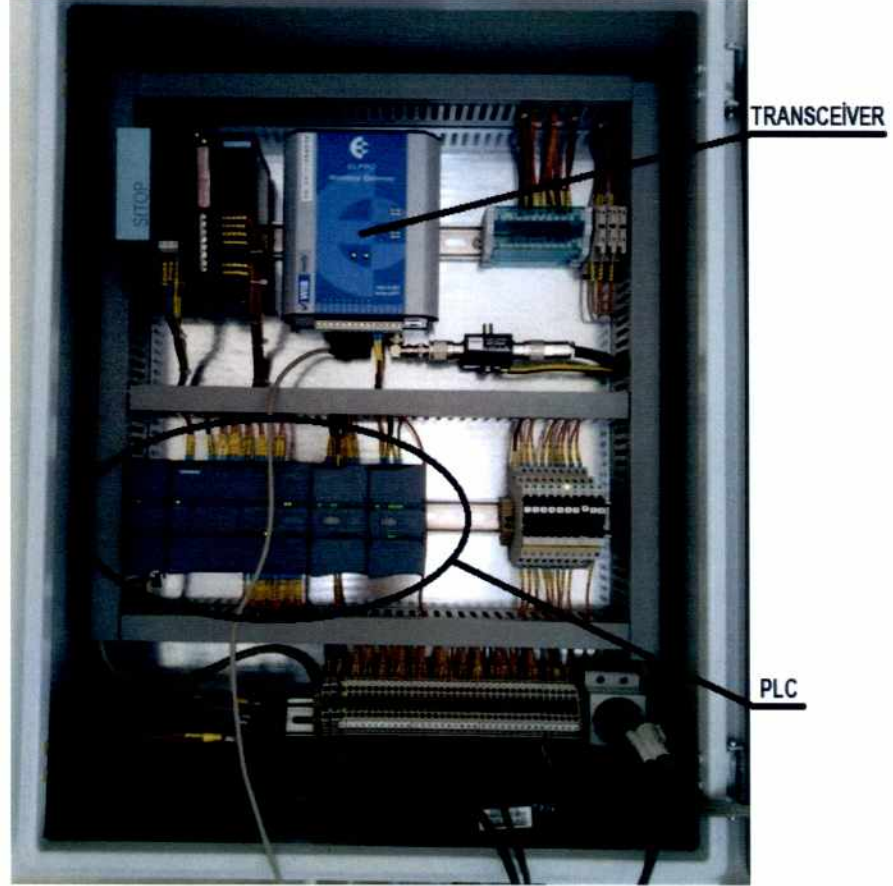


5.1.2. II. grup içme suyu SCADA sistemi

Bu gruptaki SCADA sistemlerinin elektronik ünitesinde bilgi işleme görevi PLC tarafından yapılmaktadır. Uzak deponun sensör bilgileri ile hata kontrol lojik bilgileri PLC'de değerlendirilerek data sinyallerine dönüştürülür. Transceivere iletilen data sinyalleri sistemde kullanılan frekansa modüle edilerek karşı tarafa gönderilir. Karşı tarafta ise gelen bilginin niteliğine göre işlem yapılır (Şekil 5.6).

Bu gruptaki SCADA sistemlerinde data bilgilerinin elde edilişi, işlenişi ve karşı tarafa gönderilişi aynı tekniklerle yapılmaktadır.

Şekil 5.6 II. Grup İçme Suyu SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi



Bu sistem, SASKİ ile Akçaabat, Şalpazarı, Çaykent, Büyükköy ve Muradiye Belediyeleri tarafından kullanılmaktadır.

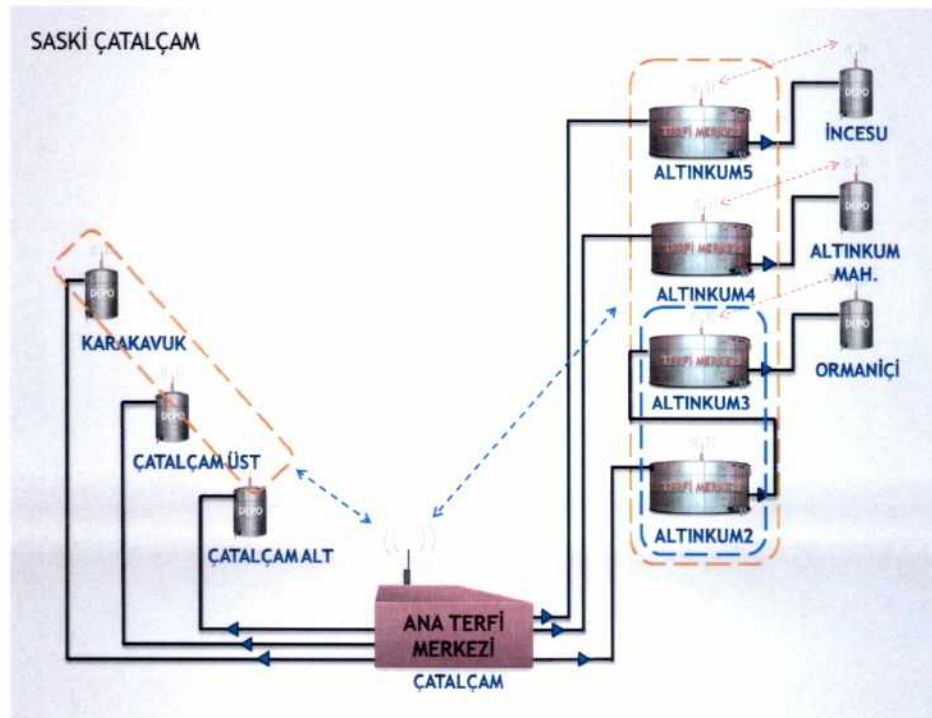
5.1.2.1. SASKİ SCADA sistemi ve data haberleşmesi

SASKİ'ye bağlı olarak içme suyu dağıtımını amacıyla sekiz adet ana terfi merkezi ve bu ana terfi merkezleri ile data haberleşmesi yapan birçok terfi merkezleri, depolar ve kuyular bulunmaktadır. Bu ana terfi merkezlerinin her biri sadece kendine bağlı birimlerle haberleşme yapmaktadır. Yani tek merkezden yönetilmemektedir. Bunlar: Çatalçam, Kurupelit, Atakent, Atakum, Tekkeköy, Kutlukent, Hasköy ve Hastanebaşı Ana Terfi Merkezleridir. Bağımsız olarak çalışan bu terfi merkezleri ile bunlara bağlı birimlerin data

haberleşmesinin nasıl gerçekleştirildiği ile ilgili aşağıda şematik bilgiler verilmiştir.

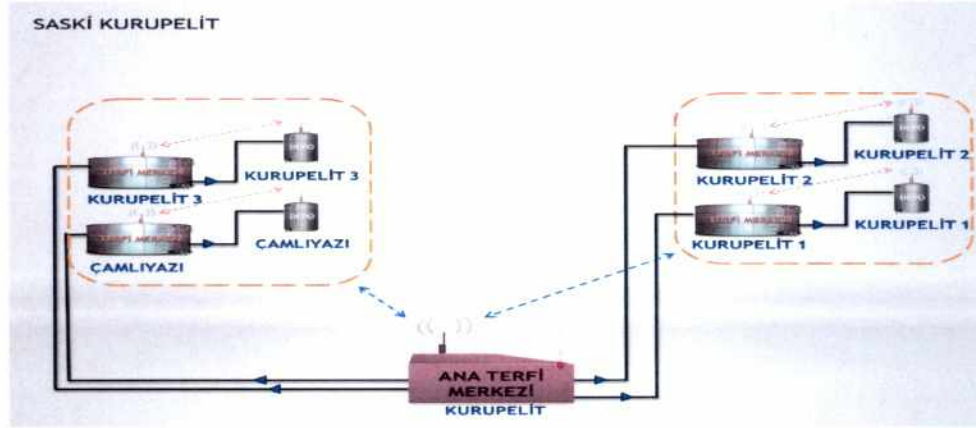
Çatalçam Ana Terfi Merkezi'nde Şekil 5.7'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet ana terfi istasyonu, dört adet terfi istasyonu ve altı adet depo üzerine kurulmuş olan toplam on bir adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar ana terfi merkezinden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

Şekil 5.7 Çatalçam Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



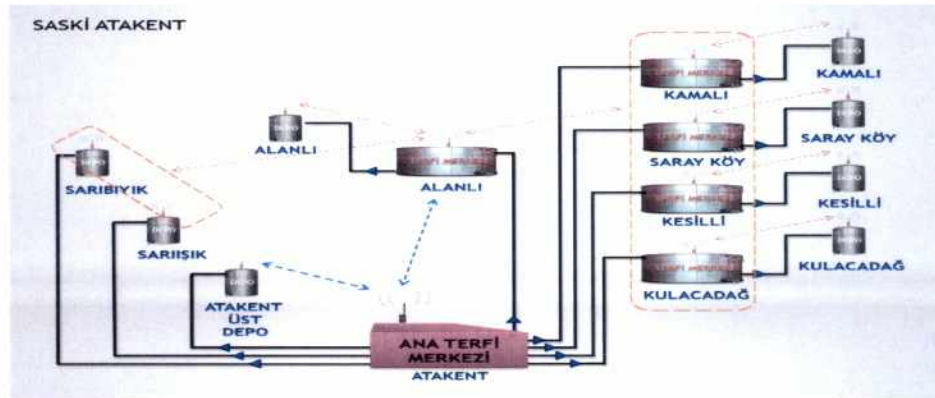
Kurupelit Ana Terfi Merkezi'nde Şekil 5.8'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet ana terfi istasyonu, dört adet terfi istasyonu ve dört adet depo üzerine kurulmuş olan toplam dokuz adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar ana terfi merkezinden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

Şekil 5.8 Kurupelit Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



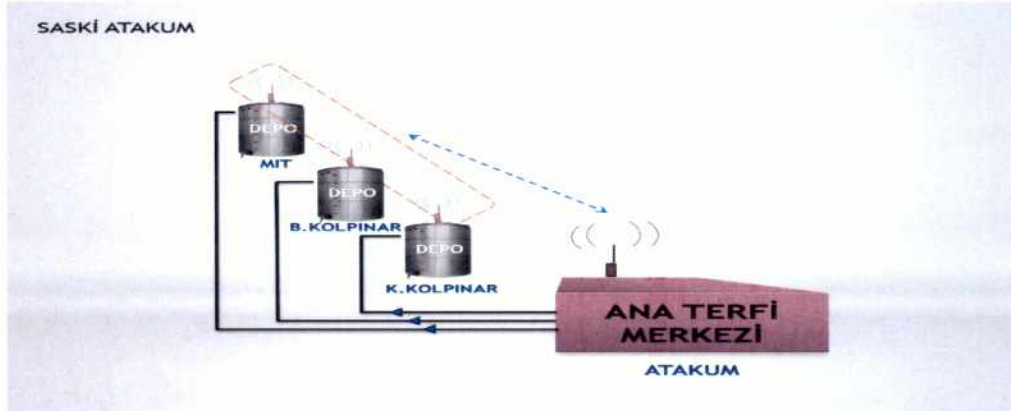
Atakent Ana Terfi Merkezi'nde, Şekil 5.9'da gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet ana terfi merkezi, beş adet terfi merkezi ve sekiz adet depo üzerine kurulmuş olan toplam on dört adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar ana terfi merkezinden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

Şekil 5.9 Atakent Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



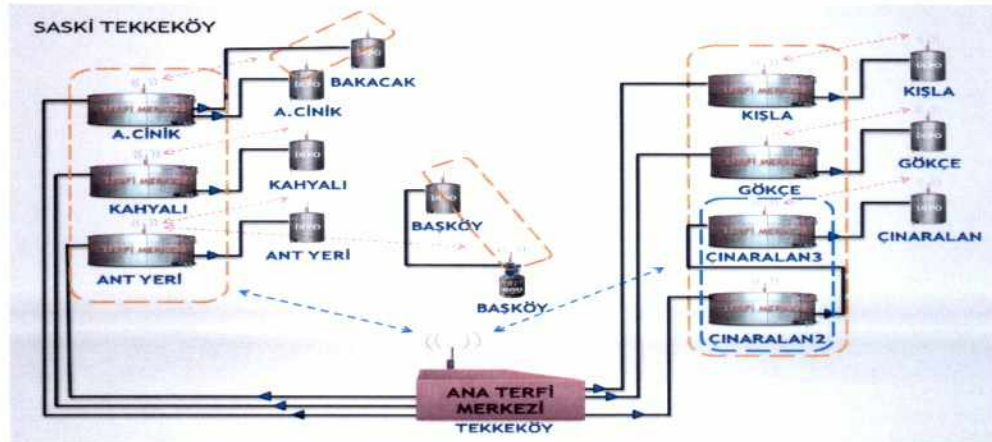
Atakent Ana Terfi Merkezi'nde, Şekil 5.10' da gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet ana terfi merkezi üç adet depo üzerine kurulmuş olan toplam dört adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar ana terfi merkezinden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

Şekil 5.10 Atakum Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



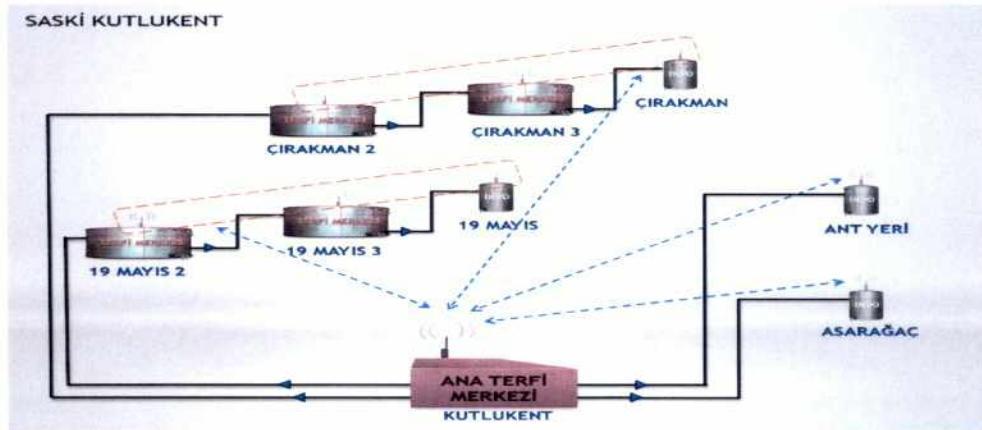
Tekkeköy Ana Terfi Merkezi'nde, Şekil 5.11'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet ana terfi merkezi, yedi adet terfi merkezi, sekiz adet depo ve bir adet kuyu üzerine kurulmuş olan toplam on yedi adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar ana terfi merkezinden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

Şekil 5.11 Tekkeköy Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



Kutlukent Ana Terfi Merkezi'nde, Şekil 5.12'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet ana terfi merkezi, dört adet terfi merkezi ve dört adet depo üzerine kurulmuş olan toplam dokuz adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar ana terfi merkezinden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

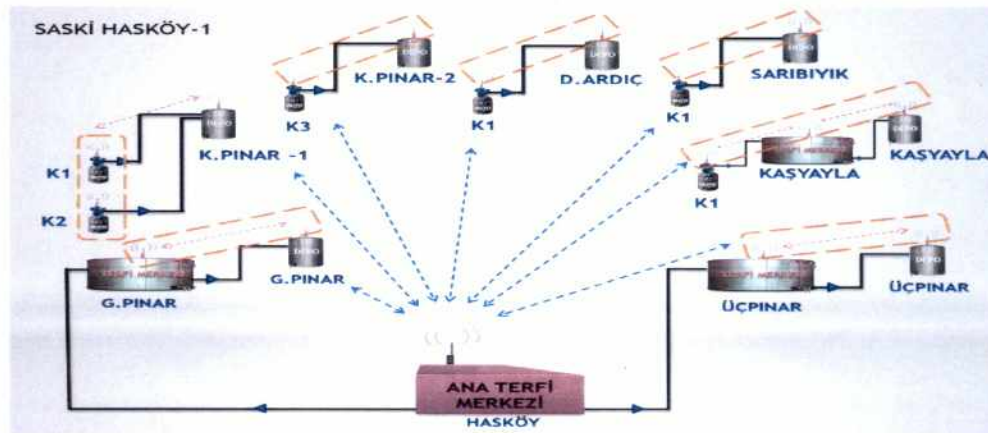
Şekil 5.12 Kutlukent Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



Hasköy Ana Terfi Merkezi'nde kullanılan telsiz sayısının fazlalığı nedeniyle Hasköy-1 ve Hasköy-2 şeklinde iki gruba ayrılarak inceleme yapılmıştır.

Hasköy-1 Ana terfi merkezinde Şekil 5.13'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet ana terfi merkezi, üç adet terfi merkezi, yedi adet depo ve altı adet kuyu üzerine kurulmuş olan toplam on yedi adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar ana terfi merkezinden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

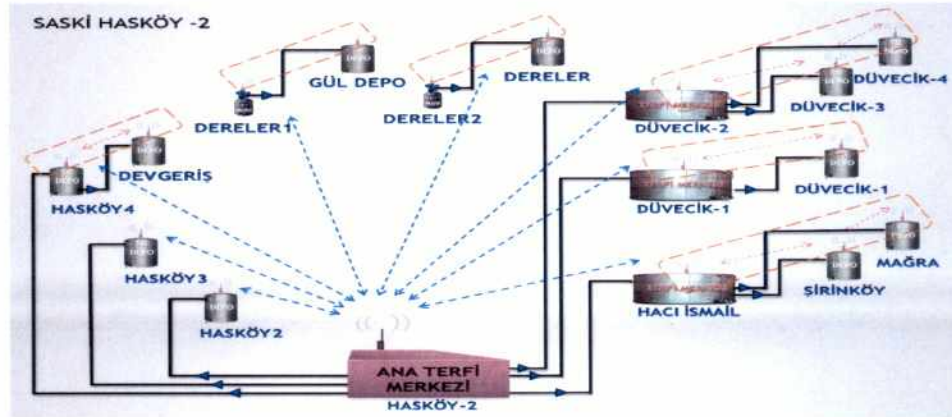
Şekil 5.13 Hasköy-1 Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



Hasköy-2 Ana terfi merkezi'nde, Şekil 5.14'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet ana terfi merkezi, üç adet terfi merkezi, on bir adet depo ve iki adet kuyu üzerine kurulmuş olan toplam on yedi adet sabit telsiz

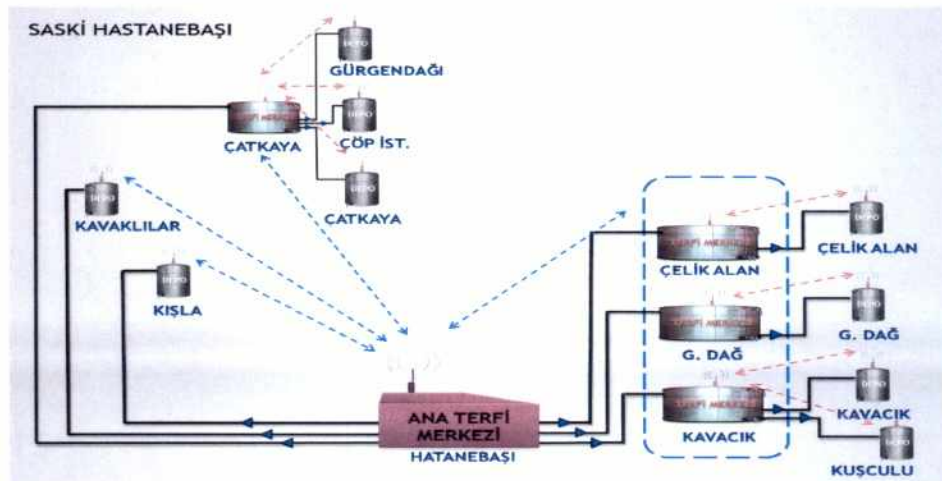
ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar ana terfi merkezinden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

Şekil 5.14 Hasköy-2 Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



Hastanebaşı Ana Terfi Merkezi'nde, Şekil 5.15'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet ana terfi merkezi, dört adet terfi merkezi ve dokuz adet depo üzerine kurulmuş olan toplam on dört adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar ana terfi merkezinden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

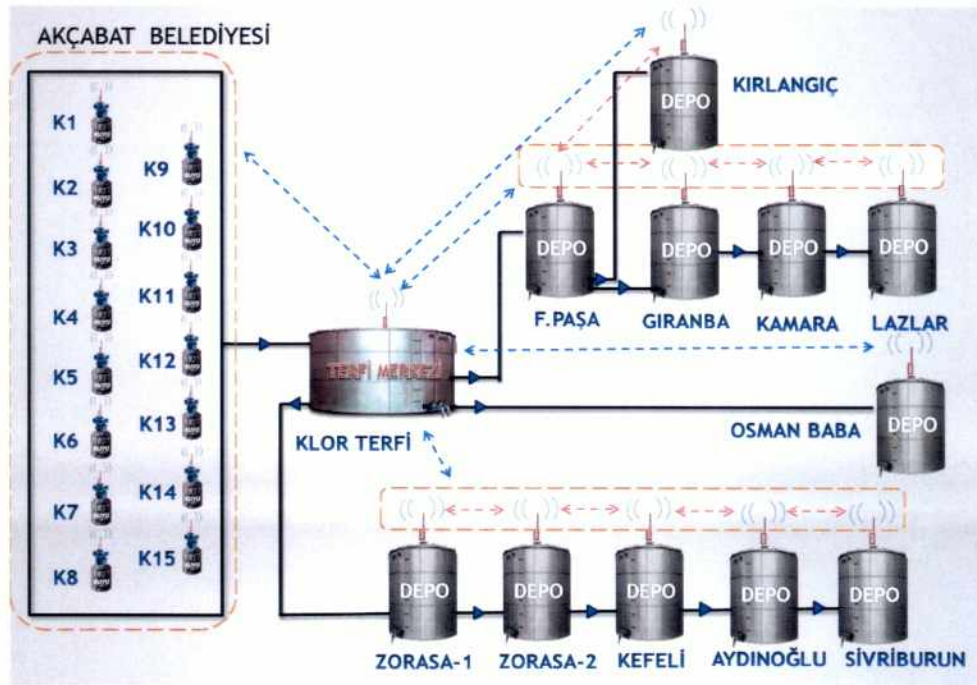
Şekil 5.15 Hastanebaşı Ana Terfi Merkezi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.2.2. Akçaabat Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Akçaabat Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.16'da gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet terfi merkezi, on bir adet depo ve on beş adet kuyu üzerine kurulmuş olan toplam yirmi yedi adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar Klor Terfi Merkezi'nden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

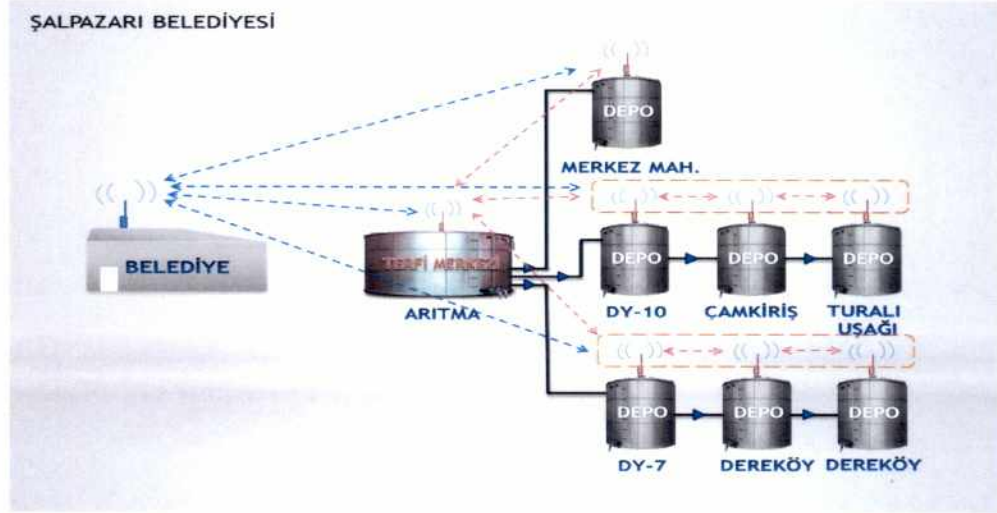
Şekil 5.16 Akçaabat Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.2.3. Şalpazarı Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Şalpazarı Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.17'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet terfi merkezi, yedi adet depo ve bir adedi de belediye binası üzerine kurulmuş olan toplam dokuz adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar belediye binasındaki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

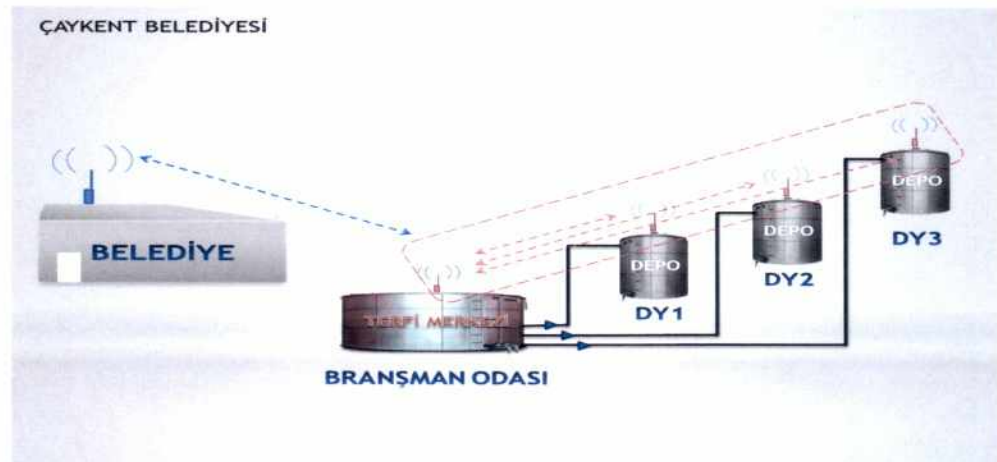
Şekil 5.17 Şalpaazarı Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.2.4. Çaykent Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Çaykent Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.18'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet terfi merkezi, üç adet depo ve bir adedi de belediye binası üzerine kurulmuş olan toplam beş adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar belediye binasındaki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

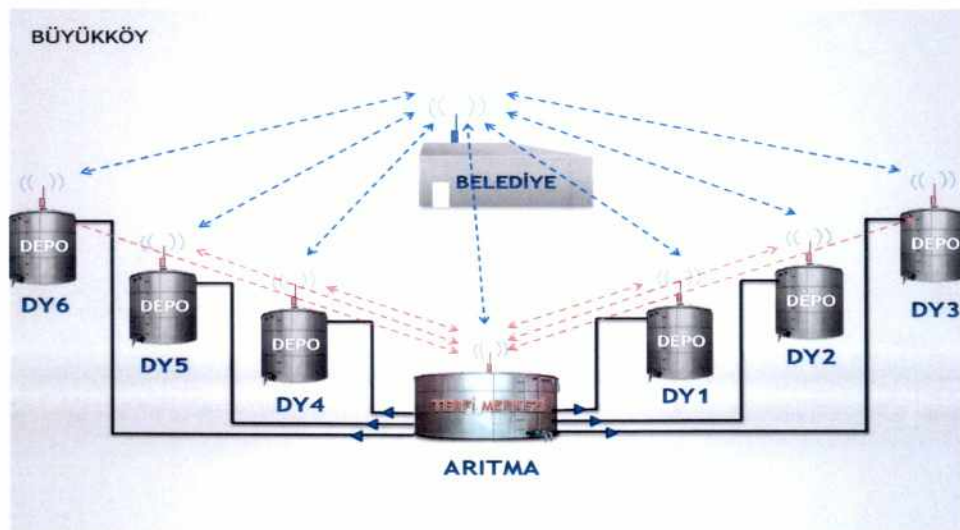
Şekil 5.18 Çaykent Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.2.5. Büyükköy Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Büyükköy Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.19'da gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet terfi merkezi, altı adet depo ve bir adedi de belediye binası üzerine kurulmuş olan toplam sekiz adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar belediye binasındaki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

Şekil 5.19 Büyükköy Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.2.6. Muradiye Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Muradiye Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.20'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet terfi istasyonu, iki adet depo ve bir adedi de belediye binası üzerine kurulmuş olan toplam dört adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar belediye binasındaki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

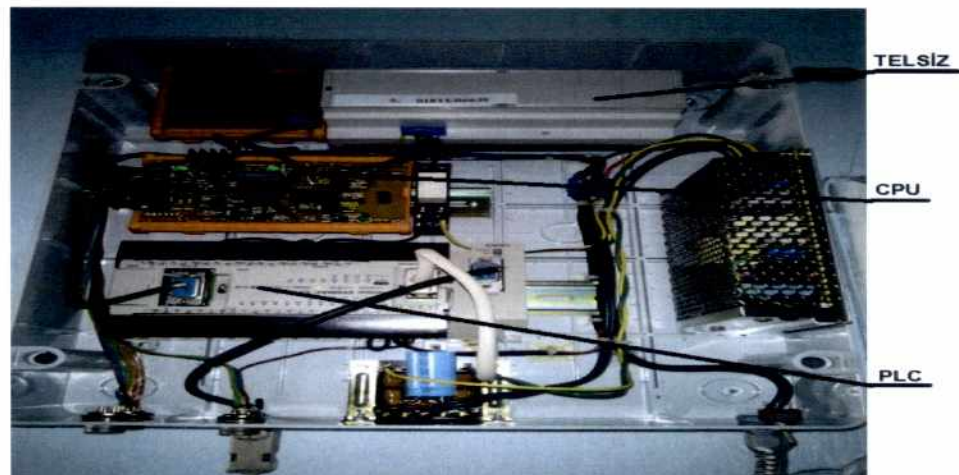
Şekil 5.20 Muradiye Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.3. III. grup içme suyu SCADA sistemi

Bu gruptaki SCADA sistemlerinin elektronik ünitesinde bilgi işleme görevi PLC tarafından yapılmaktadır. Verilerin PLC ile telsiz arasında transferini sağlamak için CPU modül kullanılmıştır. PLC'den çıkan datalar önce CPU'ya, buradan da FSK (Phase Shift Key) modülasyonu ile telsize iletilir. Kullanılan telsiz, direkt data gönderme işlevine sahip olmadığından CPU tarafından modüle edilmiş olan data sinyalleri telsizin ses girişine uygulanarak telsizde tanımlı olan frekanstan karşı tarafla ses haberleşmesi üzerinden iletişim sağlanmaktadır. Karşı tarafta ise gelen bilginin niteliğine göre işlem yapılır (Şekil 5.21).

Şekil 5.21 III. Grup İçme Suyu SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi

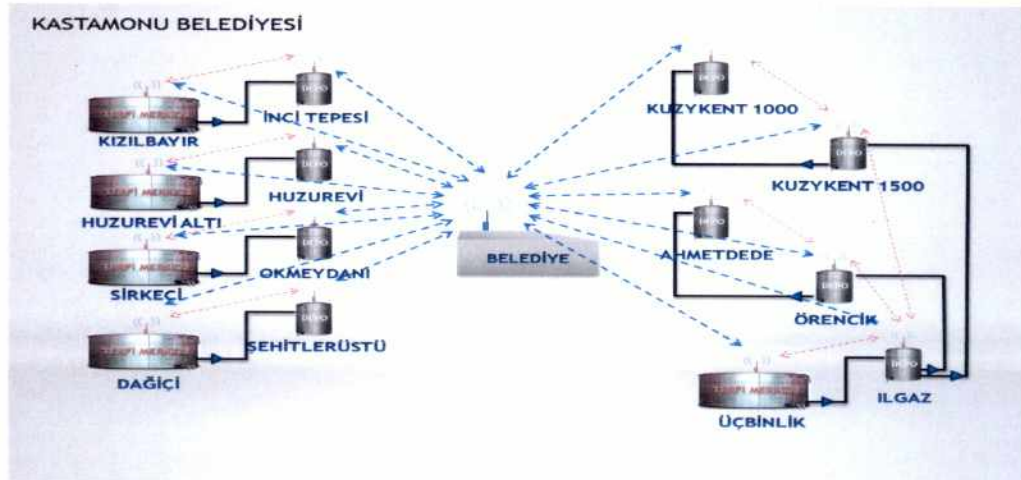


Bu gruptaki SCADA sistemlerinde data bilgilerinin elde edilmesi, işlenmesi ve karşı tarafa gönderilmesi aynı tekniklerle yapılmaktadır. Bu sistem; Kastamonu, Kozlu, Tosya ve Perşembe (Zonguldak) Belediyeleri tarafından kullanılmaktadır.

5.1.3.1. Kastamonu Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Kastamonu Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.22'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; beş adet terfi merkezi, dokuz adet depo ve bir adedi de belediye binası üzerine kurulmuş olan toplam on beş adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar belediye binasındaki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

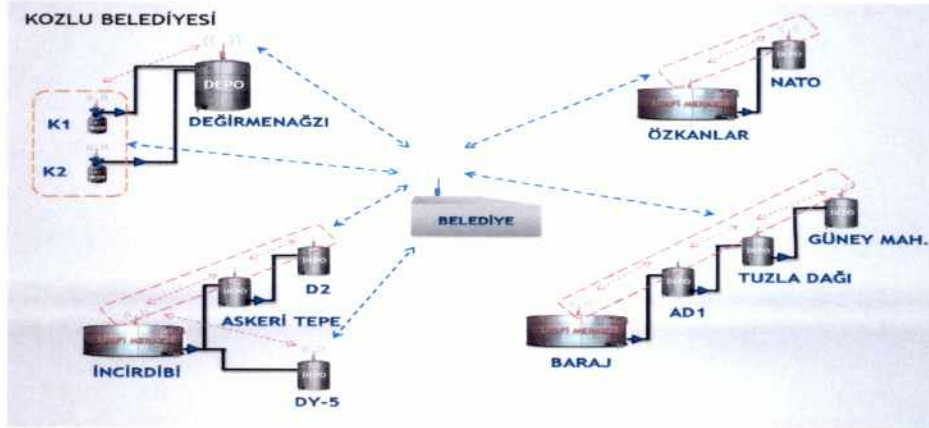
Şekil 5.22 Kastamonu Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.3.2. Kozlu Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Kozlu Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.23'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; üç adet terfi merkezi, sekiz adet depo, iki adet kuyu ve bir adedi de belediye binası üzerine kurulmuş olan toplam on dört adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar belediye binasındaki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

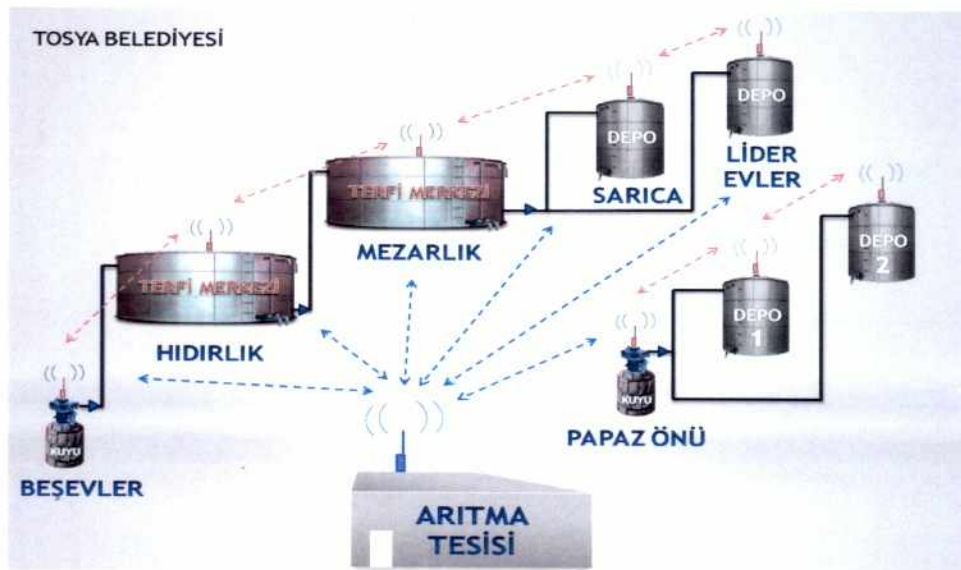
Şekil 5.23 Kozlu Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.3.3. Tosya Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Tosya Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.24'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; iki adet terfi merkezi, dört adet depo, iki adet kuyu ve bir adedi de Arıtma Tesisi üzerine kurulmuş olan toplam dokuz adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar Arıtma Tesisi'ndeki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

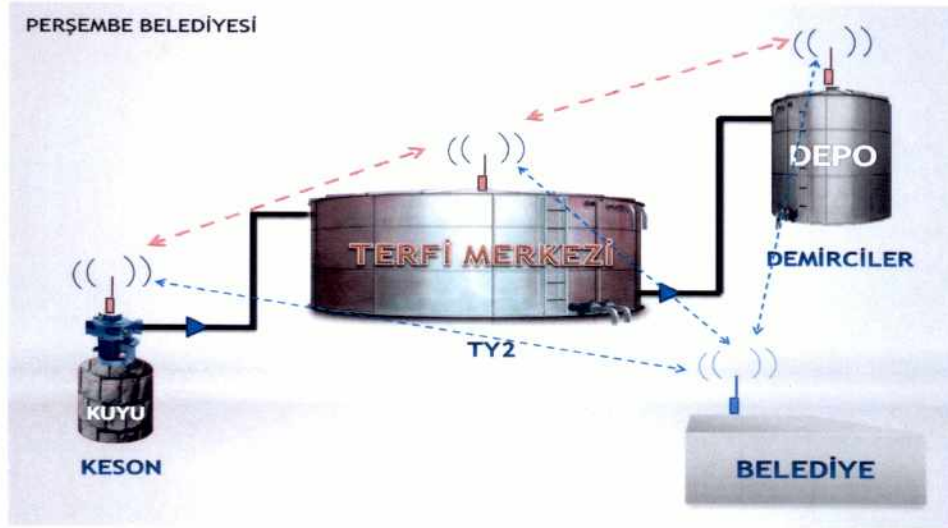
Şekil 5.24 Tosya Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.3.4. Perşembe Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Perşembe Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.25'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet terfi merkezi, bir adet depo, bir adet kuyu ve bir adedi de belediye binası üzerine kurulmuş olan toplam dört adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar belediye binasındaki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir. Ayrıca bu sistemde, aynı gruptaki diğer sistemlerden farklı olarak telefon modülü kullanılmış olup, bu sayede önceden kayıt edilmiş telefon numaralarına hata bilgisi gönderilmektedir.

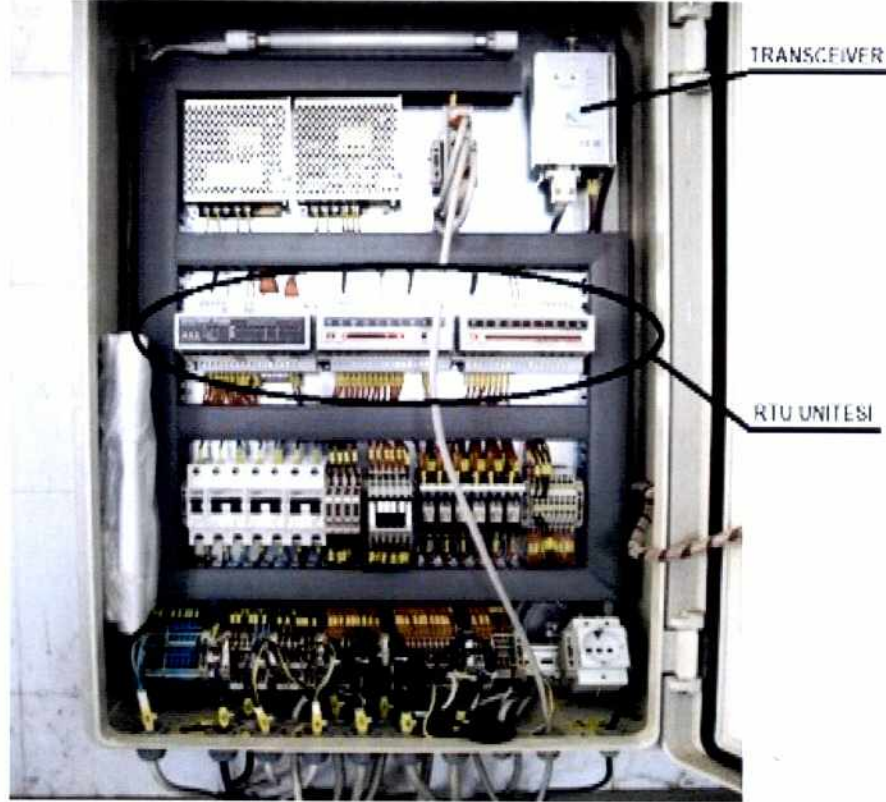
Şekil 5.25 Perşembe Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.4. IV. grup içme suyu SCADA sistemi

Bu gruptaki SCADA sistemlerinin elektronik ünitesinde bilgi işleme görevi RTU tarafından yapılmaktadır. Sensörlerden gelen bilgiler öncelikle RTU ünitesinde dataya dönüştürülerek RF ünitesine iletilir. Bu ünite içerisinde data sinyalleri base band seviyesine dönüştürülerek daha önceden telsizde tanımlı olan RF frekansı üzerinden karşı tarafa gönderilir. Karşı tarafta ise gelen bilginin niteliğine göre işlem yapılır (Şekil 5.26).

Şekil 5.26 IV. Grup İçme Suyu SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi

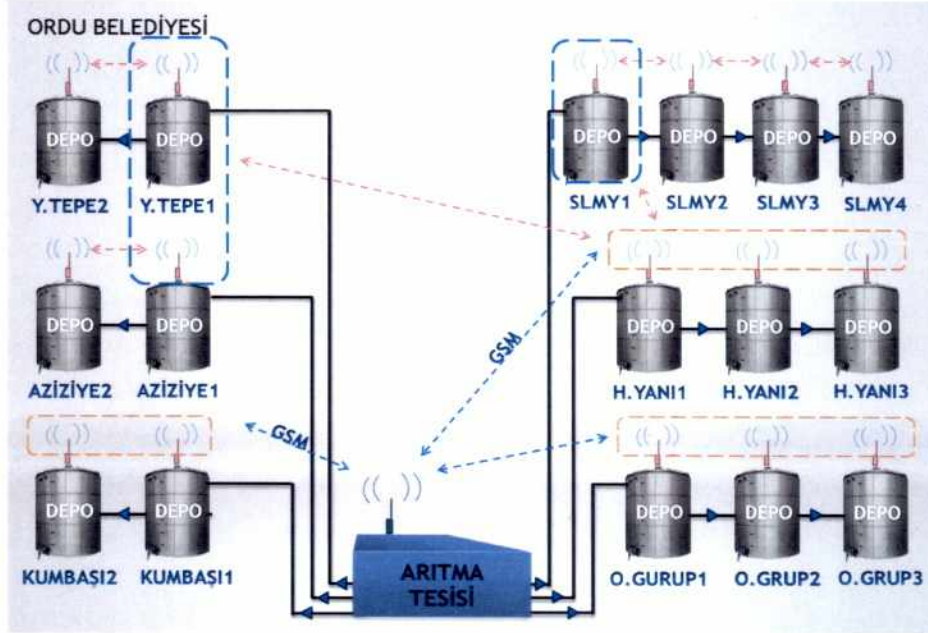


Bu gruptaki SCADA sistemlerinde data bilgilerinin elde edilişi, işlenişi ve karşı tarafa gönderilişi aynı tekniklerle yapılmaktadır. Bu sistem; Ordu, Çorum, Osmancık, Erbaa ve Pazar (Rize) Belediyeleri tarafından kullanılmaktadır.

5.1.4.1. Ordu Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Ordu Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.27'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; on altı adet depo ve bir adedi de Arıtma Tesisi üzerine kurulmuş olan toplam on yedi adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar Arıtma Tesisi'ndeki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

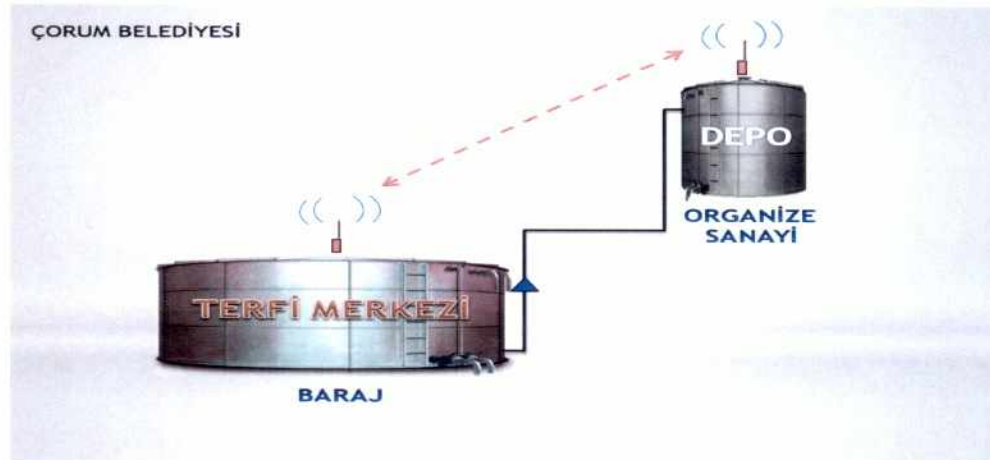
Şekil 5.27 Ordu Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.4.2. Çorum Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Çorum Belediyesi SCADA sistemi, Şekil 5.28'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; bir adet terfi istasyonu ve bir adet depo üzerine kurulmuş olan toplam iki adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar, Organize Sanayi Bölgesindeki depodan sürekli olarak kontrol edilmektedir.

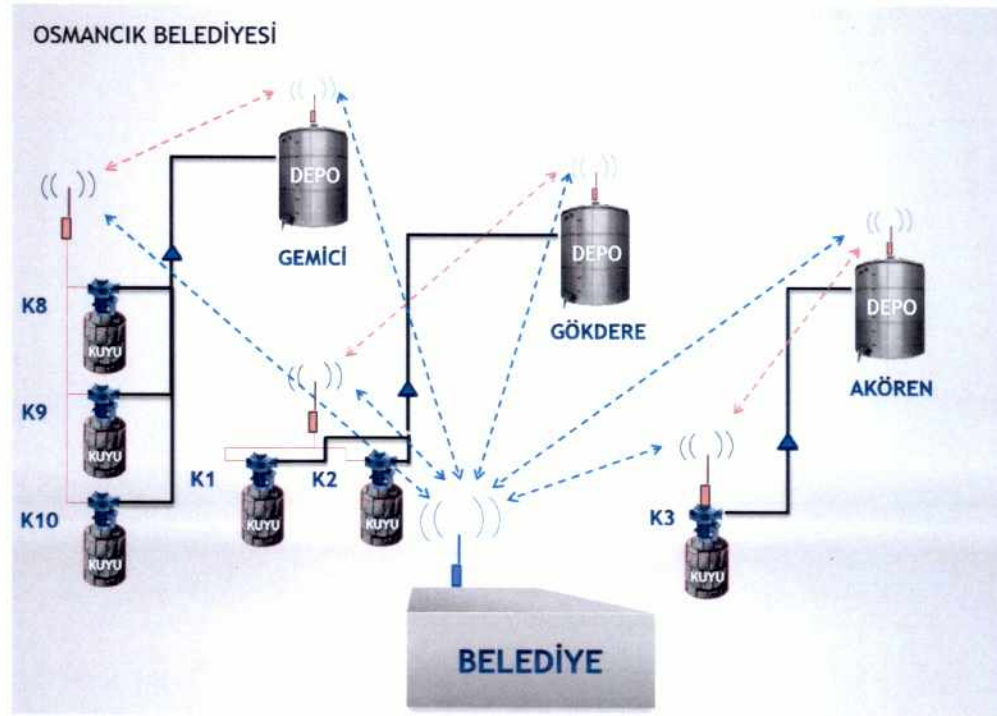
Şekil 5.28 Çorum Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.4.3. Osmancık Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Osmancık Belediyesi SCADA sisteminde Şekil 5.29'da gösterildiği gibi data haberleşmesi; üç adet depo, altı adet kuyu ve bir adedi de belediye binası üzerine kurulmuş olan toplam on adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar belediye binasındaki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

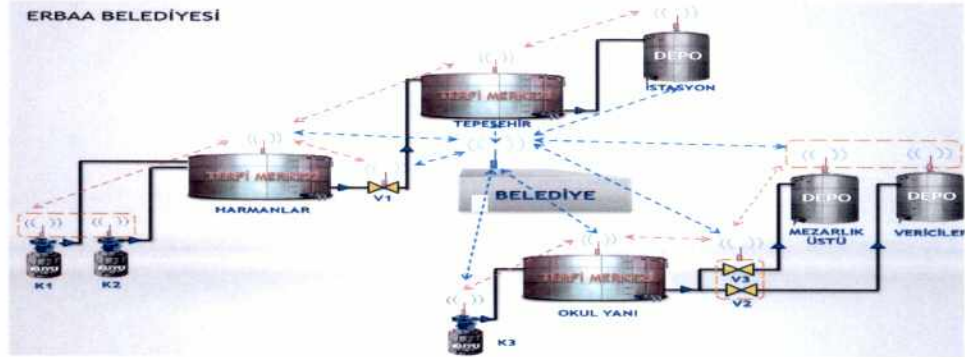
Şekil 5.29 Osmancık Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.4.4. Erbaa Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Erbaa Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.30'da gösterildiği gibi data haberleşmesi; üç adet terfi merkezi, üç adet depo, üç adet kuyu, iki adet vana ve bir adedi de Belediye binası üzerine kurulmuş olan toplam on iki adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar Belediye binasındaki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

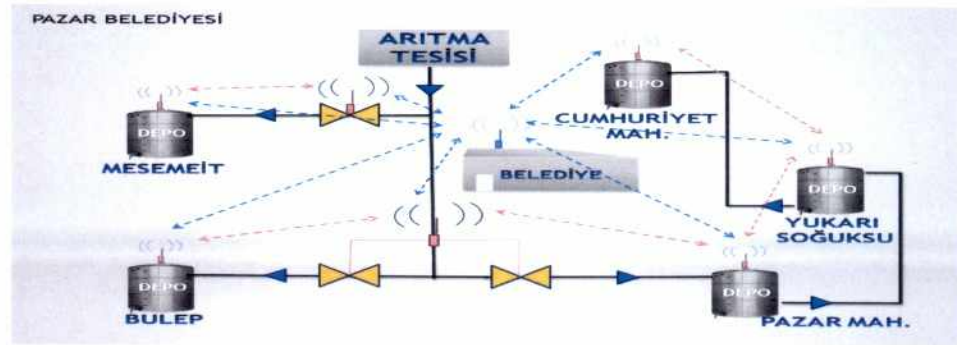
Şekil 5.30 Erbaa Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.4.5. Pazar Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Pazar Belediyesi SCADA sisteminde Şekil 5.31'de gösterildiği gibi data haberleşmesi; beş adet depo, iki adet vana ve bir adedi de belediye binası üzerine kurulmuş olan toplam sekiz adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar belediye binasındaki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

Şekil 5.31 Pazar Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



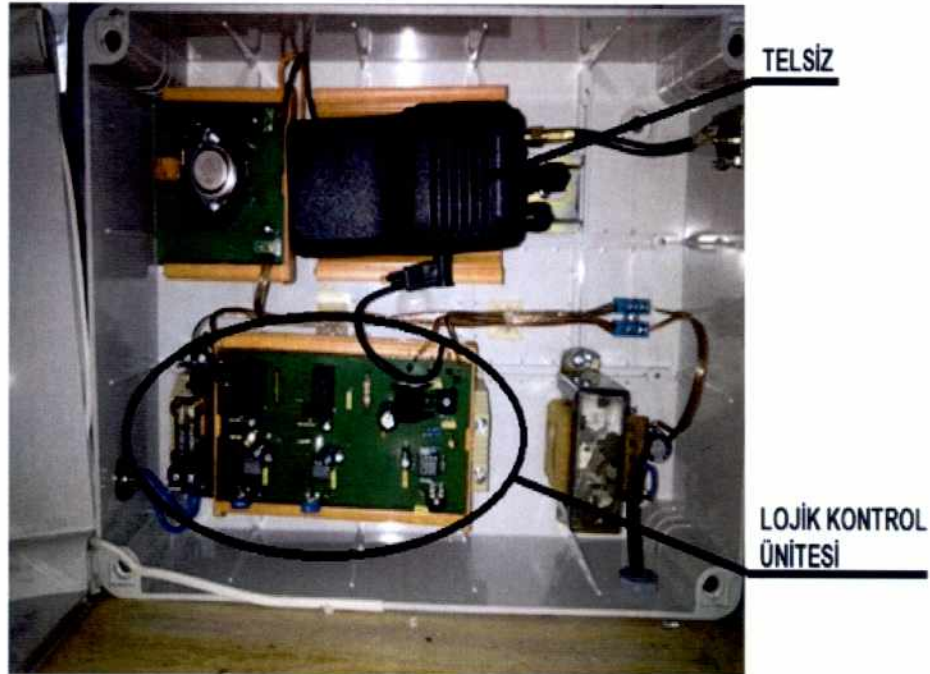
5.1.5. V. grup içme suyu SCADA sistemi

Bu gruptaki sistemler elektronik ünitesinde lojik kontrol devresi bulundurmaktadırlar. Haberleşme, sadece ton sinyali gönderilmesi ve alınması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Bu sistemde depo seviyesi lojik olarak algılanır. Elde edilen bilgiler telsiz üzerinden ton sinyali olarak karşı

tarafa gönderilir. Karşı tarafta ise gelen bu sinyallere göre su pompa motoru ya çalıştırılır ya da durdurulur. Lojik sinyallerin karşı tarafa gönderilmesini sağlayan bu telsizlere sinyaller mikrofon ses girişinden uygulanmıştır (Şekil 5.32).

Bu gruptaki SCADA sistemlerinde data bilgilerinin elde edilişi, işlenişi ve karşı tarafa gönderilişi aynı tekniklerle yapılmaktadır. Bu sistem; Bartın, Seydiler, Araç, ve Işıklar Belediyeleri tarafından kullanılmaktadır.

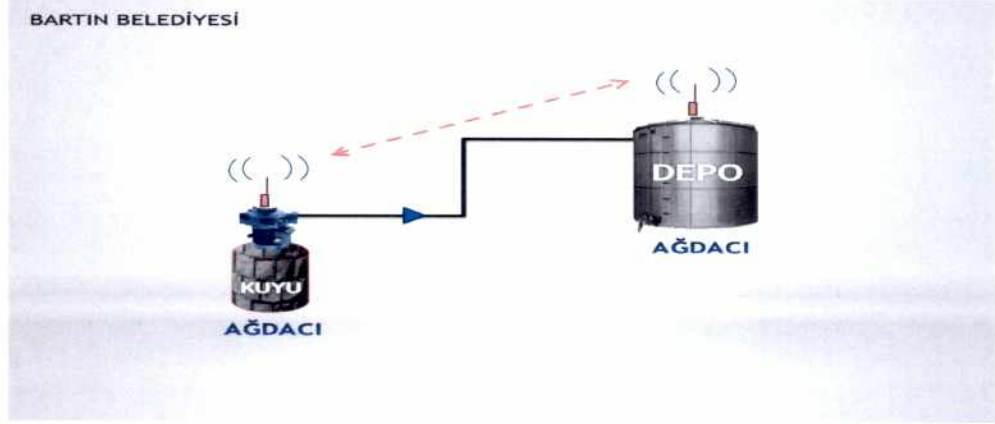
Şekil 5.32 V. Grup İçme Suyu SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi



5.1.5.1. Bartın Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Bartın Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.33'de gösterildiği gibi veri haberleşmesi; bir adet kuyu ve bir adet depo üzerine kurulmuş olan toplam iki adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Kuyu ve depo belirli aralıklarla kontrol edilmektedir.

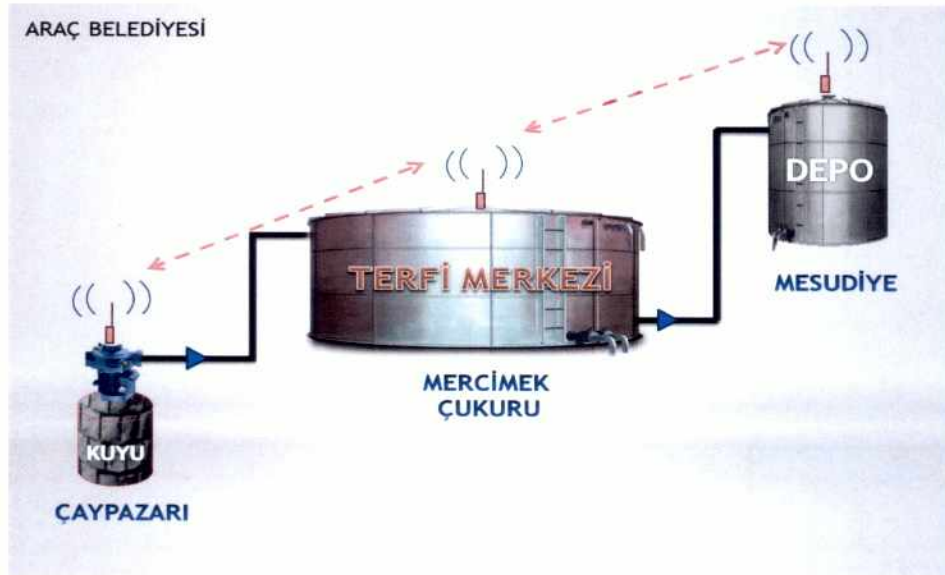
Şekil 5.33 Bartın Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.5.2. Araç Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Araç Belediyesi SCADA sisteminde Şekil 5.34'de gösterildiği gibi veri haberleşmesi; bir adet terfi merkezi, bir adet depo ve bir adedi de kuyu üzerine kurulmuş olan toplam üç adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm istasyonlar Terfi Merkezi'nden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

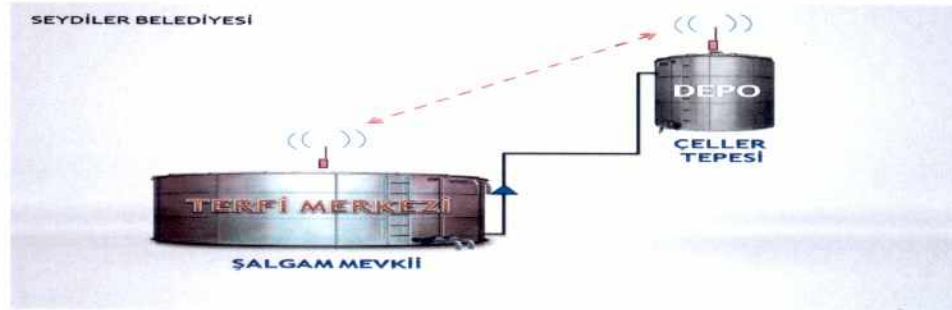
Şekil 5.34 Araç Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.5.3. Seydiler Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Seydiler Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.35'de gösterildiği gibi veri haberleşmesi; bir adet terfi merkezi ve bir adet depo üzerine kurulmuş olan toplam iki adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Sistem Terfi Merkezi'nden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

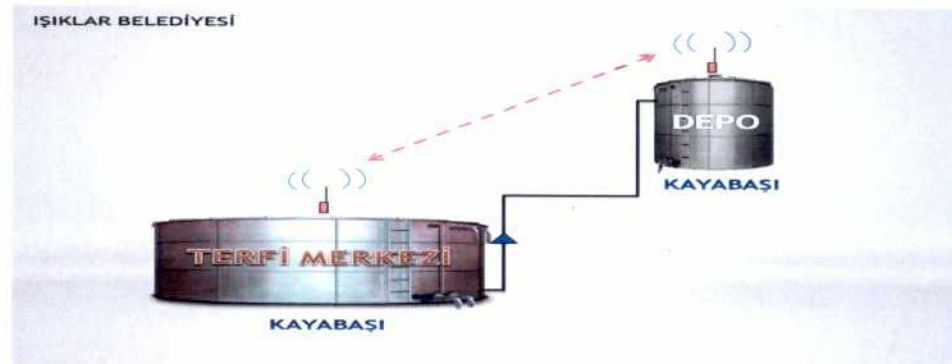
Şekil 5.35 Seydiler Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.1.5.4. Işıklar Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Işıklar Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.36'da gösterildiği gibi veri haberleşmesi; bir adet terfi merkezi ve bir adet depo üzerine kurulmuş olan toplam iki adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Kuyu ve depo belirli aralıklarla kontrol edilmektedir.

Şekil 5.36 Işıklar Belediyesi SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.2. Atık Suların Deşarjına Uygulanan SCADA Sistemleri

Suyun doğal hâlinin canlılar tarafından farklı şekillerde kullanılması sonucunda oluşan kirlenmiş suya atık su denmektedir. İnsanların topluca yaşadıkları ortamlarda atık suların en önemli bölümünü endüstriyel, evsel ve hayvansal atıklar oluşturmaktadır. Canlıların sağlığı açısından atık suların bulunulan ortamdaki bir an önce uzaklaştırılması gerekmektedir. Ancak bu sular hiçbir arıtma yapılmadan deniz, dere, göl vb. ortamlara bırakılmamalıdır. Atık suların arıtılması genelde üç aşamada gerçekleştirilmektedir. Ancak suyun durumuna göre daha az veya daha fazla aşama gerekebilir. Bu aşamaları kısaca şöyle açıklayabiliriz:

Birinci aşama, fiziksel olarak yapılan arıtma işlemidir. Öncelikle katı parçaların ezilerek sıvı hale getirilmesi, mümkün değil ise ortamdaki alınması işlemidir.

İkinci aşama, biyolojik arıtma yapılır. Bu arıtma işlemi sonucunda organik maddeler atık sulardan ayrıştırılmış olur.

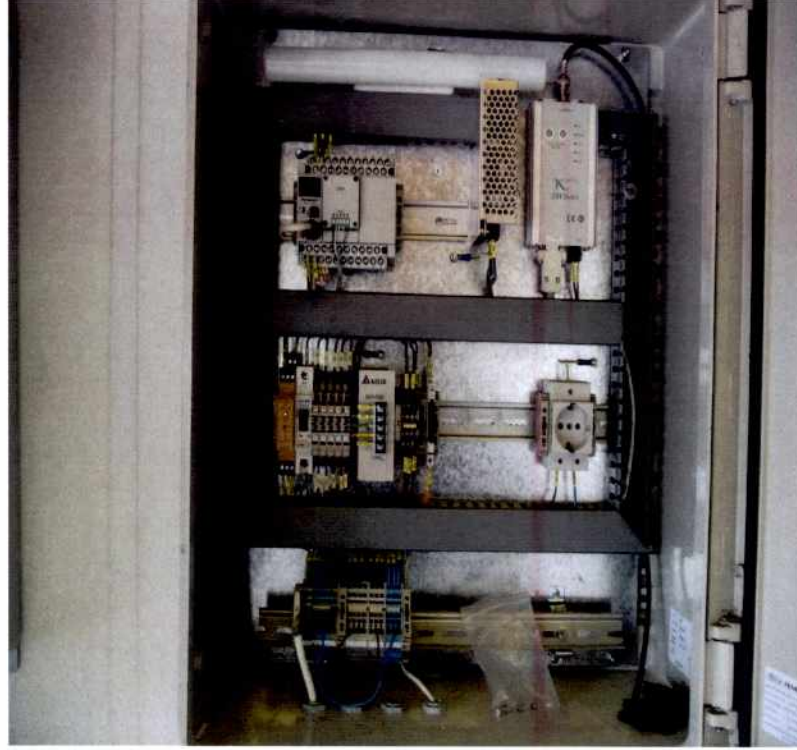
Üçüncü aşama, son aşama olup atık su süspansiyon halindeki parçacıklardan da arıtılarak temiz bir su haline getirilmiş olur.

Atık suların deşarjı amacıyla Trabzon ve Pazar Belediyeleri ile SASKİ tarafından kurulan SCADA sistemleri teknik açıdan iki gruba ayrılarak incelenmiş olup aşağıda detaylı bilgiler verilmiştir.

5.2.1. I. grup atık su SCADA sistemi

Bu gruptaki SCADA sistemlerinin elektronik ünitesinde bilgi işleme görevi PLC tarafından yapılmaktadır. Deponun sensör bilgileri ile hata kontrol sensör bilgileri PLC'de değerlendirilerek data sinyallerine dönüştürülür. Transceivere iletilen data sinyalleri sistemde kullanılan frekansa modüle edilerek karşı tarafa gönderilir (Şekil 5.37).

Şekil 5.37 I. Grup SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi



Bu gruptaki SCADA sistemlerinde data bilgilerinin elde edilişi, işlenişi ve karşı tarafa gönderilişi aynı tekniklerle yapılmaktadır. Bu sistem, SASKİ ile Pazar Belediyesi tarafından kullanılmaktadır.

5.2.1.1. SASKİ SCADA sistemi ve data haberleşmesi

SASKİ SCADA sisteminde, Şekil 5.38'de gösterildiği gibi veri haberleşmesi; Samsun içme suyunun büyük bir kısmının temin edildiği Çakmak Barajı etrafındaki dokuz adet terfi merkezi üzerinde kurulu bulunan toplam dokuz adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Tüm terfi merkezi bilgileri Su Alma Yapısı terfi merkezinde toplanarak GSM üzerinden SASKİ'nin Derebahçe'de ki merkez birimine taşınmaktadır. Tüm sistem sürekli olarak bu merkezden kontrol edilmektedir. Terfi merkezlerinde biriken atık sular Esençay, Su Alma Yapısı ve Belde Merkezi Terfi Merkezlerinde gerçekleştirilen üç aşamalı arıtma işleminden sonra Belde Merkezi Terfi Merkezinde toplanarak bu merkezden Abdal Irmağı'na deşarj edilmektedir.

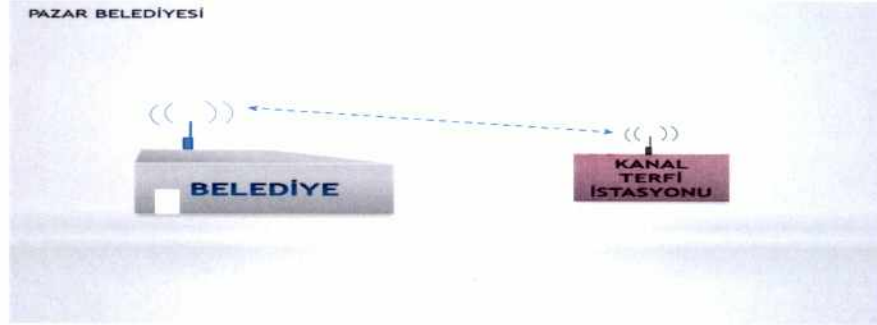
Şekil 5.38 SASKİ Atık Su SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.2.1.2. Pazar Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Pazar Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.39'da gösterildiği gibi veri haberleşmesi; bir adet terfi merkezi ve Belediye binası üzerinde kurulu bulunan toplam iki adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Terfi istasyonunda biriken atık sular 1.aşamadan sonra en yakında bulunan dere yatağına deşarj edilmektedir. Sistem, Belediye binasındaki merkezden sürekli olarak kontrol edilmektedir.

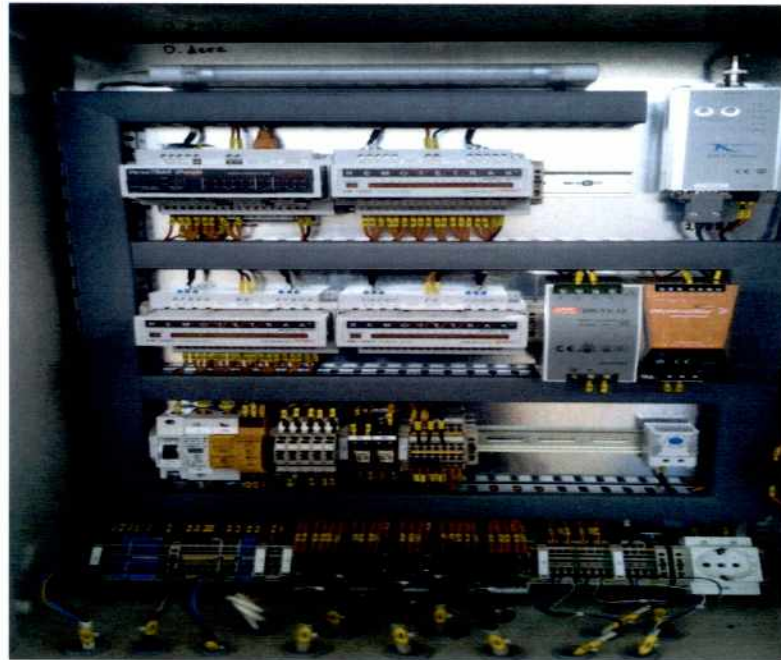
Şekil 5.39 Pazar Belediyesi Atık Su SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



5.2.2. II.grup atık su SCADA sistemi

Bu gruptaki SCADA sistemlerinin elektronik ünitesinde bilgi işleme görevi RTU tarafından yapılmaktadır. Sensörlerden gelen bilgiler öncelikle RTU ünitesinde dataya dönüştürülerek RF modüle iletilir. Bu modül içerisinde data sinyalleri base band seviyesine dönüştürülerek daha önceden telsizde tanımlı olan RF frekansı üzerinden karşı tarafa gönderilir. Bu sistem Trabzon Belediyesi tarafından kullanılmaktadır (Şekil 5.40).

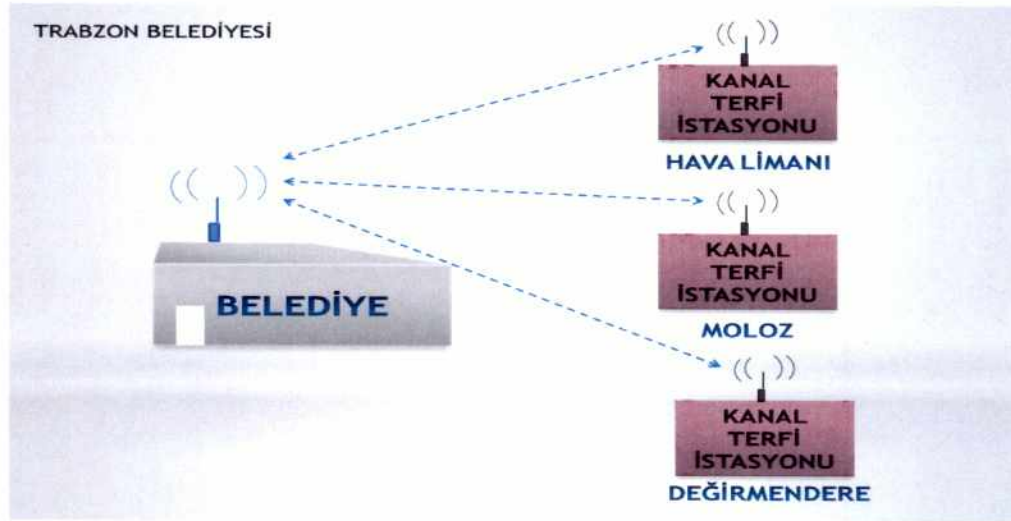
Şekil 5.40 II. Grup Atık Su SCADA Sistemi Elektronik Ünitesi



5.2.2.1. Trabzon Belediyesi SCADA sistemi ve data haberleşmesi

Trabzon Belediyesi SCADA sisteminde, Şekil 5.41'de gösterildiği gibi veri haberleşmesi; üç adet terfi merkezi ve bir adedi de Belediye'nin Değirmendere'deki ek binası üzerinde kurulu bulunan toplam dört adet sabit telsiz ile yapılmaktadır. Terfi istasyonlarında biriken atık sular birinci aşama işleminden sonra denizin 1 km açığına ve 40 m derinliğine deşarj edilmektedir. Tüm sistem Belediye ek binasındaki merkezden ve terfi istasyonlarından sürekli olarak kontrol edilmektedir.

Şekil 5.41 Trabzon Belediyesi Atık Su SCADA Sistemine Ait RF Haberleşme Şeması



Yapılan incelemeler neticesinde, SCADA sisteminin kurulmadığı yerlerde su dağıtım ve deşarjının düzenli çalışabilmesi için her pompa ve bu pompaların su bastığı depo ve terfi merkezleri yerinde takip edilerek denetim altında tutulması gerektiği aksi halde terfi istasyonları, depolar ve kuyular arasında düzensiz bir şekilde su transferi olacağından gereksiz yere suların boşa harcanması, sürekli olarak çalışan motorların erken yıpranması, gereğinden çok daha fazla elektrik enerjisi sarfiyatı, takip işlemi için araç ve yakıt israfının kaçınılmaz olduğu kanaatine varılmıştır.

6. LİNK ANALİZİ ÇALIŞMASI

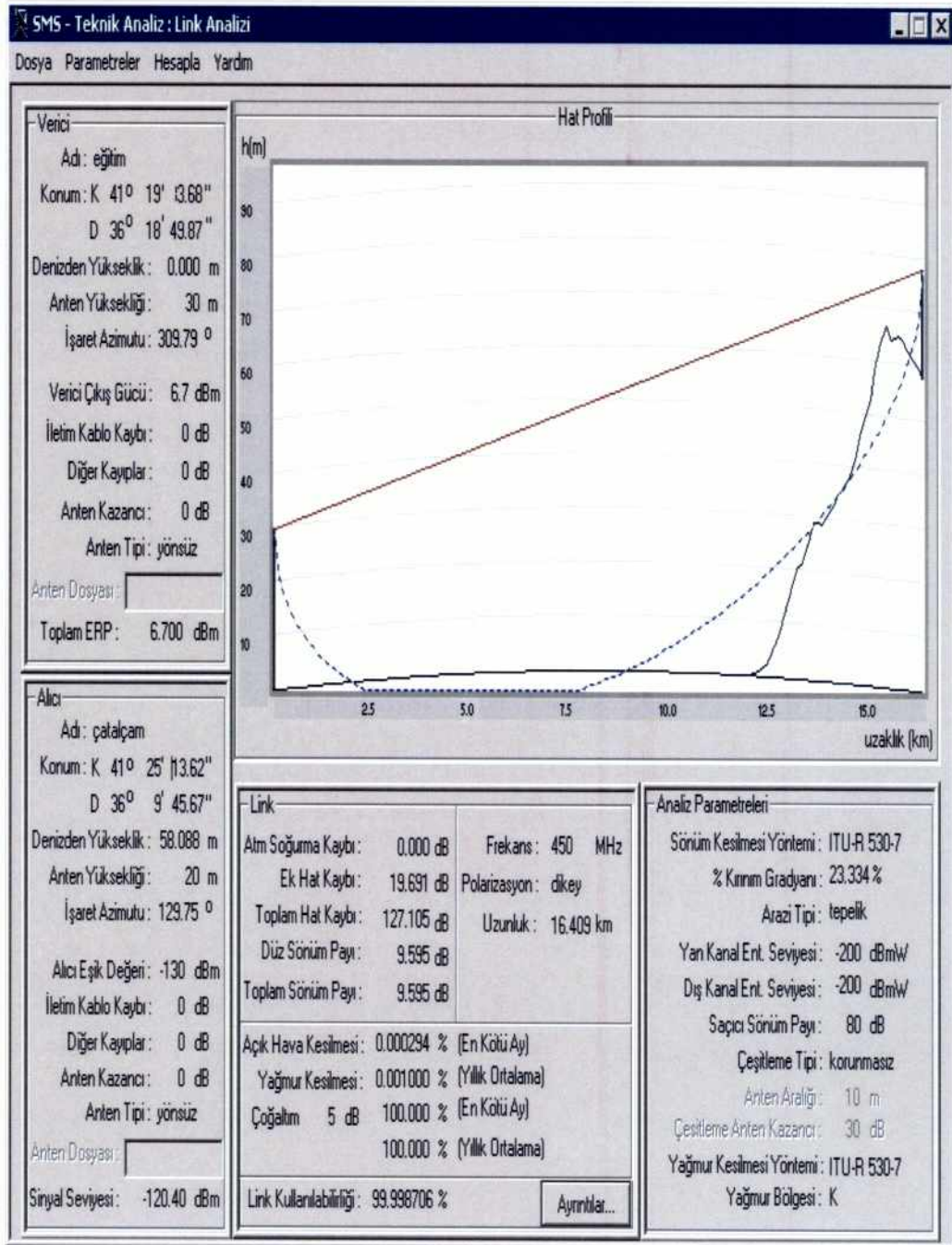
Bu çalışmanın amacı, SASKİ'ye bağlı içme suyu dağıtımını gerçekleştirmek amacıyla uzak sahalarda dağıtık hâlde bulunan Çatalçam, Kurupelit, Atakent, Atakum, Tekkeköy, Kutlukent, Hastanebaşı ve Hasköy Ana Terfi Merkezleri ile Samsun içme suyunun ağırlıklı olarak temin edildiği Çakmak Barajı etrafında kurulan Elmalı, Koldere, Esençay, Su Alma Yapısı, Heyelanlı Yol, Orman İçi, Yol Üzeri, Yol Ayrımı ve Belde Merkezi Atık Su Terfi Merkezlerinin tüm kontrollerinin RF haberleşmesinin uygulandığı SCADA sistemi dahilinde SASKİ merkez binasından yapılabilmesini gerçekleştirmektir.

Öncelikle istasyonların yerleri tespit edilerek sistem haberleşmesi projelendirilmiş ve bu projelendirmeye göre tüm istasyonların, kurulacak linklerin ve SASKİ merkez binanın Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) Spektrum Mühendisliği Sistemi (SMS) dahilinde link analizi çalışmaları yapılmıştır.

Baruthane bölgesinin, Atakum bölgesinde bulunan Çatalçam, Kurupelit, Atakent ve Atakum Ana Terfi Merkezlerinin SASKİ merkez binası ile RF haberleşmesini engellemesi üzerine bir linkin Eğitim Fakültesi önüne, diğer bir linkin de Samsun Limanı içerisine yerleştirilmesi sonucu haberleşmenin sağlandığı görülmüştür.

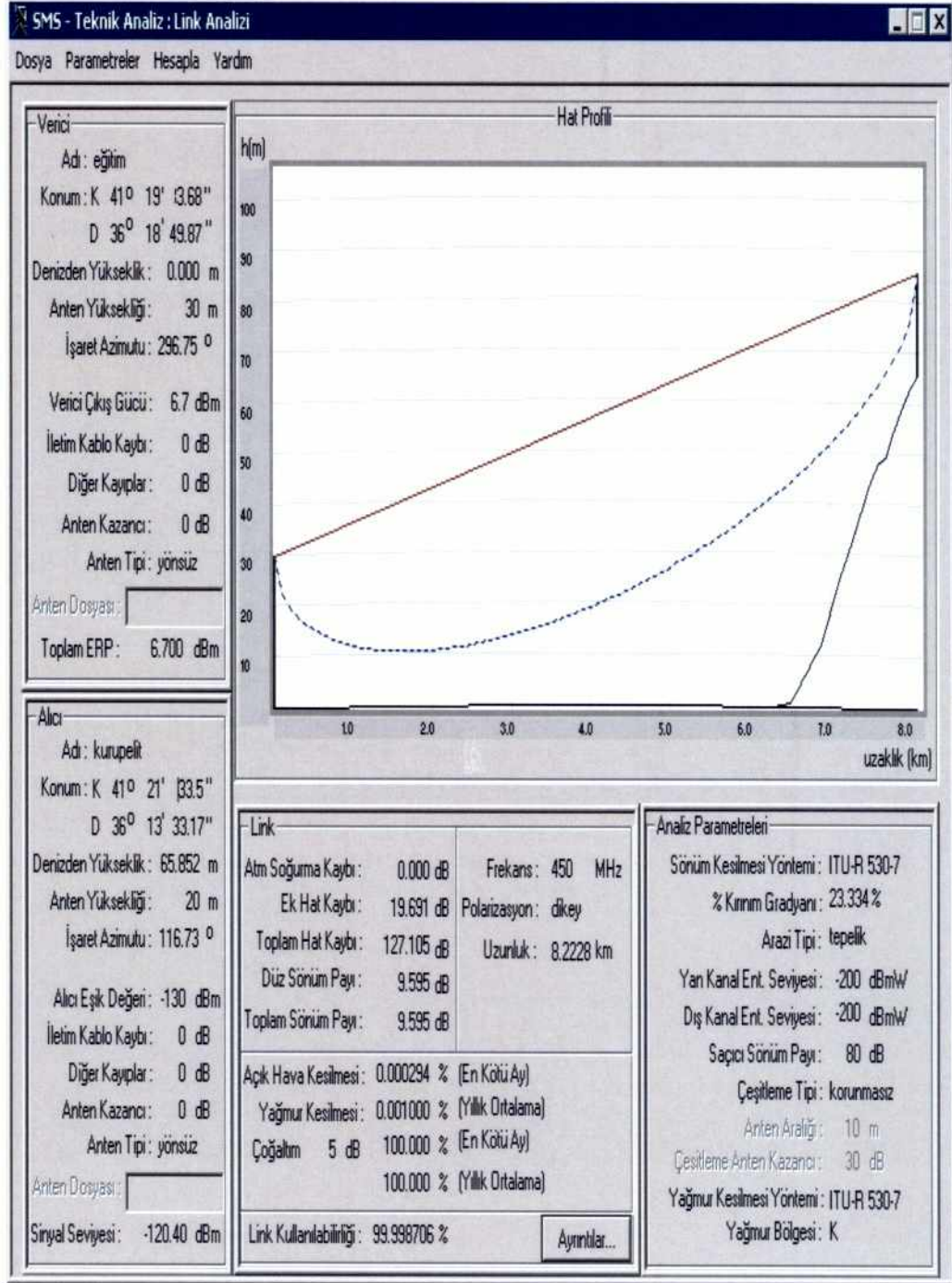
Limana içerisine kurulan link, Eğitim Fakültesindeki link ile SASKİ merkez binası arasında aktarma görevini yerine getirmekle birlikte, şehrin diğer çıkışındaki Tekkeköy ve Kutlukent Ana Terfi Merkezlerinin de SASKİ merkez binası ile haberleşmesini sağlamaktadır.

Şekil 6.1. Eğitim ve Çatalçam Link Analizi



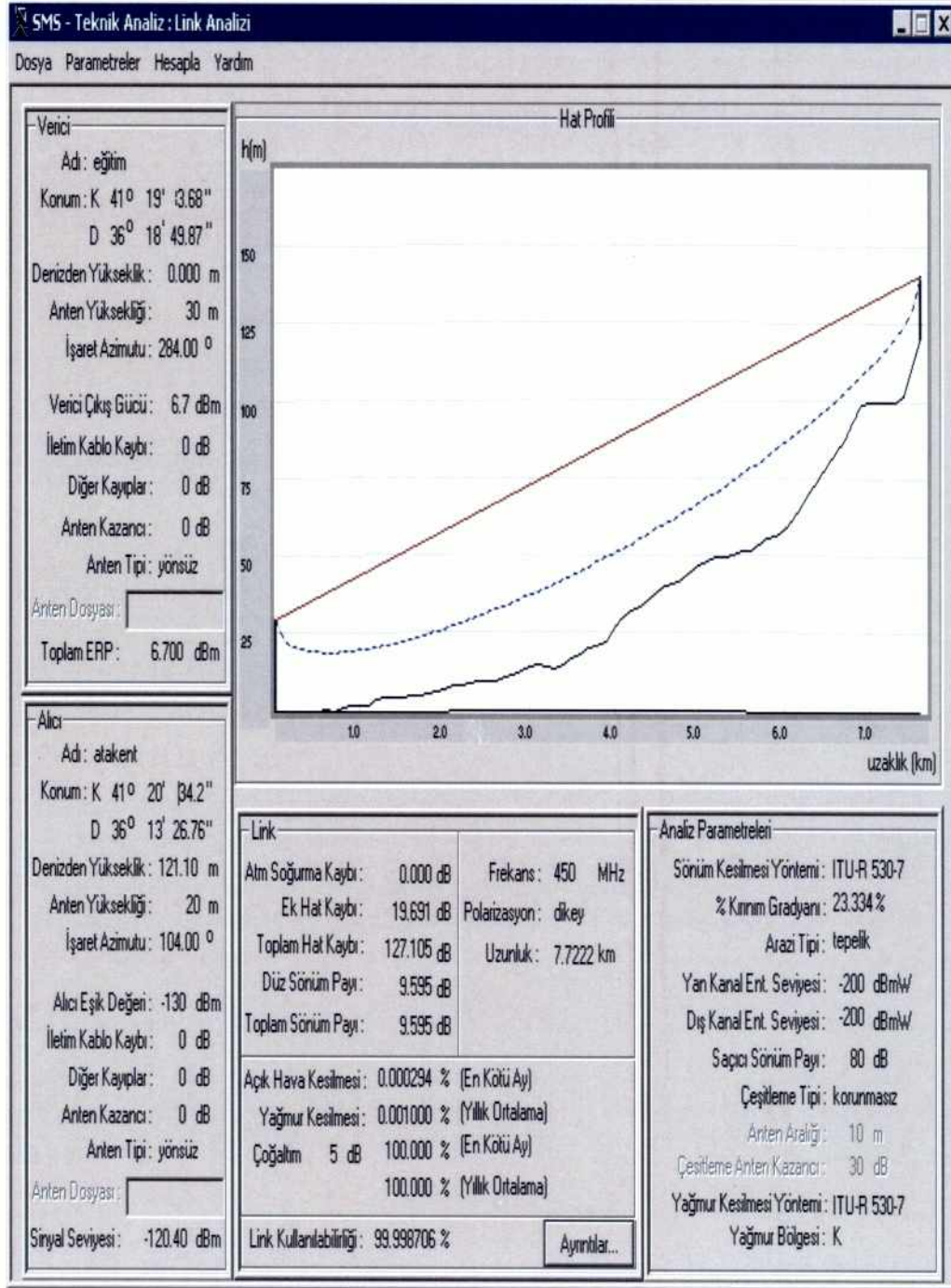
Eğitim Fakültesi bahçesi ile Çatalçam Ana Terfi Merkezi arasında yapılan link analizi çalışması Şekil 6.1'de gösterilmiş olup şekilden ve elde edilen analiz sonucundan linkin kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Şekil 6.2. Eğitim Fakültesi ve Kurupelit Link Analizi



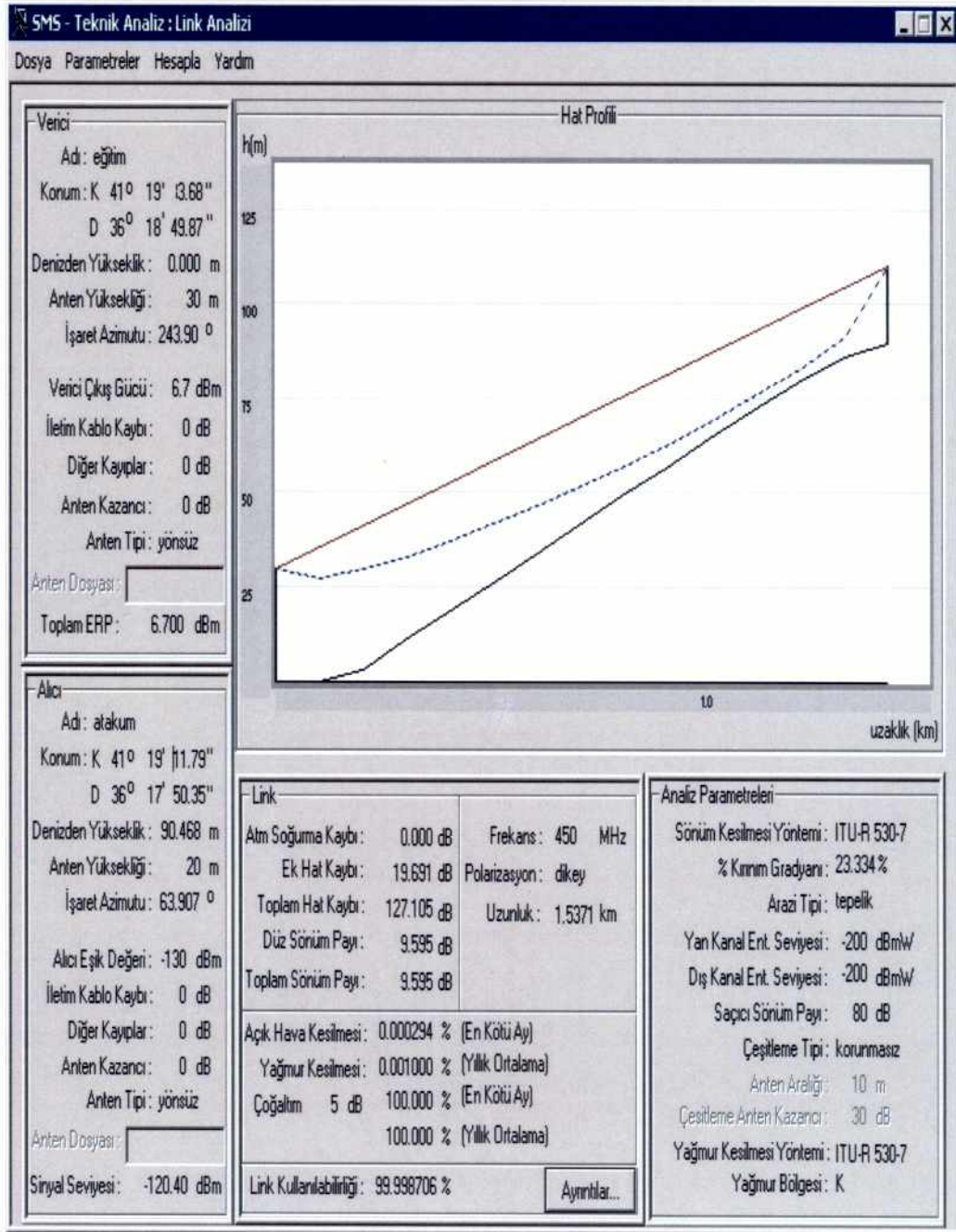
Eğitim Fakültesi bahçesi ile Kurupelit Ana Terfi Merkezi arasında yapılan link analizi çalışması Şekil 6.2'de gösterilmiş olup şekilden ve elde edilen analiz sonucundan linkin kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Şekil 6.3. Eğitim ve Atakent Link Analizi



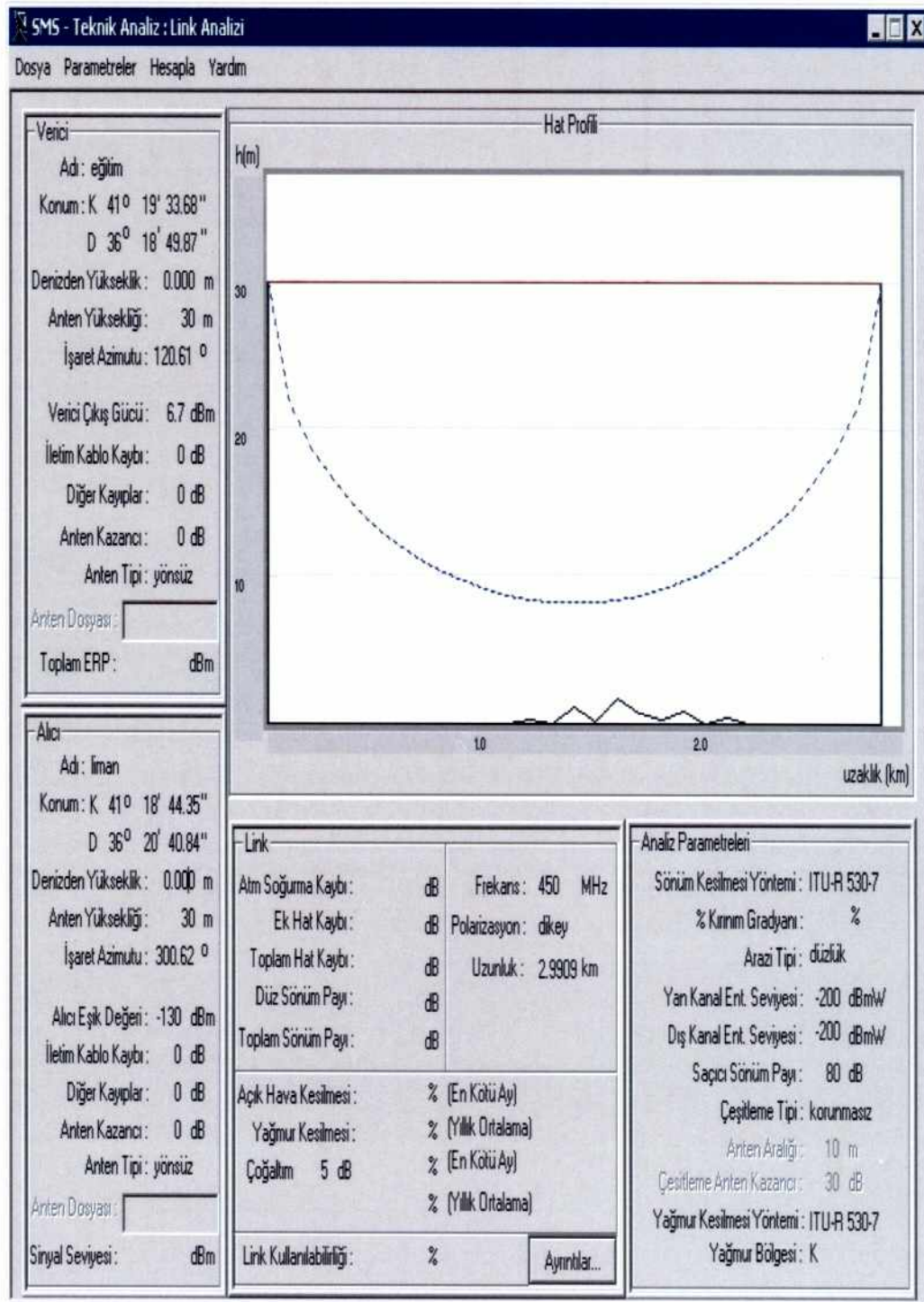
Eğitim Fakültesi bahçesi ile Atakent Ana Terfi Merkezi arasında yapılan link analizi çalışması Şekil 6.3'de gösterilmiş olup şekilden ve elde edilen analiz sonucundan linkin kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Şekil 6.4. Eğitim ve Atakum Link Analizi



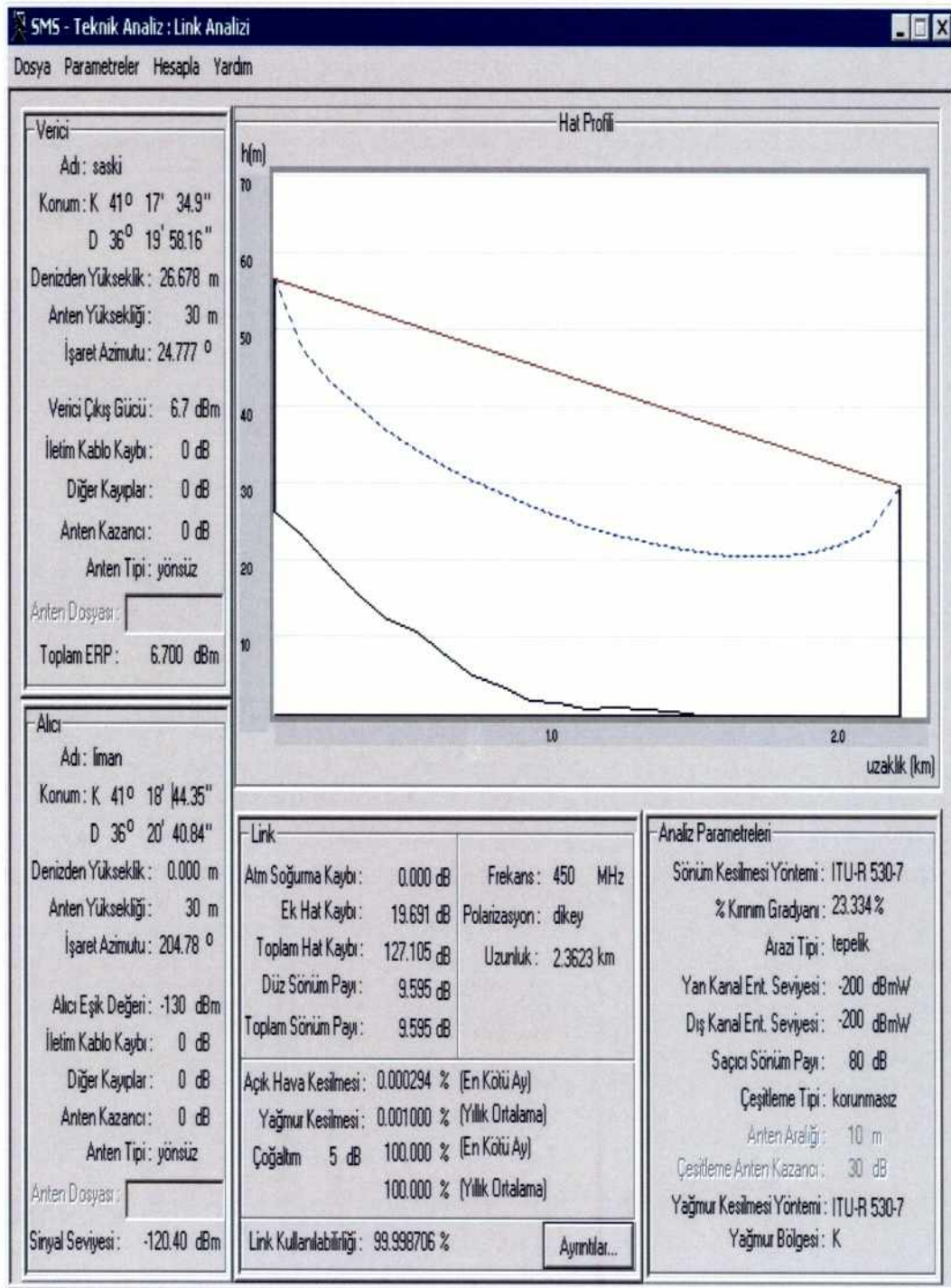
Eğitim Fakültesi bahçesi ile Atakum Ana Terfi Merkezi arasında yapılan link analizi çalışması Şekil 6.4'de gösterilmiş olup şekilden ve elde edilen analiz sonucundan linkin kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Şekil 6.5. Eğitim ve Liman Link Analizi



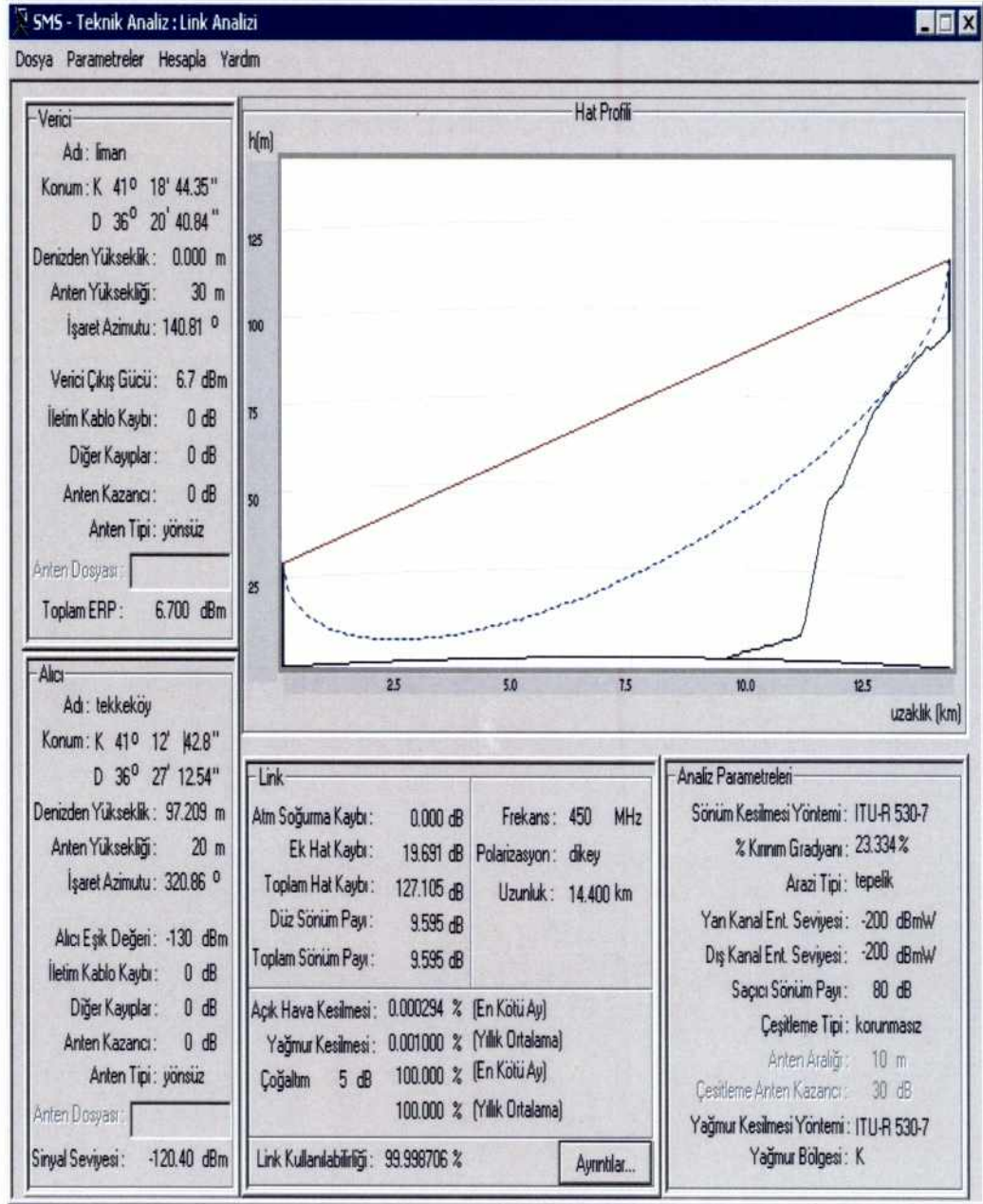
Eğitim Fakültesi bahçesi ile Liman içerisi arasında yapılan link analizi çalışması Şekil 6.5'de gösterilmiş olup şekilden ve elde edilen analiz sonucundan linkin kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Şekil 6.6. SASKİ Merkez ve Liman Link Analizi



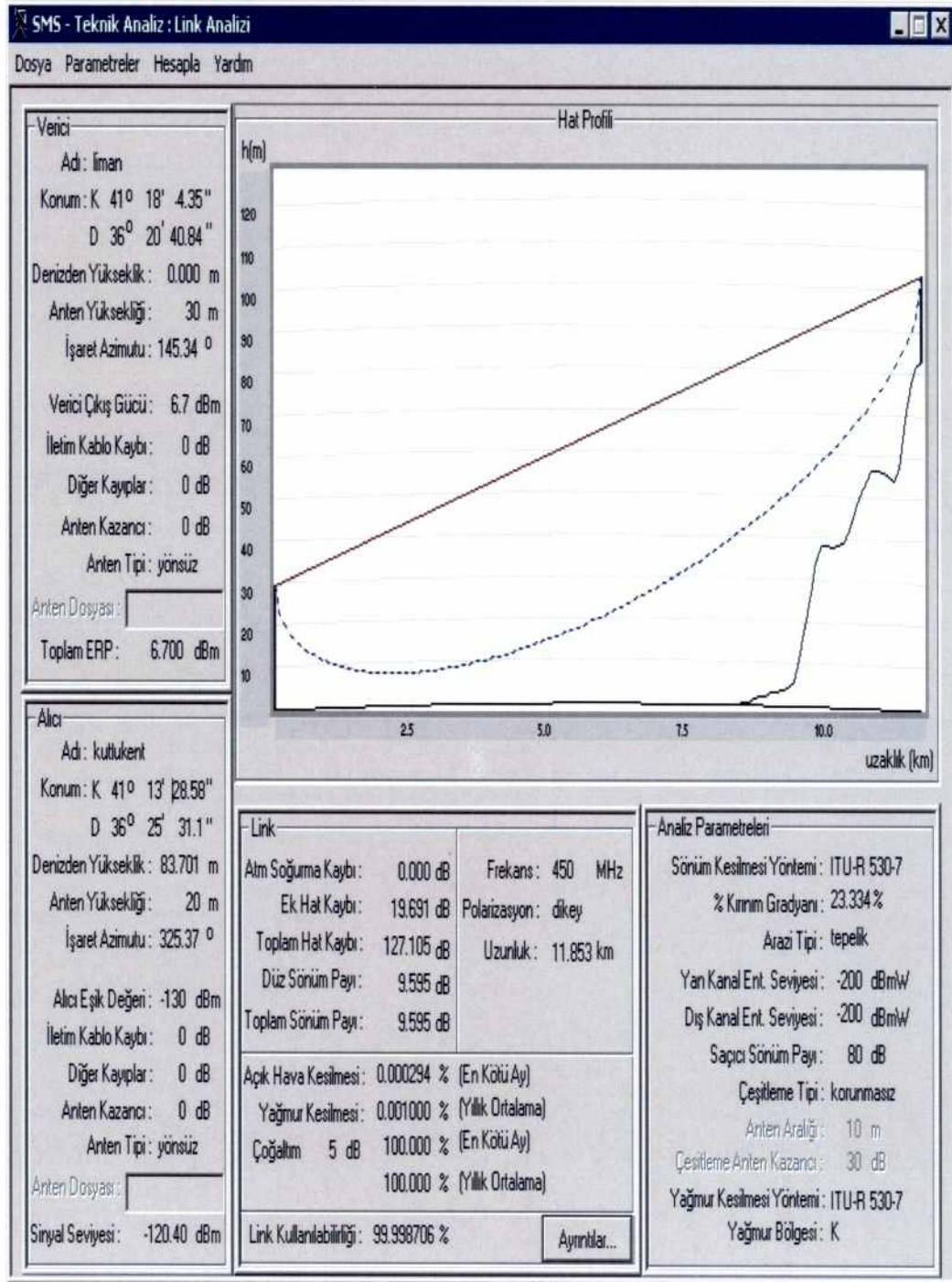
SASKİ merkez bina ile Liman içerisi arasında yapılan link analizi çalışması Şekil 6.6'da gösterilmiş olup şekilden ve elde edilen analiz sonucundan linkin kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Şekil 6.7. Liman ve Tekkeköy Link Analizi



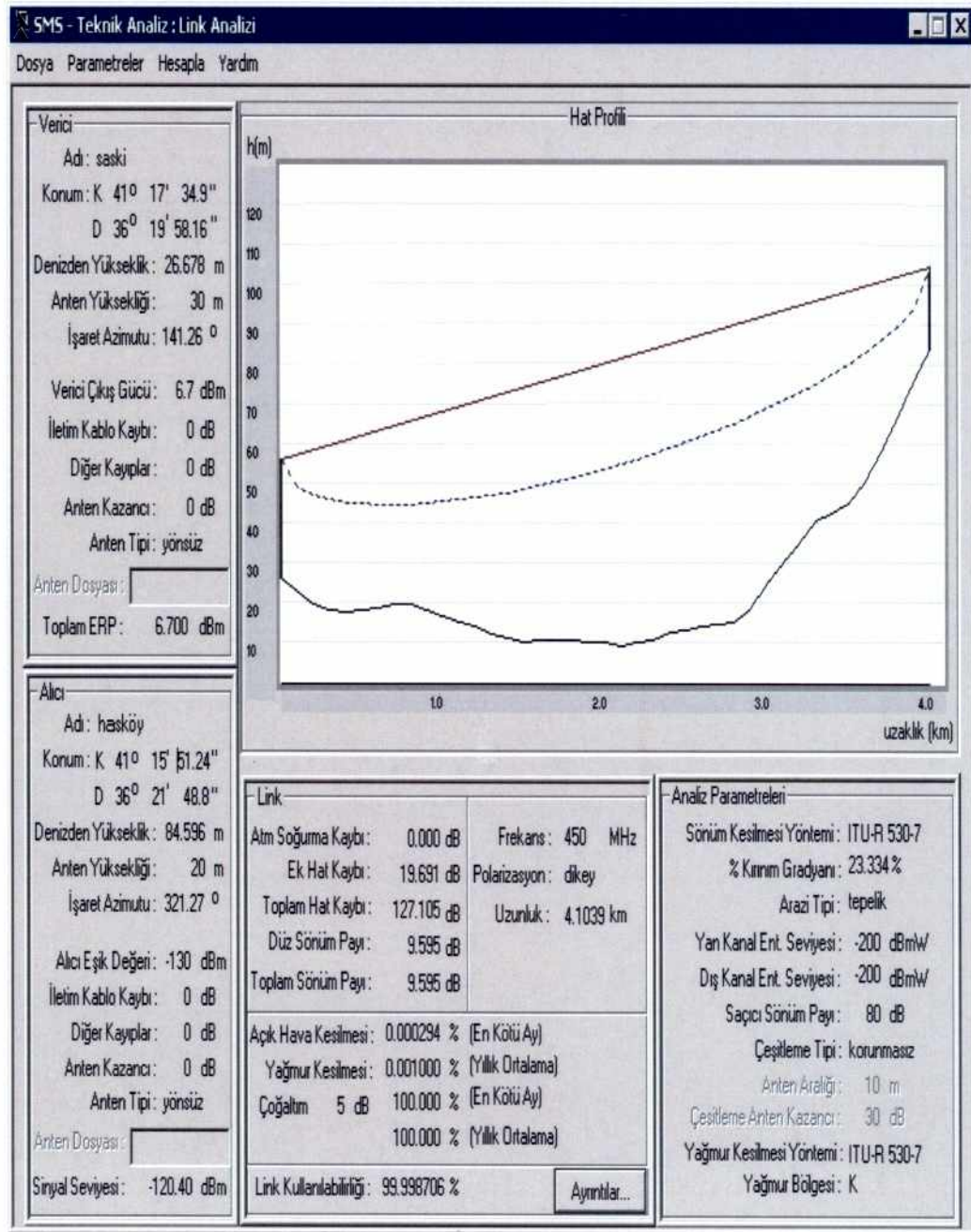
Tekkeköy ve Kutlukent Ana Terfi Merkezlerinin SASKİ merkez bina ile haberleşebilmeleri için Liman içerisindeki link aktarıcı olarak kullanılmıştır. Liman içerisi ile Tekkeköy Ana Terfi Merkezi arasında yapılan link analizi çalışması Şekil 6.7'de gösterilmiş olup şekilden ve elde edilen analiz sonucundan linkin kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Şekil 6.8. Liman ve Kutlukent Link Analizi



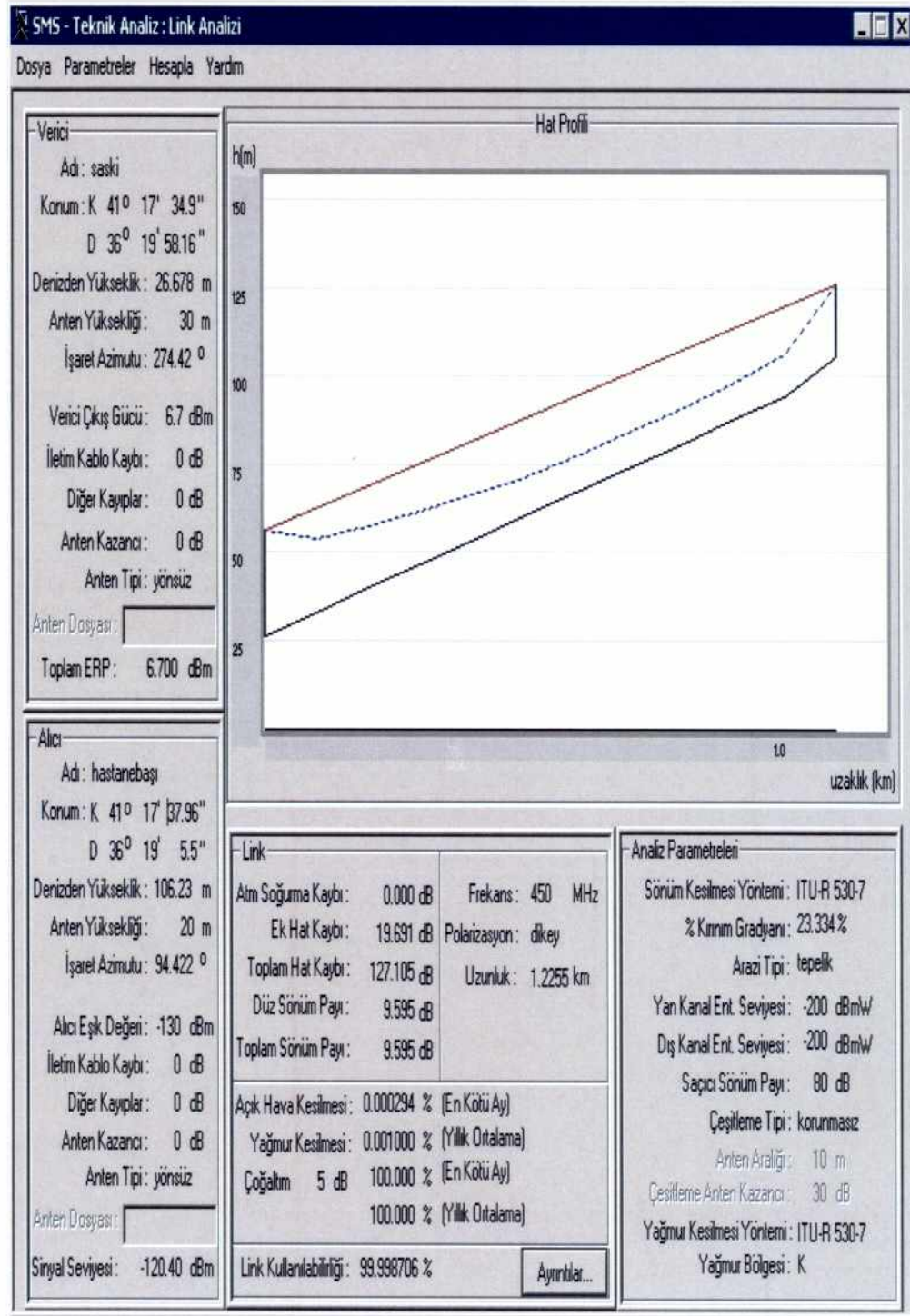
Limn içerisi ile Kutlukent Ana Terfi Merkezi arasında yapılan link analizi çalışması Şekil 6.8'de gösterilmiş olup şekilden ve elde edilen analiz sonucundan linkin kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Şekil 6.9. SASKİ Merkez ve Hasköy Link Analizi



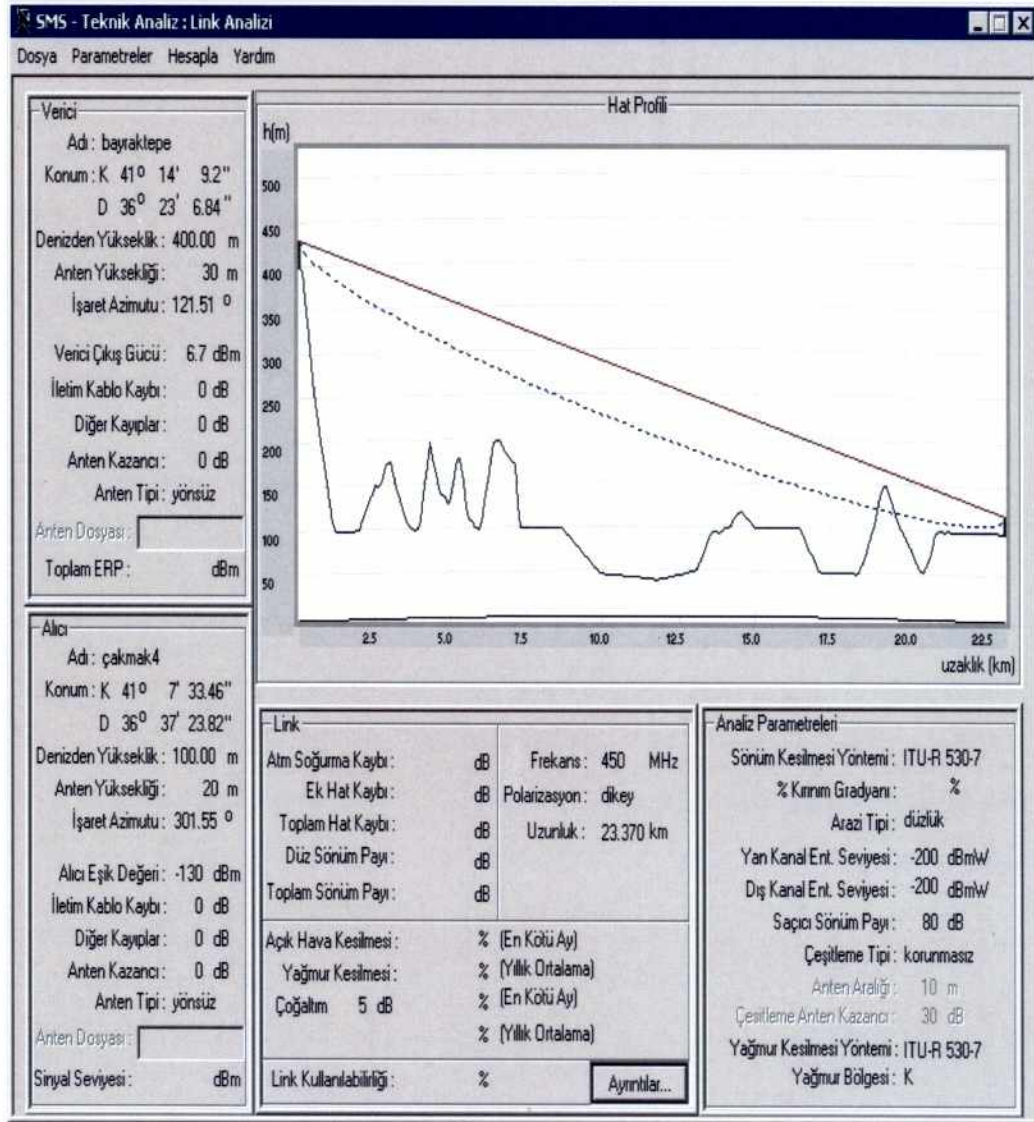
Şehir içindeki Hasköy ve Hastanebaşı Ana Terfi Merkezlerinin SASKİ merkez binası ile link kullanmadan direkt olarak haberleşme sağladığı tespit edildi. SASKİ merkez binası ile Hasköy Ana Terfi Merkezi arasında yapılan link analizi çalışması Şekil 6.9'da gösterilmiş olup şekilden ve elde edilen analiz sonucundan linkin kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Şekil 6.10. SASKİ Merkez ve Hastanebaşı Link Analizi



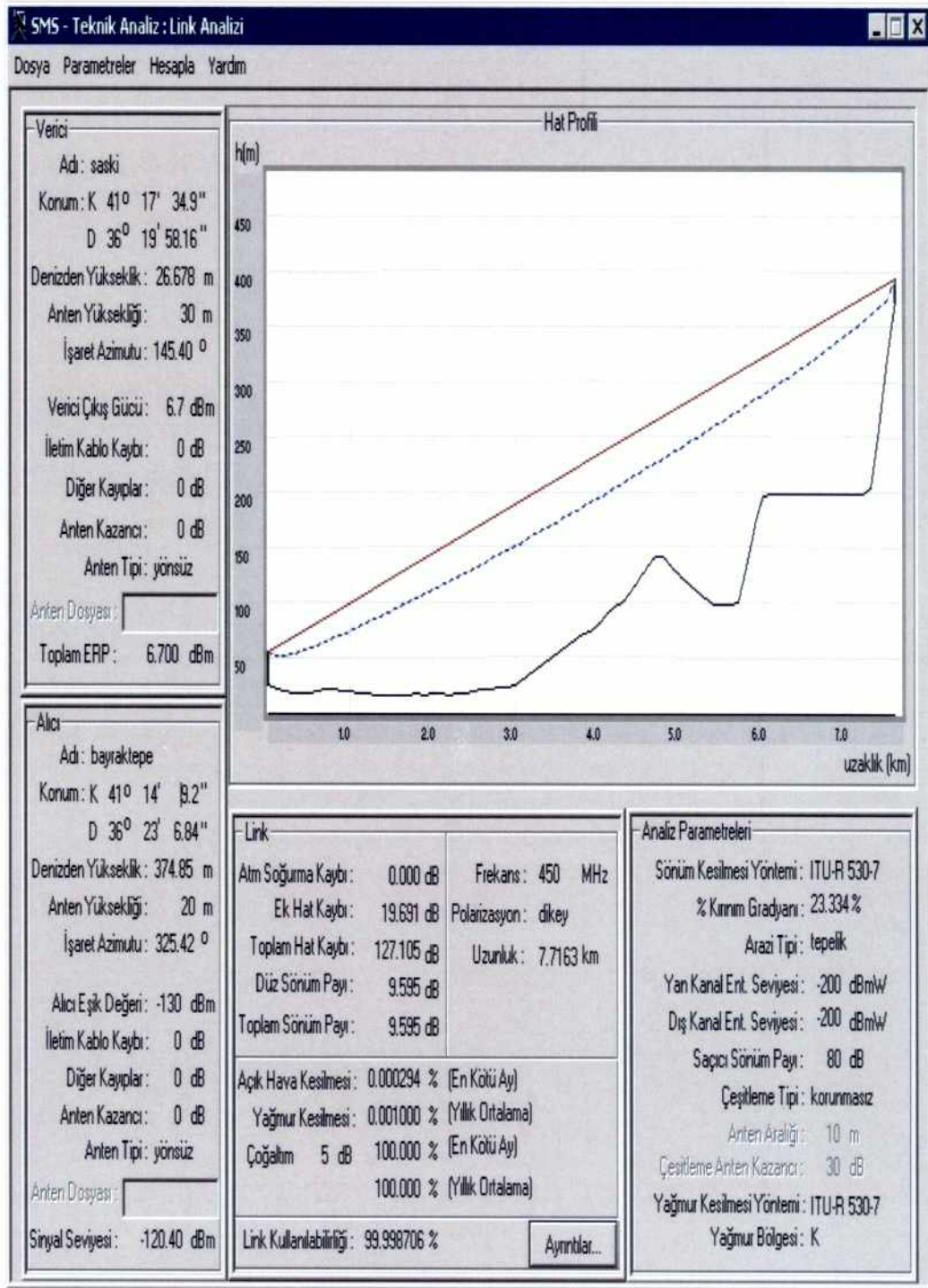
SASKİ merkez binası ile Hastanebaşı Ana Terfi Merkezi arasında yapılan link analizi çalışması Şekil 6.10'da gösterilmiş olup şekilden ve elde edilen analiz sonucundan linkin kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Şekil 6.11. Bayraktepe ve Çakmak Link Analizi



Ayrıca, Samsun içme suyunun büyük bir kısmının temin edildiği Çakmak Barajı etrafındaki atık su terfi istasyonlarının SASKİ merkez bina ile haberleşebilmesi için çalışmalar yapıldı. Baraj etrafında kurulu olan dokuz adet atık su terfi istasyonu ile irtibatlandırılmış bir linkin baraj kenarına, ikinci bir linkin de Bayraktepe'ye konularak istenilen haberleşmenin sağlandığı görülmüştür. Bayraktepe ile Çakmak Barajı arasında yapılan link analizi çalışması Şekil 6.11'de gösterilmiş olup şekilden ve elde edilen analiz sonucundan linkin kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Şekil 6.12. SASKİ Merkez ve Bayraktepe Link Analizi



SASKİ merkez bina ile Bayraktepe arasında yapılan link analizi çalışması Şekil 6.12'de gösterilmiş olup şekilden ve elde edilen analiz sonucundan linkin kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Şekil 6.13. SASKİ SCADA Sistemi Haberleşme Ağı



Yapılan link analizi çalışmaları sonucunda SCADA sistemi ile çalışan tüm içme suyu ve atık su terfi merkezlerinin SASKİ merkez bina ile haberleşmesi sağlanmış olup haberleşme ağını gösteren harita Şekil 6.13'de gösterilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

BTK Samsun Bölge Müdürlüğü görev alanı dahilinde bulunan, RF haberleşmesini tercih ederek SCADA sistemini içme suyu dağıtımını amacıyla kuran yirmi bir belediye ile atık su dağıtımını ve deşarjı amacıyla kuran bir belediye ve hem içme suyu dağıtımını hem de atık su deşarjı amacıyla kuran iki belediyede sistemlerin teknik yapısı, çalışma şekilleri, hangi ihtiyaçları karşılaması amacıyla kuruldukları ve her bir belediyeye ait sistem kontrollerinin hangi merkezlerden ne şekilde yapıldığı hakkında yerinde incelemeler yapılmıştır.

Yapılan bu incelemelere göre; belediyelerce kurulan SCADA sistemlerinin teknik yapı bakımından tek bir standarda tabi olmadıkları, kuruluş amaçlarında ve kontrol ediliş şekillerinde de farklılıklar olduğu, tüm SCADA sistemleri tek bir noktadan kontrol edilebilirken sadece SASKİ'ye ait SCADA sisteminin dokuz ayrı noktadan kontrol edilebildiği tespit edilmiştir.

Elde edilen bu bilgiler ışığında, içme suyu dağıtımını amacıyla kurulan SCADA sistemleri beş gruba, atık su dağıtımını amacıyla kurulan SCADA sistemleri de iki gruba ayrılarak analiz edilmiş olup yapılan bu çalışmalar tez içerisinde detaylı olarak anlatılmıştır.

Ayrıca SASKİ'nin dağıtık hâlde bulunan sekiz adet içme suyu ana terfi merkezi ve bu merkezlerle data haberleşmesi yapan tüm terfi merkezleri, depolar ve kuyular ile Çakmak Barajı etrafında kurulan dokuz adet atık su terfi merkezine uygulanan SCADA sisteminin tüm izleme ve kontrollerinin SASKİ merkez binadan sağlanabilmesi amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Spektrum Mühendisliği Sistemi (SMS) programı kullanılarak yapılan link analizi çalışmaları ile tüm sistemin SASKİ merkez binadan kontrol edilebileceği teorik olarak gösterilmiş olup buna göre, ana terfi merkezlerinde hiç bir eleman bulundurmadan tek merkezden yapılacak kontrolün daha ekonomik ve daha güvenilir olacağı kanaatine varılmıştır.

Yapılan tüm bu çalışmalar sonucunda;

Deprem, sel, fırtına vb. olağanüstü hallerde ilk olarak çöken haberleşme sistemi hücresel haberleşme sistemidir. Çünkü bu gibi durumlarda aboneler, yakınlarına ulaşmak için çaba sarf ettiklerinden sistemde yığılma olmakta ve sonuç olarak sistem bu yükü kaldıramamaktadır. Bu nedenle SCADA sisteminin kullanıldığı içme suyu dağıtımı ve atık suların terfisi işlemlerinde haberleşmenin sağlanabilmesi amacıyla mutlaka telsiz sisteminin kullanılması gerektiği,

OKTH sistemi de hücresel haberleşme gibi olağanüstü hallerde haberleşme kesintisi riskini taşımaktadır. Ayrıca, normal zaman içerisinde de sistemde oluşabilecek bir arızanın tüm SCADA sistemini etkileyeceği aşikardır. Atık su ve içme suyu için bir merkezde veya ana terfi merkezlerinde belli konularda eğitim almış görevli personeller her gün yirmi dört saat nöbet tutarak herhangi bir arıza olduğunda anında müdahalede bulunmaktadır. Oysa ki OKTH sisteminde meydana gelebilecek bir arızada işletici firma yetkilisinin müdahalesi zorunlu olduğundan müdahalede gecikmeler olabileceği, bu gecikmelerin telafi edilemeyecek (şehrin susuz kalması, depoların taşarak sel baskını oluşması, pis suların deşarjının kontrolden çıkması vb.) sonuçlar doğuracağı kaçınılmaz olacağından içme suyu ve atık suların terfisinde kullanılan SCADA telsiz haberleşme sisteminin 5809 sayılı Elektronik Haberleşme Kanunu 8/(1),(2) maddeleri ile 17 Temmuz 2009 tarihli ve 27291 sayılı Resmî Gazete' de yayımlanmış olan Telsiz İşlemlerine İlişkin Usul Ve Esaslar Hakkında Yönetmelik 6/(1) Maddenin yeniden düzenlenmesi, bu düzenlemenin mümkün olmaması halinde belediyelerce özel kanunlarına elektronik haberleşme konusunda bir madde ilave ettirilerek ikinci bir firmaya bağımlılığının ortadan kaldırılmasının gerektiği,

Mevcut SCADA sistemlerinde kullanılan telsiz sistemleri ile Bölge Müdürlüğümüz sorumluluk alanı içerisinde kurulu bulunan OKTH

sistemlerinin elektromanyetik girişime maruz kalması durumunda data bilgilerinde hatalar oluşabileceği göz önüne alınarak SCADA sistemlerine yapılacak frekans tahsislerinde sistemin dijital olarak kurulması zorunlu tutulmalıdır. Bu amaçla, Yönetmelik değişikliğine gerek olmaksızın Kurumumuz Spektrum Yönetimi Dairesi Başkanlığı tarafından hazırlanarak rapora göre alınacak Kurul kararı ile SCADA haberleşmesi için kurulacak telsiz sistemine dijital özellikli olma zorunluluğu getirilmesi ve bu sisteme özel frekans bandı tahsis edilmesi gerektiği,

Günümüzde köy tüzel kişiliklerince içme suyu dağıtımını amacıyla kurulan SCADA sistemlerinin şu anda genel olarak GSM üzerinden haberleşme yaptığı bilinse de, gelecekte binlerce köy tüzel kişiliğince RF haberleşmesi talebinde bulunulacağı varsayılarak Kurumumuz Spektrum Yönetimi Dairesi Başkanlığınca ek frekans bandı tahsis edilmesi ile ilgili düzenlemenin şimdiden yapılmasının gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- ARİFOĞLU Birol, 2013, Kontrol Sistemlerine Giriş,
<http://elektrik.kocaeli.edu.tr/dosyalar/duyurular/Elektrik%20Muhendisligine%20Giris.pdf> (15.03.2013)
- BAILEY David, 2003, Practical SCADA for Industry,
http://www.fer.unizg.hr/_download/repository/Practical_SCADA_for_Industry.pdf (22.11.2012)
- BARNES Ken vd., 2004, Review Of Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) Systems,
<http://www.inl.gov/technicalpublications/Documents/3310858.pdf> (14.12.2012)
- BTK Eğitim Notları, Bilgi ve İletişim Teknolojileri, 2012
- BTK Eğitim Notları, Bilgi Güvenliği, 2011
- BTK, 2008, 10 Kasım 2008 tarih ve 27050 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 5809 sayılı Kanun,
<http://www.btk.gov.tr/mevzuat/kanunlar/index.php>
- BTK, 2009, 17 Temmuz 2009 tarihli ve 27291 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmış olan Telsiz İşlemlerine İlişkin Usul Ve Esaslar Hakkında Yönetmelik.
<http://www.btk.gov.tr/mevzuat/yonetmelikler/index.php>
- BAYAZIT Hasan, 2005, Uygulamalı PLC Programlama Ve Operatör Panel Konfigürasyonu
- CLARKE Gordon vd., 2004, Practical Modern SCADA Protocols: DNP3, 60870.5 and Related Systems,
http://www.fer.unizg.hr/_download/repository/Practical_modern_SCADA_protocols_-_dnp3,_60870-5_and_Related_Systems.pdf (17.11.2012)
- CREERY P. ve BYRES E. J, 2005, Industrial Cybersecurity for Power System and SCADA Networks, http://7441000.com/zafi_fix/p114.pdf (18.12.2012)
- COŞKUN B., Kablosuz Haberleşme Teknolojisi (Sabit IP) Kullanılarak Enerji Otomasyonu
[http://www.emo.org.tr/ekler/4ef9c39b300931b_ek.pdf?dergi=424\(31.05.2013\)](http://www.emo.org.tr/ekler/4ef9c39b300931b_ek.pdf?dergi=424(31.05.2013))

ÇAKIROĞLU M., SAÜ Teknoloji Fakültesi Bil. Say. Mühendisliği Bölümü,Ağlar,
http://www.cs.sakarya.edu.tr/sites/muratc/file/Aglar_Bolum1.pdf (13.03.2013)

ÇALIŞKAN N. O, 2007, Elektrik Dağıtım Sisteminin Bilgisayarla Programlanması Ve Otomasyon, Gazi Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi

ÇİLEK Adem, 2005, PLC (Programlanabilir Lojik Kontrol Cihazı) Ve SCADA (Yönetmel Denetim Ve Veri Toplama) İle Endüstriyel Otomasyon Uygulaması, Gazi Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi

DEPARTMENT of Energy, 2011, 22 Steps to Improve Cyber Security of SCADA Networks,
http://www.midwestreliability.org/03_reliability/Conference/2011/Presentations/13-22%20Steps_SCADA%20Security%20Presentation_Kulseth_06-22-11.pdf (11.02.2013)

EMO, 2011, IV. Ağ ve Bilgi Güvenliği Sempozyumu,
http://www.emo.org.tr/ekler/3529111f1499a55_ek.pdf?tipi=&turu=&sube=14(08.11.2012)

ERTEKİN Ö, Telsiz Haberleşme Sistemleri

<http://www.qsl.net/ta1kb/aselsan/telsizhaberlesmesistemleri.htm>
 (02.04.2013)

GÜNDOĞDU Serdar ve ŞAHİN Özge, 2007, Su Dağıtım Sistemi İçin SCADA Sistem Haberleşmesi Planlaması,
http://www.habtekus.yildiz.edu.tr/2007/cd/bildiriler/haberlesme_uygulamaları/25.pdf (15.12.2012)

GÜNDOĞDU Serdar ve ŞAHİN Özge, 2008, Su Dağıtım Sistemlerinde SCADA Uygulaması, <http://web.deu.edu.tr/fmd/s30/30-02.pdf> (17.12.2012)

INDUCTIVE Automation, 2011, Cloud-Based SCADA Systems,
<http://files.inductiveautomation.com/whitepapers/WhitePaper-Cloud-Based-SCADA-Systems.pdf> (19.11.2012)

İLTER Cengiz, 2005, SCADA Sisteminin Bina Güvenliğine Uygulanması

İnternet

http://www.science.upm.ro/~traian/web_curs/Scada/docum/SCADA_archit.pdf
 f (10.04.2013)

KALAÇ Murat ve HACIOĞLU Rıfat, 2006, Telli-Telsiz Haberleşme Sistemlerinin Türkiye Açısından İncelenmesi, <http://www.ursi.org.tr/2006-Kongre/pdf/178.pdf> (30.11.2012)

KARAFİL Akif, 2010, Çay Fabrikalarının Modernizasyonu, KTÜ Yüksek Lisans Tezi

KRUTZ R.L., 2006, Securing SCADA Systems, http://www.fer.unizg.hr/_download/repository/Securing_SCADA_Systems,_Krutz,_Wiley_2006-.pdf (03.12.2012)

KUMAR Rajeev, 2010, Recent Advances in SCADA alarm System, Department of Instrumentation and Control Engineering

KURTULAN Salman, 2003, PLC İle Endüstriyel Otomasyon

MİRZAOĞLU İteriş, 2008, PLC ve SCADA Kullanarak İrmik Üretim Sisteminin Otomasyonu, Gazi Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi

MİRZAOĞLU A. G, 2011 Bulut Bilişimin Teknik, Uygulama Ve Düzenleme Boyutuyla Değerlendirilmesi, Dünya Örnekleri Ve Ülkemize İlişkin Öneriler, BTK Uzmanlık Tezi

NATIONAL Communication System, 2004, http://www.ncs.gov/library/tech_bulletins/2004/tib_04-1.pdf (23.11.2012)

ÖZCAN Muciz ve KAHRAMANLI Şirzat, 2002, PLC' ler Ve Uygulamaları

ÖZKAN Sadettin, 2006, Enerji Sektöründe SCADA Uygulamaları ve SCADA Otomasyonu Örneklemesi

SANDIA National Laboratories, 2002, Sandia SCADA Program High-Security SCADA LDRD Final Report, <http://energy.sandia.gov/wp/wp-content/gallery/uploads/020729.pdf> (16.12.2012)

SEVLİ Onur, 2011, Bulut Bilişim Ve Eğitim Alanında Örnek Bir Uygulama, SDÜ Yüksek Lisans Tezi

SUCUBASI Ali, 2007, Mobil Kablosuz Teknoloji Kullanarak Web Tabanlı SCADA Sistem Uygulaması

ŞAHİN Volkan, 2011, Sıvı Yakıtlara Dayalı Enerji Tüketen Sistemlerin Enerji Verimliliğini Yöneten, Donanımsal Ve Yazılımsal Yeni Bir Yöntemin Araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Doktora Tezi

TEN Chee-Wooi vd., 2008, Vulnerability Assessment of Cybersecurity for SCADA Systems, <http://vulcan.ee.iastate.edu/~gmani/personal/papers/journals/IEEE-PS-08.pdf> (05.01.2013)

TÜBİTAK Bilten, 2001, Elektromanyetik Dalgalar ve İnsan Sağlığı Sıkça Sorulan Sorular ve Yanıtları

YİĞİT Kadir, 2006, Ekim Makinelerinde Elektronik Tabanlı Tohumlar Arası Uzaklık Ölçme Sistemi, Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi

ZHU Bonnie vd., 2011, A Taxonomy of Cyber Attacks on SCADA Systems, http://bnrg.cs.berkeley.edu/~adj/publications/paper-files/ZhuJosephSastry_SCADA_Attack_Taxonomy_FinalV.pdf (08.02.2013)

EKLER

EK-1: YAZIŞMA YAPILAN AVRUPA ÜLKELERİ

EK-2: YAZIŞMA METNİ

EK-3: AVRUPA ÜLKELERİNDEN GELEN CEVAP METİNLERİ

EK-1

İTALYA-1:

Ekonomik Kalkınma Bakanlığı İletişim Departmanı
Ministry of Economic Development Communications Department
Fax +39 06 47887770

GÖNDERİM RAPORU

7 AĞU. 2013 13:32

LOGO NO : TÜRİ TELEKOM TİHET
TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO	DİĞER FAH.S	BASL. ZAMANI	KL. ZAMANI	MOD	SAYFA	SÖNÜS TARHI
01	00390647887770	7 AĞU. 13:31	00:39	GÖNDERİM 01	01	

İTALYA-2:

İletişim Kurumu
Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCOM)
Fax +39 06 69644933

GÖNDERİM RAPORU

7 AĞU. 2013 13:35

LOGO NO : TÜRİ TELEKOM TİHET
TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO	DİĞER FAH.S	BASL. ZAMANI	KL. ZAMANI	MOD	SAYFA	SÖNÜS TARHI
01	00390669644933	7 AĞU. 13:34	00:36	GÖNDERİM 01	01	

BELÇİKA:

Belçika Posta Hizmetleri ve Telekomünikasyon Enstitüsü
Institut belge des services postaux et des télécommunications (IBPT)
Fax +32 2 2268877

GÖNDERİM RAPORU

7 AĞU. 2013 13:12

LOGO NO : TÜRİ TELEKOM TİHET
TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO	DİĞER FAH.S	BASL. ZAMANI	KL. ZAMANI	MOD	SAYFA	SÖNÜS TARHI
01	02226877	7 AĞU. 13:11	00:44	GÖNDERİM 01	01	

POLONYA:

Elektronik Haberleşme Ofisi
Office of Electronic Communications
Fax +48 22 5349253

GÖNDERİM RAPORU

7 AĞU. 2013 13:08

LOGO NO : TUR TELEKOM TTNET
TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAH.S	BASL. ZAMANI	TUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÜRE
01	+48225349253	7 AĞU. 13:07	00:41	GÖNDERİM	01	TANIM

PORTEKİZ-1:

Portekiz Telekom
Portugal Telecom, SGPS, S.A.
Fax +351 21 5007847

GÖNDERİM RAPORU

7 AĞU. 2013 13:20

LOGO NO : TUR TELEKOM TTNET
TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAH.S	BASL. ZAMANI	TUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÜRE
01	215007847	7 AĞU. 13:20	00:41	GÖNDERİM	01	TANIM

PORTEKİZ-2:

Ulusal İletişim Kurumu
Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM)
Fax +351 21 7211001

GÖNDERİM RAPORU

7 AĞU. 2013 13:22

LOGO NO : TUR TELEKOM TTNET
TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAH.S	BASL. ZAMANI	TUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÜRE
01	+351 217211001	7 AĞU. 13:21	00:38	GÖNDERİM	01	TANIM

DANİMARKA:

Danimarka İş Kurumu

Danish Business Authority

Fax +45 35 466001

GÖNDERİM RAPORU

7 AGU. 2013 12:47

LOGOALC : TUP TELEFON TTNET
TEL NUMARALIC : 0362 3311478

NO.	DİĞER FAH.S.	BASL. ZAMANI	FUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÖMÜC.
01	+4535466001	7 AGU. 12:46	00:41	GÖNDERİM	01	TANIRI

İSVİÇRE:

Federal İletişim Ofisi

Office fédéral de la communication (OFCOM)

Fax +41 32 3275466

GÖNDERİM RAPORU

7 AGU. 2013 12:49

LOGOALC : TUP TELEFON TTNET
TEL NUMARALIC : 0362 3311478

NO.	DİĞER FAH.S.	BASL. ZAMANI	FUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÖMÜC.
01	0323275466	7 AGU. 12:48	00:43	GÖNDERİM	01	TANIRI

NORVEÇ:

Norveç Posta ve Telekomünikasyon Kurumu

Norwegian Post and Telecommunications Authority (NPT)

Fax +47 22 824640

GÖNDERİM RAPORU

7 AGU. 2013 12:57

LOGOALC : TUP TELEFON TTNET
TEL NUMARALIC : 0362 3311478

NO.	DİĞER FAH.S.	BASL. ZAMANI	FUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÖMÜC.
01	004722824640	7 AGU. 12:56	00:39	GÖNDERİM	01	TANIRI

ROMANYA:

Romanya Ulusal Haberleşme İdare Ve Düzenleme Kurumu

National Authority for Management and Regulation in Communications of Romania
(ANCOM)

Fax +40 372 845402

GÖNDERİM RAPORU

12 AGU. 2013 17:34

LOGO KUC : TURK TELEKOM TTKNET
TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAH'S	BASL. ZAMANI	FUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÖNÜL.
01	ANCOM-CabPres	12 AGU. 17:33	00:41	GÖNDERİM	01	TARAFI

SLOVAKYA:

Slovak Cumhuriyeti Telekomünikasyon Düzenleme Kurumu

Telecommunications Regulatory Authority of the Slovak Republic

Fax +421 2 52932095

GÖNDERİM RAPORU

12 AGU. 2013 17:36

LOGO KUC : TURK TELEKOM TTKNET
TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAH'S	BASL. ZAMANI	FUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÖNÜL.
01	+421 2 52932095	12 AGU. 17:35	00:37	GÖNDERİM	01	TARAFI

SLOVENYA:

Posta ve Elektronik Haberleşme Kurumu

Post and Electronic Communications Agency (APEK)

Fax +386 1 5111101

GÖNDERİM RAPORU

12 AGU. 2013 17:37

LOGO KUC : TURK TELEKOM TTKNET
TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAH'S	BASL. ZAMANI	FUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÖNÜL.
01	+386 0 1 511 11 01	12 AGU. 17:36	00:37	GÖNDERİM	01	TARAFI

ESTONYA:

Ekonomik İşler ve İletişim Bakanlığı İletişim Departmanı
 Ministry of Economic Affairs and Communications
 Communications Department
 Fax +372 6313660

GÖNDERİM RAPORU

12 AĞU. 2013 17:15

LOGO NO : TÜR: TELEFON TİPİ
 TEL. NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DIĞER FAİS	BAŞL. ZAMANI	SUL. ZAMANI	HDD.	SAYFA	SÖZLÜK
01	003726313660	12 AĞU. 17:15	00:36	GÖNDERİM 01		TARAF

YUNANİSTAN:

Yunan Telekomünikasyon & Posta Komisyonu
 Hellenic Telecommunications & Post Commission (EETT)
 Fax +30 210 6151113

GÖNDERİM RAPORU

12 AĞU. 2013 17:23

LOGO NO : TÜR: TELEFON TİPİ
 TEL. NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DIĞER FAİS	BAŞL. ZAMANI	SUL. ZAMANI	HDD.	SAYFA	SÖZLÜK
01	2106151113	12 AĞU. 17:23	00:36	GÖNDERİM 01		TARAF

İSVEÇ:

Kurumsal, Enerji ve İletişim Bakanlığı
 Ministry of Enterprise, Energy and Communications
 Fax +46 8 4113616

GÖNDERİM RAPORU

12 AĞU. 2013 17:24

LOGO NO : TÜR: TELEFON TİPİ
 TEL. NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DIĞER FAİS	BAŞL. ZAMANI	SUL. ZAMANI	HDD.	SAYFA	SÖZLÜK
01	004684113616	12 AĞU. 17:23	00:44	GÖNDERİM 01		TARAF

MACARİSTAN:

Ulusal Medya ve Bilgi İletişim Kurumu Uluslararası İlişkiler Müdürlüğü

National Media and Info Communications Authority Directorate of International
Relations

Fax +36 1 3565520

GÖNDERİM RAPORU

12 AĞU. 2013 17:26

LOGONUC : TURK TELEKOM TTNET
TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAKS	BASL. ZAMANI	BIT. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SONUC
01	+36 1 3565 520	12 AĞU. 17:25	00:44	GÖNDERİM 01		TAMAM

LÜKSEMBURG:

Dışişleri bakanlığı Medya ve İletişim Bölümü

Ministère d'Etat Service des Médias et des Communications

Fax +352 475662

GÖNDERİM RAPORU

12 AĞU. 2013 17:30

LOGONUC : TURK TELEKOM TTNET
TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAKS	BASL. ZAMANI	BIT. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SONUC
01	+352 475662	12 AĞU. 17:29	00:43	GÖNDERİM 01		TAMAM

MALTA:

Malta İletişim Kurumu

Malta Communications Authority

Fax +356 21 336846

GÖNDERİM RAPORU

12 AĞU. 2013 17:32

LOGONUC : TURK TELEKOM TTNET
TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAKS	BASL. ZAMANI	BIT. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SONUC
01	+35621336846	12 AĞU. 17:31	00:45	GÖNDERİM 01		TAMAM

AVUSTURYA:

Ulaştırma, Yenilik ve Teknoloji Federal Bakanlığı
 Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
 Fax +43 1 71162654109

GÖNDERİM RAPORU

12 AĞU. 2013 17:05

LOGO KODU : TURK TELEKOM TİNET
 TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAH.S	BASL. ZAMANI	KUL. ZAMANI	MOD	SAYFA	SÖNÜK
01	+43 1 71162 654109	12 AĞU. 17:05	00:45	GÖNDERİM 01		TAMAM

G. KIBRIS:

Ulaştırma ve Bayındırlık Bakanlığı
 Ministry of Communications and Works
 Fax +357 22321925

GÖNDERİM RAPORU

12 AĞU. 2013 17:09

LOGO KODU : TURK TELEKOM TİNET
 TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAH.S	BASL. ZAMANI	KUL. ZAMANI	MOD	SAYFA	SÖNÜK
01	0035722321925	12 AĞU. 17:09	00:48	GÖNDERİM 01		TAMAM

ÇEK CUMHURİYETİ:

Sanayi ve Ticaret Bakanlığı
 Ministry of Industry and Trade
 Fax +420 224 811089

GÖNDERİM RAPORU

12 AĞU. 2013 17:11

LOGO KODU : TURK TELEKOM TİNET
 TEL NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAH.S	BASL. ZAMANI	KUL. ZAMANI	MOD	SAYFA	SÖNÜK
01	+420 224811089	12 AĞU. 17:10	00:41	GÖNDERİM 01		TAMAM

HOLLANDA:

Ekonomi Bakanlığı Enerji, Telekomünikasyon ve Rekabet Genel Müdürlüğü
 Ministry of Economic Affairs Directorate General for Energy, Telecommunications
 and Competition
 Fax +31 70 3798262

GÖNDERİM RAPORU

13 AĞU. 2013 12:02

LOGO NO : TÜRK TELEKOM TİNET
 TEL. NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAH.S.	BASL. ZAMANI	KUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÖNÜC.
01	0031703798262	13 AĞU. 12:01	00:38	GÖNDERİM	01	TAMAM

LİTVANYA:

Ulaştırma ve İletişim Bakanlığı
 Ministry of Transport and Communications
 Fax +370 5 2124335

GÖNDERİM RAPORU

12 AĞU. 2013 17:28

LOGO NO : TÜRK TELEKOM TİNET
 TEL. NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAH.S.	BASL. ZAMANI	KUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÖNÜC.
01	2124335	12 AĞU. 17:27	00:55	GÖNDERİM	01	TAMAM

LETONYA:

Elektronik İletişim Ofisi
 Electronic Communications Office
 Fax +371 67821275

GÖNDERİM RAPORU

13 AĞU. 2013 12:04

LOGO NO : TÜRK TELEKOM TİNET
 TEL. NUMARASI : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAH.S.	BASL. ZAMANI	KUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÖNÜC.
01	67821275	13 AĞU. 12:03	00:42	GÖNDERİM	01	TAMAM

İSPANYA-1:

Telekomünikasyon ve Bilgi Toplumu Sorumlu Devlet Bakanlığı

Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información
(SETSI)

Fax +34 91 3461556

GÖNDERİM RAPORU

13 AĞU. 2013 11:56

LOGO KUC : TURK TELEKOM TTNET
TEL NUMARALIC : 0362 2311478

NÖ.	DİĞER FAH.S	BASL. ZAMANI	FUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÖNÜC.
01	0034913461556	13 AĞU. 11:56	00:43	GÖNDERİM	01	TAMAM

İSPANYA-2:

Tekomünikasyon Pazar Komisyonu

Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT)

Fax +34 93 6036327

GÖNDERİM RAPORU

13 AĞU. 2013 11:58

LOGO KUC : TURK TELEKOM TTNET
TEL NUMARALIC : 0362 2311478

NÖ.	DİĞER FAH.S	BASL. ZAMANI	FUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÖNÜC.
01	936036327	13 AĞU. 11:57	00:43	GÖNDERİM	01	TAMAM

FİNLANDİYA:

Finlandiya İletişim Düzenleme Kurumu

Finnish Communications Regulatory Authority (FICORA)

Fax +358 295 390270

GÖNDERİM RAPORU

13 AĞU. 2013 12:01

LOGO KUC : TURK TELEKOM TTNET
TEL NUMARALIC : 0362 2311478

NÖ.	DİĞER FAH.S	BASL. ZAMANI	FUL. ZAMANI	MOD.	SAYFA	SÖNÜC.
01	Elisa	13 AĞU. 12:00	00:41	GÖNDERİM	01	TAMAM

ALMANYA-1:

Elektrik, Gaz, Telekomünikasyon, Posta ve Demiryolu Federal Ağ Ajansı
 Federal Network Agency for Electricity, Gas, Telecommunications, Post and Railway
 Fax +49 6131 185600

GÖNDERİM RAPORU

7 AĞU. 2013 13:06

LOGONUC : TUP: TELEFON TTNET
 TEL NUMARANI2 : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAKS	BASL. ZAMANI	SÜRE (D:SS)	NO.	SAYFA	SONUC
01	Poststelle-Namc	7 AĞU. 13:05	00'28	GÖNDERİM 01		TAMAM

ALMANYA-2:

Ekonomi ve Teknoloji Federal Bakanlığı
 Federal Ministry of Economics and Technology
 Fax +49 22899 6152964

GÖNDERİM RAPORU

7 AĞU. 2013 13:10

LOGONUC : TUP: TELEFON TTNET
 TEL NUMARANI2 : 0362 2311478

NO.	DİĞER FAKS	BASL. ZAMANI	SÜRE (D:SS)	NO.	SAYFA	SONUC
01	+49 228 99615 2964	7 AĞU. 13:09	00'43	GÖNDERİM 01		TAMAM

Dear Madam/Sir,

I am working as an expert at the Information and Communication Technologies Authority, responsible for regulation and supervising the telecommunication sector in Turkey.

Could you please answer my questions as the following, because of my working about the related regulations and implementations for the SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) system. And also if possible, you could send to me PDF or word documents in English about SCADA implementations and the related regulations to my e-mail address or fax.

Thank you very much for your kind interest in my request.

Yours faithfully

Hüseyin Avni DEMİRCİ

Fax: + 90 (362) 231 2684

e-mail: hademirci@btk.gov.tr

web: www.btk.gov.tr

- 1) Is it required to obtain any licence for the SCADA systems from the Authority in your country?
- 2) Which frequency bands are used for the SCADA systems in your country?
- 3) Is the Scada communication made by himself the Scada system owner or by the licenced operators?
- 4) Is there any regulation on this subject?
- 5) Is it required to pay the licence fee to the government for the SCADA system?

Sayın Bayan/Bay

Türkiye'de Telekom sektörünün düzenlenmesinden ve denetlenmesinden sorumlu olan Bilgi Teknolojileri Ve İletişim Kurumu'nda uzman olarak çalışıyorum.

SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) sistemine yönelik düzenleme ve uygulamalara ilişkin olarak aşağıdaki sorularımı lütfen cevaplayabildirmisiniz? Ayrıca mümkün ise aşağıdaki e-posta adresime veya faksıma SCADA uygulamaları ve ilgili düzenlemeler konusunda İngilizce word yada PDF dökümanlarını gönderebildirmisiniz?

Yardımlarınız için şimdiden çok teşekkürler.

Saygılarımla.

- 1- SCADA telsiz haberleşmesi için yetkili bir kurumdan izin alınması zorunludur?
- 2- SCADA telsiz haberleşmesi için hangi frekanslar kullanılır?
- 3- SCADA telsiz haberleşmesi hizmeti; sistemin sahibi tarafından mı, yoksa bu konuda yetkilendirilmiş işletmeciler tarafından mı karşılanır.
- 4- Bu konudaki mevzuat nasıldır?
- 5- SCADA sistemi için devlete herhangi bir ücret ödenir mi?

Hüseyin Avni DEMİRCİ
Fax: + 90 (362) 231 2684
e-mail: hademirci@btk.gov.tr
web: www.btk.gov.tr

BELÇİKA

Dear Sir,

In Belgium, SCADA systems are not regulated. Only the use of the frequency band is regulated.

Here under the answer to your questions:

1. No, we issue licences for the use of frequencies for data transmission purpose but not specifically for SCADA applications.
2. N/A
3. The user of a data transmission must ask BIPT a licence if he wants to use a private frequency but everybody can use an operator network for such a purpose.
4. No
5. No

Best regards

Philippe Appeldoorn

Senior Ir Advisor

Head of Department Radio Licensing and Examinations (Private, Public, Maritime and Aeronautical radiocommunications Licensing / Radiomaritime and Radioamateur Examinations).

Tlf: +32 2 226 88 51

e-mail : philippe.appeldoorn@bipt.be

BIPT

Ellipse Building – Building C

Bd du Roi Albert II, 35

1030 Brussels

AVUSTURYA

Dear Mr Demirci,

According to your FAX received on 12th of August 2013, we would like to answer as following:

- Is it required to obtain any licence for the SCADA systems from the Authority in your country?

A: Generally only in respect of using any kind of radio transmitters unless which certain application (e.g. SCADA) is deployed.

- Which frequency bands are used for the SCADA systems in your country?

A: There are no specific bands defined for SCADA systems in Austria.

- Is the SCADA communication made by himself the SCADA system owner or by the licenced operators?

A: There are no restrictions in terms of "the communication is made by...". A licence is only required in case of radio communication (but e.g. not for optical transmission systems) for the used frequency resources. Typically in Austria the operator of radio equipment are obliged to request for a licence.

- Is there any regulation on this subject?

A: No.

- Is it required to pay the licence fee to the government for the SCADA system?

A: Licence fees have to be paid for using frequency resources for any kind of radio transmissions, unless licence exempt bands or governmental use in same cases.

In addition to the (radio -) licence, any kind of used radio equipment has to be notified in Austria or a member of the EU and has to fulfil the essential requirements of the R&TTE directive.

With kind regards,

Josef Hotter
 Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology
 Directorate General III - Industry Sector Post and Telecommunications
 Departement PT3 - Technical Affairs
 Ghegastrasse 1
 A-1030 Vienna
 Tel.: +43 1 71162 654211
 Fax.: +43 1 71162 654209
 email.: josef.hotter@bmvit.gv.at
 web.: www.bmvit.gv.at

DANIMARKA

Dear Mr. Demirci,

I have received your request for information on SCADA systems in Denmark. I understand that your questions relates to regulations for SCADA systems in the telecommunications sector. In this context the answer is, that no licence from the Danish Business Authority is required and there is no regulation on this subject.

Hence the answers to both your questions No 1, 4 and 5 will be 'no', and there is no information to be provided for your questions No 2 and 3

Kind regards,

Søren Esper Wahlgren
Engineer, BScEE

DANISH BUSINESS AUTHORITY

Dahlerups Pakhus
Langelinie Allé 17
DK-2100 Copenhagen
Tel: +45 3529 1000
www.erst.dk

Direct/mobile: +45 3529 1266

E-mail: soeswa@erst.dk

ISVEÇ

Dear Mr. Demirci,

Thank you very much for your correspondence.

Your questions regarding SCADA-systems that arrived at the government office on 12th of august have been forwarded to me and I shall make my best effort to reply as completely as possible.

1. Q: Is it required to obtain license for the SCADA-systems from the Authority in your country?

A: In Sweden it is not required to obtain any license for SCADA-systems as such. There is also no authority that control, supervise or license SCADA-systems as such.

2. Q: Which frequency bands are used for the SCADA systems in your country?

A: As to my knowledge SCADA-systems use the same frequency's as the technique for communication that each specific SCADA-system make use of. For instance if a SCADA system uses WIFI-technology the communication uses the same frequencies and if the SCADA-system uses mobile communication it is the mobile frequencies. There is no specific frequency band assigned to SCADA-systems as such. You can view the Swedish frequency plan if you follow this link: <http://e-tjanster.pts.se/radio/frekvensplanen/Service.aspx>. So, to summarize, the frequency band used for SCADA-systems depends on the technology and use of the system, it can be any or all frequency bands.

3. Q: Is the SCADA communication made by himself the system owner or by the licensed operators?

A: I would say that it depends on the technique, use and settings of each SCADA-system.

4. Q: Is there any regulation on this subject?

A: No, not related to SCADA-systems as such.

5. Q: Is it required to pay the license fee to the government for the SCADA system?

A: No.

Unfortunately I cannot send you any .pdf or word-documents relating to SCADA regulations. If you follow this link: <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Informationssakerhet/Stod-fran-MSB/SCADA/> you can find further information regarding SCADA-systems in Sweden. Unfortunately it is in Swedish but perhaps you can find some way to translate the information, however there is a guide to increased security in SCADA-systems in English.

Please feel free to contact me or my colleagues at the Swedish Civil Contingencies Agency (MSB) if you have any further questions relating to SCADA-systems.

Kind regards

Andreas Dahlqvist
 Desk Officer
 Department for Crisis Preparedness
 Ministry of Defence
 Government Offices of Sweden
 SE-103 33 Stockholm
 +46-8-405 26 99
 +46-72-7053979
andreas.dahlqvist@regeringskansliet.se
www.government.se

ÖZGÜNLÜK BİLDİRİMİ

Uzmanlık tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlardan her seferinde değinme yaparak yararlandığımı ve Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Meslek Personeli Sınav, Görev, Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmeliğe uygun olarak hazırladığımı belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

04.09.2013


Hüseyin Avni DEMIRCI

ÖZ GEÇMİŞ

1958 yılında Trabzon Beşikdüzü'nde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Beşikdüzü'nde tamamladı. 1979'da Rize Meslek Yüksek Okulu, 1987 'de Anadolu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünden mezun oldu. 1988 yılında özel bir eğitim kurumunda eğitimci olarak görev yaptıktan sonra 1989 yılında mülga Telsiz Genel Müdürlüğü Samsun Bölge Müdürlüğü'nde Telsiz Monitör Uzmanı olarak göreve başladı. Halen Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Samsun Bölge Müdürlüğü teşkilatında uzman olarak görev yapmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.