

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GSM SS7 SİNYALLERİNİN İP İLETİM ORTAMINDAN
TRANSFERİ VE NetteSS7 SİSTEMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilg.Müh. Çağatay Neftali TÜLÜ

Enstitü Anabilim Dalı: BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM MÜH.

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Erol EMRE

HAZİRAN 2003

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GSM SS7 SİNYALLERİNİN İP İLETİM ORTAMINDAN
TRANSFERİ VE NetteSS7 SİSTEMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilg.Müh. Çağatay Neftali TÜLÜ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DENEYİM MERKEZİ

Enstitü Anabilim Dalı: BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM MÜH.

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Erol EMRE

Bu tez 25/10/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Erol EMRE

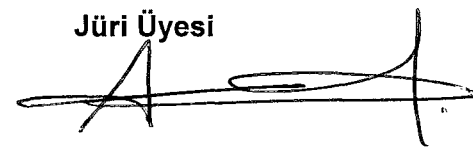
Jüri Başkanı

Doç. Dr. Hüseyin Elçiz

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Aşkın DEMİRKOL

Jüri Üyesi



ÖNSÖZ

GSM ve IT konusunda elde ettiğim deneyimlerimi bu teze aktarma ve bu tez sayesinde mevcut bilgilerime yenilerini ekleme imkanı veren ve bu tezde her türlü yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Erol Emre'ye ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Aşkın Demirkol'a yürekten teşekkür ederim. Ayrıca, telekomünikasyon alanında yaptığım çalışmalarda benden yardımlarını esirgemeyen Aria Telekomünikasyon A.Ş. yetkililerine de teşekkürü bir borç bilirim.

Haziran 2003

Çağatay Neftali Tülü

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xii
SUMMARY.....	xiii

BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
------------	---

BÖLÜM 2.

NUMARA 7 SİNYALLEŞMESİ (SIGNALLING SYSTEM NUMBER 7 - SS7).....	3
2.1 Sinyalleşme Sistemlerinin Sınıflandırılması.....	3
2.1.1 CAS sinyalleşmesi	4
2.2 SS7 Sinyalleşmesi	6
2.2.1 SS7 Sisteminin amaçları ve uygulama alanları	7
2.2.2 Sinyalleşme ağının bileşenleri.....	7
2.2.3 SS7'In yapısı.....	9
2.2.4 Message transfer kısmı (MTP).....	11
2.2.5 SS7 mesajlarının yönlendirilmesi.....	11
2.2.6 Sinyalleşme Bağlantısı ve Kontrolü Bölümü (SCCP).....	12
2.3 GSM'de SS7	13
2.3.1 GSM sistemini oluşturan bileşenler arasındaki sinyalleşme.....	14

2.3.1.1	Baz İstasyonu ve abone arasındaki sinyalleşme (Air Interface).....	14
2.3.1.2	BTS ve BSC arasındaki sinyalleşme (Abis Interface).....	14
2.3.1.3	BSC ve MSC arasındaki sinyalleşme (A Interface).....	14
2.3.1.4	GSM NSS Öğeleri Arasındaki Sinyalleşme (B Interface).....	15
2.3.2	ISUP'ın işlevi.....	15
2.3.3	MAP'ın işlevi.....	16
2.3.3.1	MAP mesajının çeşitleri.....	17
2.3.3.2	MAP mesajının yapısı.....	18
2.3.3.3	GSM şebekeleri arasındaki dolaşımda en çok kullanılan map mesajları.....	18

BÖLÜM 3.

GSM'İN MOBİL HABERLEŞMEDEKİ YERİ	20
3.1 GSM'in Bileşenleri	20
3.2 Operasyon ve Destek Sistemi (OSS).....	21
3.3 Anahtarlama Sistemi (SS).....	21
3.4 Baz İstasyonu Sistemi (BSS).....	23

BÖLÜM 4.

IP PROTOKOLÜ.....	24
4.1 İnternet (TCP/IP) Protokol Grubu.....	24
4.1.1 TCP/IP protokol grubu tarihçesi.....	24
4.1.2 Niçin TCP/IP protokolleri?.....	25
4.2 OSI Modeli.....	28
4.2.1 OSI modelinin gözden geçirilmesi.....	28
4.2.2 İşlevsel katagoriler.....	30
4.2.3 Katmanlar arası iletişim.....	30
4.3 IP Paketine Çevirme İşlemi.....	31

4.4	IP ve OSI Modeli.....	33	
4.5	IP Paket Formatı.....	34	
BÖLÜM 5.			
NetteSS7 SİSTEMİ.....			38
5.1	Sistemin Bileşenleri.....	39	
5.1.1	GSM GMSC'nin Fonksiyonları.....	39	
5.1.2	SS7 Arayüz kartı.....	41	
5.1.3	NetteSS7 sunucusu.....	43	
5.2	Sistemde Çalışan Uygulama Programı.....	44	
5.2.1	Uygulama programının algoritması.....	47	
5.3	Sistemde Güvenlik Çözümleri.....	51	
5.4	Sistemin Beklenen Performansı.....	52	
5.5	Sistemin Avantaj ve Dezavantajları.....	53	
5.6	Sistemin Simülasyon Ortamında Gerçeklenebilirliğinin İncelenmesi.....	55	
BÖLÜM 6.			
NetteSS7'A ALTERNATİF SİSTEMLER.....			56
6.1	IP Üzerinden Ses İletimi (VoIP).....	56	
6.2	Sinyalleşme Transferi (SigTran).....	57	
6.3	IP Üzerinden Oturum Başlatma Protokolü (SIP).....	59	
6.4	IP Üzerinden Telefon Yönlendirmesi (TRIP).....	61	
SONUÇLAR.....			64
TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....			65
KAYNAKLAR.....			67
ÖZGEÇMİŞ.....			68

KISALTMALAR LİSTESİ

ACK	Acknowledgement
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
ASSS	Analog Subscriber Signaling System
AUC	Authentication Center
BIB	Backward Indication Bit
BSC	Base Station Controller
BSN	Backward Indication Bit
BSS	Base Station System
BSS	Base Station System
BTS	Base Transceiver System
CAS	Channel Associated System
CCSS	Common Channel Signalling System
CIC	Circuit Identity Code
DARPA	Defence Advanced Research Projects Agency
DPC	Destination Point Code
DSSS	Digital Subscriber Signalling System
DTAP	Direct Transfer Application Part
DTI	Data Transmission Interface
DTMF	Dual Tone Multi Frequency
EIR	Equipment Identity Register
F	Flag
FDDI	Fiber Distributed Data Interface
FIB	Forward Indication Bit
FSN	Forward Sequence Number
GMSC	Gateway MSC
GPRS	Global Packet Radio Service

GRX	GPRS Roaming Exchange
GSM	Global System for Mobile Communication
GW	Gateway
HLR	Home Location Register
IAB	Internet Activities Board
IAM	Initial Address Message
ICMP	Internet Control Message Protocol
IHL	IP Header Length
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Service Digital Network
ISUP	ISDN User Part
IT	Information Technology
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network
LAPD	Link Access Protocol Data
LI	Length Indicator
MAP	Mobile Application Part
MG	Media Gateway
MGC	Media Gateway Controller
MSC	Mobile Service Switching Center
MSRN	Mobile Subscriber roaming Number
MTP	Message Transfer Point
NNI	Network to Network Interface
NSS	Network Switching Subsystem
OPC	Origination Point Code
OSI	Open System Interconnection
OSI	Open System Interconnection
OSS	Operation and Support System
PCM	Pulse Code modulation
PLMN	Public Land Mobile Network
PSTN	Public Switched Telephony Network

RCF	Request For Commands
REL	Release
RELC	Release Complete
SCCP	Signalling Connection Control Point
SEP	Signalling End Point
SG	Signalling Gateway
SIF	Service Indication Field
SigTran	Signalling Transport
SIO	Service Indication Octet
SIP	Session Initiation Protocol
SL	Signalling Link
SLS	Signalling Link Selection
SMS	Short Message Service
SMSC	SMS Center
SP	Signalling Point
SPC	Signalling Point Code
SS	Switching System
SS7	Signalling System Number 7
STP	Signalling Transfer Point
TCP	Transmission Control Protocol
TCP/IP	Transmission Control Protocol/ Internet Protocol
TRIP	Telephony Routing Over IP
TTL	Time To Live
UDP	User Datagram Protocol
UNI	User to Network Interface
VLR	Visited Location Register
VoIP	Voice Over IP

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 32 kanallı PCM yapısı.....	5
Şekil 2.2 Santraller arasında SS7	8
Şekil 2.3 SS7 Şebekesinin yapısı	9
Şekil 2.4 Bir SS7 paketinin yapısı.....	10
Şekil 2.5 MTP seviyesinde yönlendirme örneği	12
Şekil 2.6 SS7’da BASSAP	14
Şekil 2.7 MAP ve ISUP’ın SCCP’deki yeri.....	15
Şekil 2.7 ISUP mesajının yapısı	16
Şekil 3.1 GSM sisteminin bileşenleri.....	21
Şekil 4.1 TCP/IP protokolünün alt katmanları.....	27
Şekil 4.2 OSI’nin katmanları.....	29
Şekil 4.3 IP Paketlerinin bir noktadan diğerine iletimi	32
Şekil 4.4 OSI modelinin TCP IP’ye uygulanması.....	34
Şekil 4.5 IP başlığı ve IP verisi	34
Şekil 4.6 IP paket formatı.....	35
Şekil 4.7 Ethernet frameleri	36
Şekil 5.1 Mevcut sistemin genel görünümü.....	38
Şekil 5.2 Tasarlanan sistemin genel görünümü.....	39
Şekil 5.3 GMSC’nin diğer haberleşme sistemleriyle olan bağlantısı.....	40
Şekil 5.4 GMSC ve SS7 arayüzü bağlantısı.....	41
Şekil 5.5 MPAC-1200 Kartının bileşenlerinin birbirleriyle etkileşimi	42
Şekil 5.6 TDAPI kütüphanesi ile MPAC sunucusunun etkileşimi	43
Şekil 5.7 NetteSS7 sisteminin paralel çalışma konfigürasyonu	44
Şekil 5.8 NetteSS7 uygulama programının çalışma yöntemi.....	45
Şekil 5.9 SS7 verisinin IP omurgasına gönderilmesinin akış şeması.....	49
Şekil 5.10 IP paketinden SS7 alınıp GMSC’ye yollanmasının akış şeması.....	50
Şekil 5.11 İki GPRS şebekesi arasında IP bağlantısının görünümü.....	51

Şekil 5.12 NetteSS7 sisteminin IP arabağlantısına entegrasyonu	52
Şekil 6.1 SigTran sisteminin genel görünümü	58
Şekil 6.2 SIP şebekesinin genel görünümü	60
Şekil 6.3 TRIP Lite mimarisinin görünümü.....	63



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1 Santralde SS7 yönlendirme tablosu	12
Tablo 5.1 DPCIP tablosunun yapısı	46
Tablo 5.2 DPCIP tablosunda veri örneği	46
Tablo 5.3 IP ve SS7 sistemlerinin hızlarının karşılaştırılması	53



ÖZET

Anahtar kelimeler: SS7, GSM, IP, NetteSS7

Telekomünikasyon, son yıllarda büyük gelişme kaydetmiştir. Bu gelişmede en büyük pay, telekomünikasyon sistemlerinin dijital hale gelmesidir. Bunun sonucu olarak da telekomünikasyon sistemleri kolay kontrol edilebilir, kolay yönetilebilir ve çok daha kolay geliştirilebilir hale gelmiştir. Mobil haberleşme sistemleri de bu gelişmenin birer sonucudur. GSM mobil haberleşme sistemi günümüzün en popüler mobil haberleşme standardıdır ve dünyada en çok kullanılan mobil haberleşme sistemidir.

Bu çalışmada, GSM'in en temel sinyalleşme metodu olan SS7 işaretlerinin GSM standardında belirtilen 64 Kb/s'lik klasik iletim ortamı yerine IP iletim ortamından taşınması için gerekli sistemin tasarımı yapılmıştır. Bu sistemin hayata geçmesi sayesinde, sinyaller IP iletim ortamından daha hızlı ve düşük maliyetli olarak iletilmesi sağlanacaktır. Ayrıca, IP iletim ortamının çok yaygın ve kolay entegre edilebilen bir ortam olması oluşturulan sistemin kullanım alanlarının daha da genişlemesine olanak sağlayacaktır. NetteSS7 sistemi de bu çalışmanın bir uygulaması olarak IP üzerinden SS7 mantığını hayata geçirebilmek için tasarlanmıştır.

TRANSFER OF GSM SS7 SIGNALS OVER IP TRANSMISSION MEDIA AND NetteSS7 SYSTEM

SUMMARY

Keywords: SS7, GSM, IP, NetteSS7

Telecommunication has developed very quickly especially after 1980. Digital technology has the key role in this development. After digital technology, telecommunication systems have been more operational, routable and developable. Mobile communication systems are the results of all these developments. GSM mobile communication system is the most popular communication standard and used all over the world.

In this thesis, SS7 signals which is the basic signaling standard of GSM has been studied to transfer over IP transmission media instead of classical 64 Kb/s SS7 transmission network. With the implementation of this system, SS7 signals will be transmitted faster and cheaper over IP network than SS7 network. Additionally IP transmission media is well known and easy applicable. This will provide the system to be used for different applications also. NetteSS7 system has been designed as an application of this study to realize SS7 over IP logic.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde mobil haberleşme giderek günlük hayatımızda etkisini hissettirirken, mobil şebeke işletmecileri de mevcut giderleri azaltmanın yollarını aramaktadırlar. Günümüzün en popüler mobil haberleşme sistemi olan GSM'de de ara bağlantı harcamaları şebeke işletmecileri için büyük bir mali yük olmaktadır. Bu masrafları azaltmanın yollarından biri de klasik veri iletişim sistemleri yerine alternatiflerini tercih etmekten geçmektedir. Alternatifleri mevcut sistemlere adapte edebilmek için mevcut sistemle alternatif sistem arasında iki yönlü çalışan bir sistem geliştirip, mevcut sistemden gelen datayı alternatif sisteme, alternatif sistemden gelen datayı da mevcut sisteme aktaracak bir sistem geliştirmektir. Geliştirilen sistemin çalışma esnekliğinin yanında hızlı, devamlı, kolay yönetilebilen ve taşınabilir bir sistem olması gerekmektedir. NetteSS7 sistemi de, bu özellikler göz önüne alınarak iki şebeke arasında sağlanacak bir IP ara bağlantısı sayesinde, GSM SS7 sinyallerinin daha hızlı ve daha güvenli aynı zamanda daha az maliyetli bir şekilde iletilmesini amaçlamaktadır.

Dünyadaki GSM operatörleri arasındaki ara bağlantı masrafını arttıran en büyük etken operatör abonelerinin, başka ülkelerde başka şebekeleri kullanarak dolaşım yapması aynı zamanda bir operatör abonesinin diğer operatör abonesine sms göndermesidir. Hem uluslararası dolaşımın sağlanması hem de iki şebeke operatörlerinin birbirlerine kısa mesaj yollayabilmeleri için iki operatör arasında bir SS7 ara bağlantısı olması şarttır. Bu ara bağlantı dünya üzerindeki belli SS7 sağlayıcılar tarafından yapılmaktadır. Bu SS7 ara bağlantı sağlayıcıları, kendilerine bağlı bir operatörden gelen mesajları dünyadaki diğer operatörlere ulaştırırken, dünyadan kendilerine gelen SS7 mesajlarının da kendilerine bağlı GSM operatörüne ulaştırmaktadırlar. Bu yöntemle GSM operatörü, kendi SS7 sağlayıcısına, her aldığı ve gönderdiği SS7 paketi başına belli bir ücret ödemektedir.

NetteSS7 sistemi ile iki operatör kendi özel IP ara bağlantısı ile veya interneti kullanarak haberleşeceklerdir. Bu sayede herhangi IP ara bağlantı sağlayıcıya ödenen ücret SS7 ara bağlantısı sağlayıcıya çok daha azalacaktır. Bunda en büyük etken IP iletim sisteminin kullanımının kolay, ucuz ve çok yaygın olmasıdır. Böyle bir sistem üzerinde ilk çalışmayı Nortel Networks firması başlatmıştır. Hala bir çok GSM ve IP tabanlı teçhizat sağlayıcıları (Cisco, Nokia, Ericson, Agilent gibi..) bu tür sistemler üzerinde çalışmakta ve böyle bir sistemin geleceğin mobil haberleşmesine yön vereceğine inanılmaktadır. Bu sistem üzerine çeşitli akademik çalışmalar da yapılmıştır ve hala yapılmaktadır. Bunların en başında sesin IP iletim ortamından iletilmesini sağlayan IP Üzerinden Ses İletimi (Voice Over IP) sistemleri gelmektedir. Bu sistemlerin tasarlanmasında da en büyük amaç ses haberleşmesi sağlayıcılara ödenen büyük miktardaki harcamaların azaltılmasıdır.

Çalışmada öncelikle GSM sisteminin temel sinyalleşme metodu olan SS7 sinyalleşmesi ikinci bölümde anlatılmıştır. Üçüncü bölümde ise GSM sisteminin genel olarak yapısı ve işleyişi hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde ise NetteSS7 sisteminin diğer önemli parçası olan IP protokolünün yapısı ve işleyişinden bahsedilmiştir. Beşinci bölümde ise tasarlanan NetteSS7 sistemi, bileşenleri, konfigürasyonu tek tek anlatılmıştır. Ayrıca NetteSS7 sunucusu üzerinde çalıştırılması tasarlanan programın akış diyagramı verilmiştir. Sunucu üzerinde çalışması tasarlanan SS7 ara yüz kartının yapısı ve çalışma biçiminden yine bu bölümde bahsedilmiştir. Bunlarla birlikte sistemin beklenen performansı, avantaj ve dezavantajlarına da bu bölümde değinilmiştir. Son bölümde ise, NetteSS7 sistemine benzer mantıkla çalışan sistemler ve oluşturulan protokollere değinilmiştir.

Sonuçlar bölümünde, sistem sayesinde telekomünikasyon alanında meydana gelebilecek yeniliklerden bahsedilmiş, sistemin gerçekleştirildiğinde ortaya olası sorunlardan bahsedilmiştir. Ayrıca sistemin eksik kalan yönleri ve tamamlanması gereken yönlerinden bahsedilmiştir. Tartışma ve öneriler bölümünde, sistemin açık kalan yönleri ve bu tür sistemler üzerinde akademik çalışma yapanlara çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

BÖLÜM 2. NUMARA 7 SİNYALLEŞMESİ (SIGNALLING SYSTEM NUMBER 7 – SS7)

Sinyalleşme, telekomünikasyonda çok önemli bir rol oynamaktadır. Bunun temel nedeni, şebeke santralleri arasında bilgi alışverişinin sinyalleşme ile gerçekleşmesidir. Sinyalleşme fonksiyonlarının yerine getirilmesinde, iletim sistemlerindeki ve anahtarlama sistemlerindeki (switching systems) meydana gelen büyük gelişmenin katkısı çok fazladır. Başlangıçta iletim ve anahtarlama sistemleri analogdu, bir süre sonra iletim ve anahtarlama dijital oldu, şuan ise iletim ortamları hem dijital hem analogdur. Anahtarlama sistemleri ise günümüzde tamamen dijitaldir. SS7 [1], gelişmiş dijital sinyalleşme ve kontrol sistemidir. ITU-T bu sistemi 1980'lerde standartlaştırmıştır. Bu dönemdeki birçok güncelleme ve değişiklikten sonra mart 1993'te tam olarak sonuçlandırılmıştır. Günümüzde, SS7 çok önemli bir sinyalleşme sistemi olarak güncelliğini korumaktadır.

2.1 Sinyalleşme Sistemlerinin Sınıflandırılması

Bir telekomünikasyon şebekesinde, iki temel fonksiyon bulunmaktadır.

- Bilgi, uygun maliyetle bir kaynaktan hedefe bir fiziksel hat üzerinden gönderilmesidir. Bu fonksiyon iletim fonksiyonudur.
- Bir telefon santralinde, bir giriş doğru bir yolla çıkışa bağlanmalıdır. Bu fonksiyon ise anahtarlama fonksiyonudur.

Anahtarlama fonksiyonunun yerine getirilmesi için, iletişim arayan abone ve onun bağlı olduğu anahtarlama ünitesine ihtiyaç duyar. Buna aboneden şebekeye ara yüz denmektedir (User to Network Interface). İletişim için aynı zamanda, iki anahtarlama sisteminin de bir biri ile haberleşmesini gerektirir. Çağrı bu sayede aranan aboneye

ulaştırılabilir. Haberleşmenin bu kısmına ise şebekeden şebekeye ara yüz denmektedir (Network – to – Network Interface). Bu sebepten dolayı, sinyalleşme sistemi iki bölüme ayrılabilir.

➤ UNI Sinyalleşme Sistemi:

- Analog Subscriber Signalling System (ASSS).
- Digital Subscriber Signalling System #1 (DSSS1)
Genelde, ISDN Sinyalleşmesi veya D-Channel sinyalleşmesi olarak bilinir.
- Digital Subscriber Signalling System #2 (DSSS2)
DSS1 sisteminin ATM anahtarlama uygulanarak daha geniş band üzerinden iletimini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır.

➤ NNI Sinyalleşme Sistemi:

- Channel Associated Signalling System (CAS).
- Common Channel Signalling System #7 (SS7)

2.1.1 CAS sinyalleşmesi

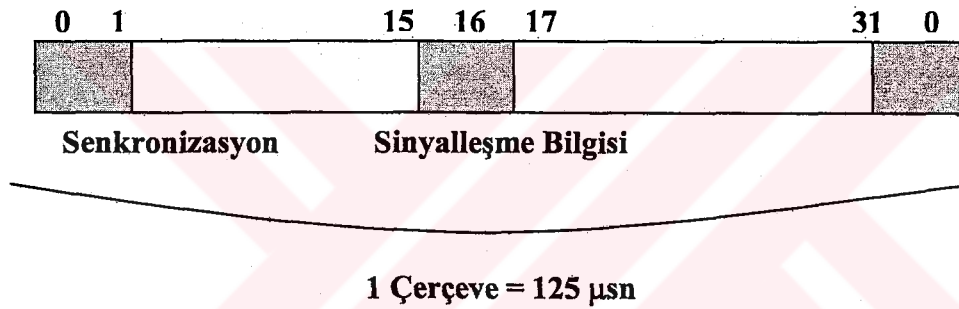
Kısa bir süre öncesine kadar, CAS sinyalleşme sistemi en çok kullanılan sinyalleşme sistemlerinden biriydi. CAS sinyalleşme sisteminde sinyaller, 2 Mbit/sn PCM hattı üzerinden iletilmektedir. Bir darbe kod modülasyon (Pulse Code Modulation - PCM) hattı çerçeveler (frame) dizisini iletir. Her bir çerçeve 32 byte'lık bilgi içerir. Genelde sıfırıncı kanal senkronizasyon amaçlı kullanılmaktadır. Bu kanaldan hiçbir kullanıcı bilgisi iletilmemektedir. Bir PCM hattı üzerinden iletilen frame'in yapısı şekil 2.1'de gösterilmektedir.

$$\text{Bir kanaldaki 1 bitlik veri hızı} = \frac{8 \text{ bits}}{125 \mu\text{sn}} = 64 \text{ Kbit / sn}$$

$$\text{Bir iletim hattındaki veri hızı} = 32 * 64 \text{ Kbit/sn} = 2.048 \text{ Mbit/sn}$$

CAS sisteminin kullanılmasıyla, sinyalleşme on altıncı kanaldan iletilmektedir. Bu sayede;

- Sıfırıncı çerçevenin on altıncı kanalı çoklu çerçeve senkronizasyonunu içerir.
- Bu sayede, birinci çerçeveye ait onaltıncı kanalın ilk dört biti birinci kanala ait bilgiyi içerir. İkinci dört biti ise on yedinci kanala ait bilgiyi içerir.
- İkinci çerçeveye ait onaltıncı kanalın ilk dört biti ikinci kanala ait bilgiyi içerirken ikinci dört biti ise on sekizinci kanala ait bilgiyi içerir.



Şekil 2.1 32 kanallı PCM yapısı

Son olarak on beşinci çerçeveye ait on altıncı kanalın ilk dört biti on beşinci kanala ait bilgiyi içerirken diğer dört biti de otuz birinci kanala ait bilgiyi içerir. On altıncı kanalın dört bitlik bölümünde kanallara ait şu bilgiler taşınmaktadır.

- 1001: Kanal Boş (IDLE)
- 1101: Kanal Dolu (SEIZURE)
- 1101: ACK

2.2 SS7 Sinyalleşmesi

Santrallere bilgisayar kontrolünün eklenmesi ile, sinyalleşme sistemlerinin geliştirilmesi daha da kolaylaştı. SS7 sinyalleşmesi, bu gelişmenin bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Öncelikle, analog ve CAS sinyalleşmesinden ayrı olarak SS7 sinyalleşmesinde kullanıcı verisi ve kontrol verisi ayrı kanallardan taşınmaktadır. Bu özellikleri şu faydaları da beraberinde getirmektedir.

- Çoklu ortamlar için potansiyel bir entegrasyon oluşturmaktadır
- Kullanıcı bölümü için ucuz ve hızlı bir donanım altyapısı oluşturmaktadır.
- Kullanıcı ve kontrol bölümleri için bağımsız bir optimizasyon olanağı sağlamaktadır.
- Hedef santral cevap verene kadar konuşma kanallarının boş tutulması tutulmasına olanak sağlar.

Diğer yandan SS7 mesaj tabanlı bir sinyaldir. Bir SS7 sinyali, bilgisayar tabanlı bir santralden bilgisayar tabanlı diğer bir santrale bir paket halinde gönderilir. Bu sayede, herhangi bir çağrının kontrolü, sinyallerin uygun yazılımlar tarafından bilgi mesajlarına dönüştürülmesiyle daha kolay ve esnek olarak yerine getirilir.

Sonuç olarak, sinyalleşme kanalı iki santral arasında genel bir transfer ortamı sağlar. SS7 iki santral arasındaki bir çok kullanıcı kanalına ait bilgiyi taşır. Bu sebepten SS7 için Genel Kanal Sinyalleşmesi (Common Channel Signalling) olarak bilinir. Bir sinyalleşme kanalı ortalama olarak bin ses kanalına ait kontrol bilgisini taşır.

Diğer yandan, genel kanal sinyalleşmesi çeşitli değerlere de ihtiyaç duyar. Bunlar;

- Sinyalleşme paketlerinin iletim raporları
- Adresleme bilgilerinin bulunması

- Tüm ses kanalları %100 eşit olmadığı için, haberleşmenin çeşidini belirleyen bir anlaşma yapılmalıdır.

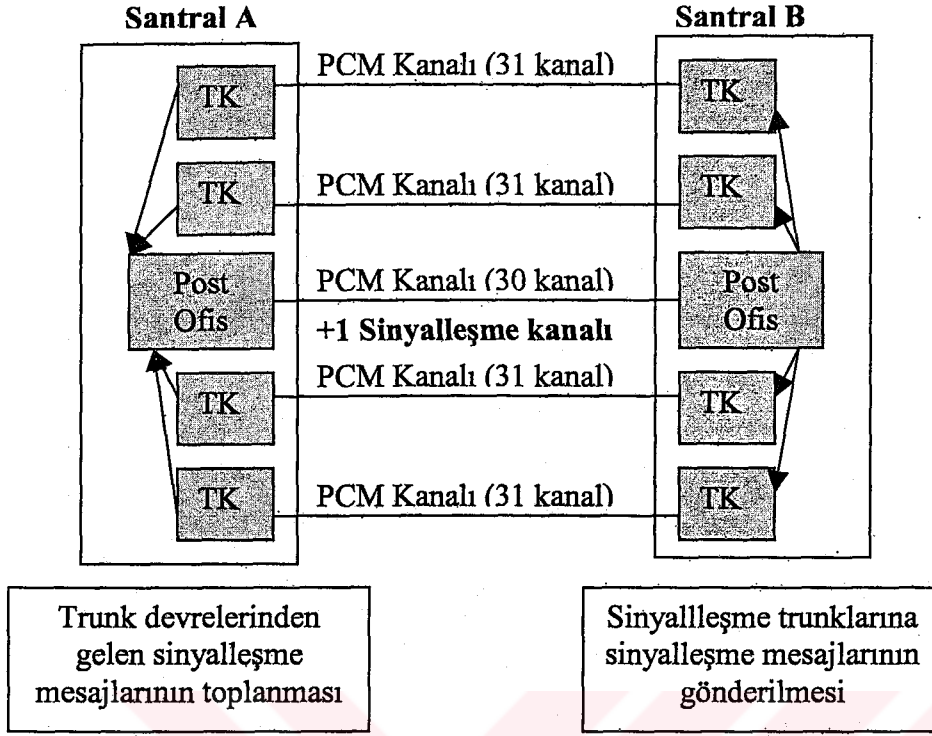
2.2.1 SS7 Sisteminin amaçları ve uygulama alanları

SS7 Sisteminin oluşturulmasının temel amacı, uluslararası standartlarda genel amaçlı kullanılabilir bir kanal sinyalleşme sistemini oluşturmaktır. Bu sebepten;

- SS7, 64 Kbit/sn'lik dijital kanallar üzerinden çalışması için optimize edilmiştir. Aynı zamanda, analog sistemler ve düşük hızda çalışan haberleşme sistemleri ile ortak çalışabilmesi için tasarlanmıştır. Dahası, kara ve uydu haberleşmesine de bir temel teşkil eder.
- SS7, haberleşme şebekelerindeki şimdinin ve geleceğin bilgi transferinin ihtiyaçlarının bir araya getirilmesini sağlar. Bunlar, çağrı kontrolü, uzaktan sinyalleşme kontrol ve bakımındır.
- SS7, mesajların doğru bir sırada, kayıp ve ikilenme olmadan dolayısıyla güvenli olarak iletilmesini sağlar.

2.2.2 Sinyalleşme ağının bileşenleri

SS7 şebekesinde tüm düğümler "Sinyalleşme Noktası" olarak bilinir. Şebekede bir çok sinyalleşme noktası bulunmaktadır. Bu sinyalleşme noktaları;



TC: Trank Kontrolörü

Şekil 2.2 Santraller arasında SS7

- Santraller
- Akıllı şebekeler için Service Kontrol Noktaları
- Operasyon, yönetim ve bakım merkezleri.

İki türlü sinyalleşme noktası bulunmaktadır.

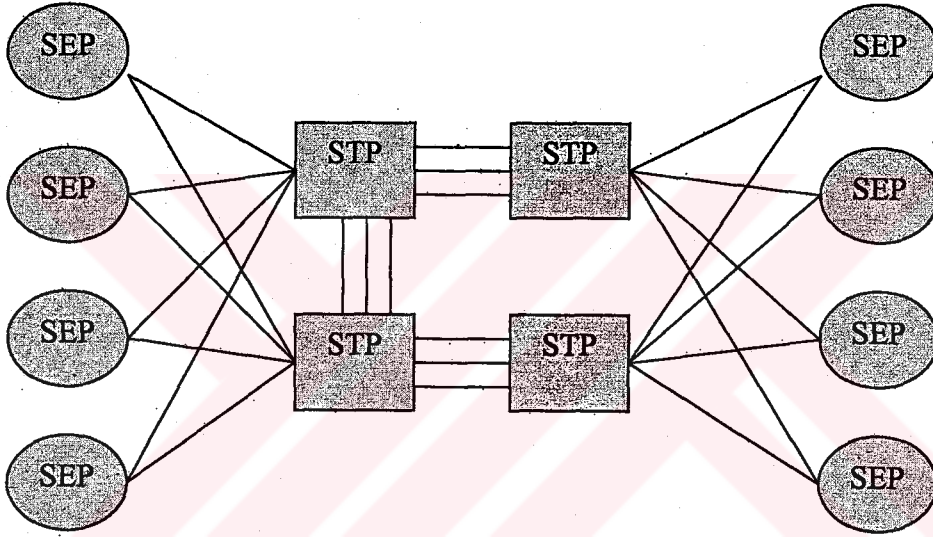
- Sonlu Sinyalleşme Noktası: Haberleşme şebekesinde, abonelerin direkt olarak bağlı olduğu santrali temsil eder. Sinyalleşme trafiğinde başlangıç noktasını temsil eder.
- Sinyalleşme Transfer Noktası (Signalling Transfer Point-STP): Tüm sinyalleşme mesajları sonlu bir sinyalleşme noktasından başlayarak diğer düğümlere gider.

STP'ler sayesinde mesajlar bir uçtan son uca kadar taşınır. Mevcut STP'lerin üç seviyesi bulunmaktadır. Bunlar, National International ve Gateway'lerdir.

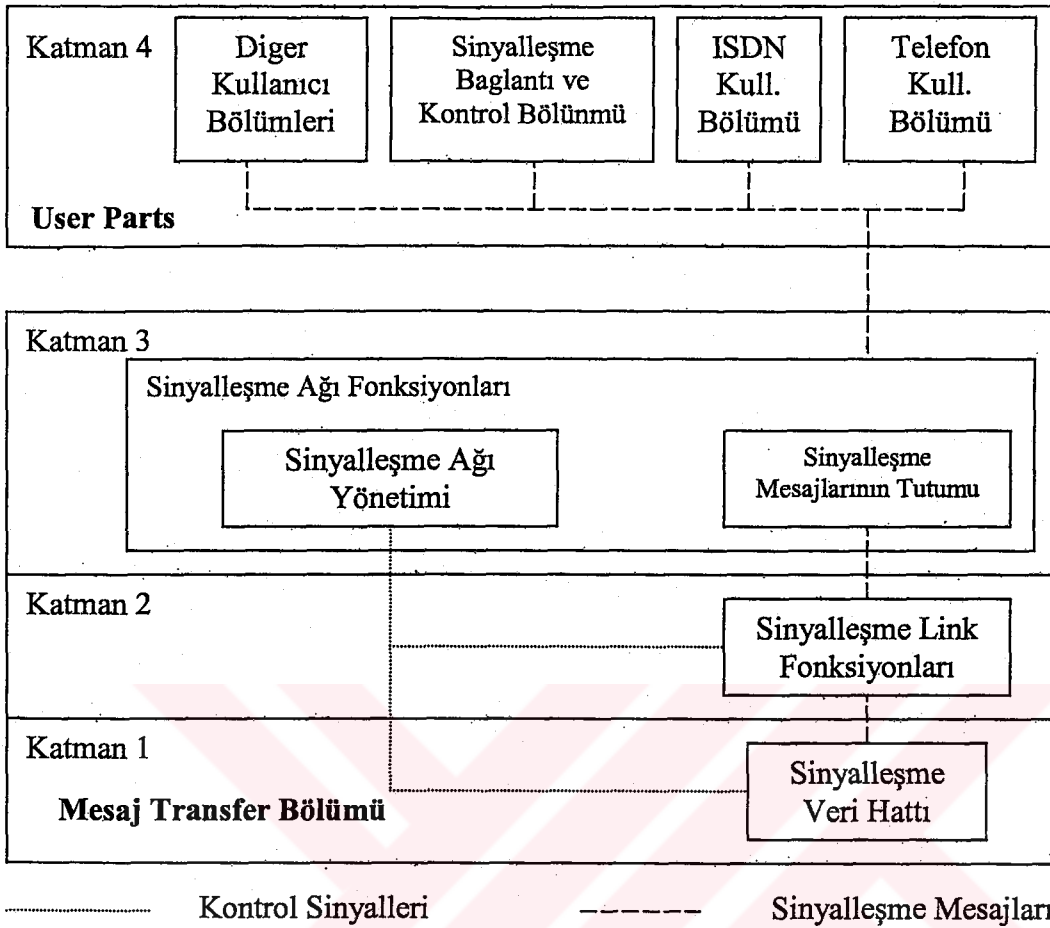
Şekil 2.3'te tipik bir SS7 şebekesinin görünümü görülmektedir.

2.2.3 SS7'In yapısı

SS7 sinyalleri, iki santral arasındaki 64 K'lık fiziksel bağlantı üzerinden, paketler halinde iletilmektedir. Bir SS7 paketinin yapısı şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3 SS7 şebekesinin yapısı



Şekil 2.4 Bir SS7 paketinin yapısı

SS7 protokolünde Mesaj Transfer Bölümü (MTP) Kısmı, iki GSM santrali arasındaki mesajlaşmanın altyapısını oluşturur. Bu altyapının en alt kısmında fiziksel veri iletim ortamı olan Sinyalleşme Veri İletimi kısmı bulunmaktadır. Bir üst katman olan Sinyalleşme Link Fonksiyonları ise, sinyallerin diğer uç noktaya hatasız iletimini (Error Detection and Correction) sağlar. Üçüncü katman iki bölümden oluşur; Sinyalleşme Ağ Yönetimi Bölümü, alınan sinyalin doğru adrese ulaşması için gerekli yönlendirme bilgilerini (routing information) içerir. Diğer bölüm Sinyalleşme Mesajlarının Tutumu Bölümü ise, sinyalleşme şebekesinde oluşabilecek problemlere karşı, normal mesajın son noktaya ulaştırılması için gerekli konfigürasyon ve ikincil adres bilgilerini tutar. Kullanıcı Bölümünde ise iletilen mesajın uygulama kısmı (Application Part) bulunmaktadır.

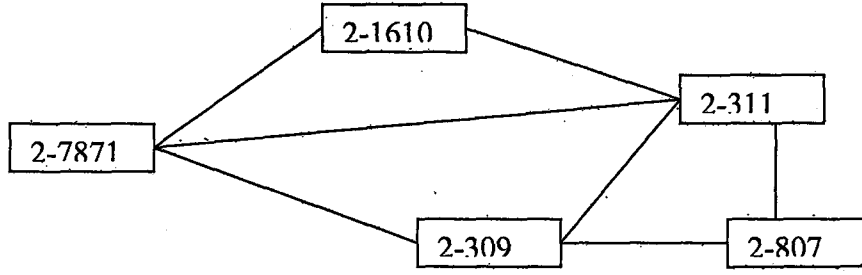
2.2.4 Mesaj transfer kısmı (MTP)

MTP [2] üç katmandan oluşmaktadır.

- Seviye 1. Sinyalleşme Veri Hattı: Sinyalleşme linkinin fiziksel ara yüzünün santrallerle olan fonksiyonlarını tanımlayan bölümdür.
- Seviye 2. Sinyalleşme Link Fonksiyonları: Her bir kanaldan sinyalin güvenli ve sorunsuz olarak karşıya iletilmesini sağlayan fonksiyonları içerir.
- Seviye 3. Sinyalleşme Ağı Fonksiyonları: Sinyalleşme ağının kontrolü için gereken yönetim fonksiyonlarının içerir bunun yanında sinyalleşme mesaj akışının rutin kontrolünü sağlar.

2.2.5 SS7 Mesajlarının yönlendirilmesi

MTP bölümündeki üçüncü katmanın görevlerinden biri de mesajların doğru tarafa yönlendirilmesini sağlamaktır. Yönlendirme, bu seviye içerisinde gelen yönlendirme etiketinin içerdiği bilgiye göre yapılır. Bu bilgi üç adet parametre değerini taşımaktadır. Bunlar hedef nokta kodu (DPC), sinyalleşme linki seçimi (SLS) ve ağ göstergesi (NI) parametre değerleridir. DPC, SLS ve NI değerleri aynı olan mesajlar aynı sinyalleşme linki üzerinden iletilir. Sinyalleşme şebekesindeki her bir öge'nin bir NI değeri ve sinyalleşme nokta kodu (SPC) değeri bulunmaktadır. NI=2 olması bunun ulusal şebekeye ait bir santral olduğunu gösterir. NI=0 olması santralin uluslararası bir santral olduğunun göstergesidir. SS7 mesaj paketinin içerisinde SPC'nin değeri on dört bitle ifade edilir. Mesajların karşı DPC'ye yönlendirilmesi operatör tarafından girilen yönlendirme tablosu ile ifade edilir. Santral hangi hedefe SS7 mesajını göndereceğini bu tablo ile bulur. Eğer bir yöne doğru sinyalleşmede bir problem varsa, sinyalleşme mesajı alternatif yollar üzerinden karşı şebekeye gönderilir.



Şekil 2.5 MTP seviyesinde yönlendirme örneği

Tablo 2.1 Santralde SS7 yönlendirme tablosu

2-7871 nolu noda ait yönlendirme tablosu		
DPC	SL	Öncelik
2-311	2-311	1
	2-309	2
	2-1610	2
2-309	2-309	1
	2-311	2
2-807	2-311	1
	2-309	1

Sinyalleşme linki seçildikten sonra, ilgili DPC'ye mesajlar gönderilir. Eğer bir hedefe iki link ile aynı öncelikte ulaşılması tanımlanmışsa burada sistem mesajları sırasıyla önce bir linkten sonra diğer linkten gönderir.

2.2.6 Sinyalleşme Bağlantısı ve Kontrolü Bölümü (SCCP)

SCCP [3], MTP üzerine kurulmuş fonksiyonel bir katmandır. SCCP bazı transfer GSM'in ihtiyaç duyduğu bazı transfer fonksiyonlarının yerine getirmek için kullanılmaktadır. Burada GSM'in ihtiyaç duyduğu kanal bağımsız mesaj transferleridir. GSM'in bir çok uygulamasında SCCP kendini göstermektedir.

➤ Kanal Bağımlı ve Kanaldan Bağımsız Mesaj Transferi

Telefon haberleşmecisinde bir santral diğerine bir çağrı yapacağı zaman, öncelikle bir trafik kanalı üzerinden bu çağrı gerçekleştirilir ve çağrının kurulması için iki santral arasında boş bir trafik kanalı bulunmalıdır. İki santral, aralarındaki boş kanalların varlığını karşılıklı olarak bir kanal üzerinden sinyalleşerek bulurlar. Bu sinyalleşme MTP üzerinden karşı santralle yapılır. Bu sinyalleşmenin yapılabilmesi için her bir santral birbirlerinin MTP seviyesindeki DPC adreslerini bilmelidir. Bu durumda MTP seviyesi, çağrı kurulması ve kurulan çağrılarının yönetilmesi için kullanılır diyebiliriz. Bu çağrının kurulması için gerekli olan link seçimi de aynı şekilde MTP üzerinden yapılmaktadır. Görüldüğü üzere MTP sadece çağrı kurulması ve çağrılarının yönetilmesi işlemini gerçekleştirmektedir. Buna da kanal bağımlı transfer denmektedir.

Eğer iki node'daki veritabanları arasında bir bilgi transferi gerekiyorsa veya iki yada daha fazla SP üzerinden mesajın transfer edilmesi gerekiyorsa veya belli bir GSM uygulamasına ait bir datanın iki GSM santrali arasındaki alışverişi gerekiyorsa. Sonuç olarak, çağrı kurulması durumundan farklı bir durum karşımıza çıkmışsa bu durumda kanaldan bağımsız bir mesaj transferine ihtiyacımız vardır. Örnek olarak; GSM şebekesinde HLR ve VLR arasındaki bir haberleşmede kanaldan bağımsız mesaj transfer yöntemi kullanılır. MTP, bu fonksiyonları yerine getirmek için tasarlanmamıştır. MTP de değişiklik yapmak yerine, SS7'da kanaldan bağımsız sinyalleşmeleri kontrol etmek ve yönetmek için, SCCP olarak bilinen yeni bir ünite MTP üzerinde çalışmak üzere geliştirilmiştir. MTP ve SCCP'nin kombinasyonu, SS7 sisteminde sinyallerin transfer edilmesi için tam bir platform oluşturur.

2.3 GSM'de SS7

GSM öğeleri arasında çağrı kurulması veya başka amaçlar için mesaj alış verişi, SS7 ile gerçekleştirilir. GSM şebekesi içerisinde ana mesajlaşma sistemi SS7'dir. İki GSM santrali arasında bir çağrı kurulması MTP seviyesinin üzerine kurulmuş ISUP ile yapılırken. Bilgi alışverişi ve çeşitli uygulamalara ait mesajlaşmalar ise SCCP üzerinden gerçekleşir.

2.3.1 GSM Sistemini oluşturan bileşenler arasındaki sinyalleşme

2.3.1.1 Baz istasyonu ve abone arasındaki sinyalleşme (Air Interface)

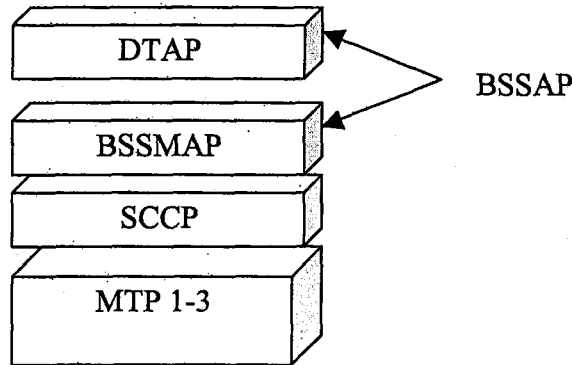
Mobil terminal ile baz istasyonu arasında LAPDm sinyalleşmesi kullanılır. Sinyalleşme BTS [4] ile BSC arasındaki LAPD [4] sinyalleşmesi ile aynıdır. Burada “m” kullanılmasının sebebi, kullanıcı ve baz istasyonu arasında havada gönderilen mesajların şifrelenerek gönderilmesinden kaynaklanmaktadır.

2.3.1.2 BTS ve BSC arasındaki sinyalleşme (Abis Interface)

BTS ve BSC arasında LAPD sinyalleşmesi kullanılmaktadır. LAPD sinyalleşmesi iki BTS ve BSC arasında PCM 30 ara yüzü ile 2MB/sn iletim hızında bir bağlantı sağlar. GSM’e özel sıkıştırma teknikleriyle Air Interface deki 8 trafik kanalı Abis Interface’de 64 KB/sn üzerinden iletilir.

2.3.1.3 BSC ve MSC arasındaki sinyalleşme (A Interface)

BSC ve MSC arasında SS7 sinyalleşmesi kullanılmaktadır. SS7’in dördüncü katmanındaki SCCP üzerine kurulan BSSAP uygulaması iki GSM ögesi arasındaki sinyalleşmeyi sağlamaktadır. BSSAP iki kısımdan oluşmaktadır, bunlar BSSMAP ve DTAP’tır. BSSAP’ın SS7 konfigürasyonu üzerindeki görünümü şu şekildedir.

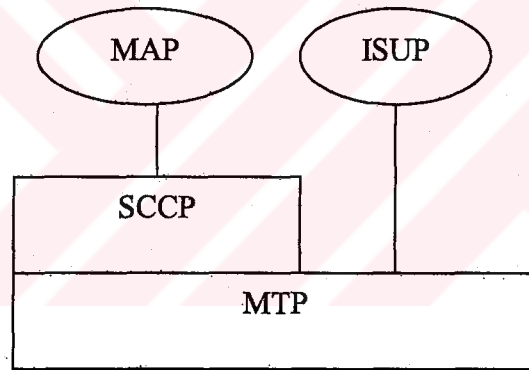


Şekil 2.6 SS7’de BASSAP

BSSMAP bölümü, MSC ve BSC arasındaki mesajlaşmayı sağlar. Bu mesajlar genelde MSC'den BSC'ye doğrudur ve MSC'nin BSC'den istediği bilgilerin elde edilmesi için gerekir. DTAP mesajları ise, GSM anahtarlama öğelerinden mobil terminale doğru ve mobil terminalden anahtarlama öğelerine doğru gönderilen mesajlardır. Bu mesajlarda BSC sadece transfer işlemini gerçekleştirir.

2.3.1.4 GSM NSS öğeleri arasındaki sinyalleşme (B Interface)

SS7 platformunun en etkin kullanıldığı bölümdür. Tüm mesajlaşma SS7 ile gerçekleştirilir. Mesajlaşmanın iki formu mevcuttur. Birincisi, bir sesli çağrının iki NSS öğesi arasında kurulması yönetilmesi ve sonlandırılması işlemini gerçekleştiren ISUP, diğeri de iki NSS arasında bilgi alışverişinin gerçekleştirilmesini sağlayan SS7'daki SCCP katmanı üzerine kurulmuş olan MAP'tır.

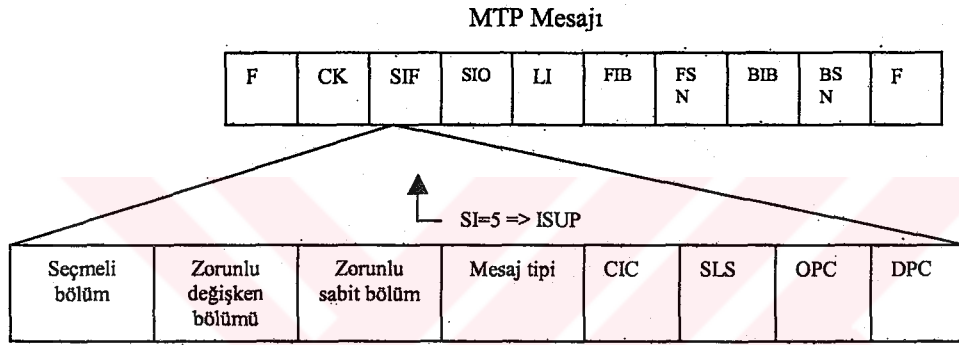


Şekil 2.7 MAP ve ISUP'ın SCCP'deki yeri

2.3.2 ISUP'ın işlevi

Bir GSM abonesi, bir çağrı yapmak istediğinde abonenin çağrı isteği ve baz istasyonu ve BSC üzerinden direkt olarak MSC'ye iletilir. MSC, abonenin çağrı yapmak istediği numaraya bakarak çağrıyı bir başka bir GSM santrale veya PSTN santrale yönlendirir. Bu yönlendirmeyi yaparken karşı santral ile ISUP [1] mesajları ile sinyalleşmeyi gerçekleştirir. Öncelikle IAM mesajı ile karşı santrale doğru bir çağrı isteği olduğunu bildirir, karşı santral de çağrıyı kabul ettiğini belirten ACM mesajı gönderir. IAM mesajı ile MSC, karşı santral ile aralarındaki bir trafik kanalını

bu çağrıya atar ve kanal bu sayede bu çağrı için bloke edilmiş olur. Eğer karşı santral aranan aboneye ulaşırsa, iki abone görüşmesini bu kanal üzerinden gerçekleştirir. Bu kanaldan sadece ses verisi gönderilir. Çağrı sonunda ise, çağrıyı sonlandıran tarafın santrali REL mesajı gönderir ve karşı santral de RELC mesajı ile çağrının sonlandırıldığını bildirir. Bu mesajın ardından, tutulan trafik kanalı serbest bırakılır ve diğer çağrıları almak üzere hazır hale gelir. Çağrının gerçekleşmesi için gerekli tüm mesajlaşma MTP üzerine kurulu ISUP mesajları ile gerçekleştirilir. ISUP ile sadece ses değil, veri ve faks haberleşmesi de gerçekleştirilir. Bir ISUP mesajının yapısı aşağıdaki şekildedir.



Şekil 2.7 ISUP mesajının yapısı

2.3.3 MAP'ın işlevi

MAP [3] protokolü, GSM NSS öğeleri arasındaki sinyalleşme ihtiyacını gidermek için tasarlanmıştır. Bu sayede aşağıdaki işlemlerin yapılmasına olanak sağlanmıştır;

- Abonenin şebekeye bağlanması ve şebekedeki aktif GSM abonesinin servislerinin sonlandırılması
- Abone servislerinin ve datalarının aktivasyonu, yönetimi, deaktivasyonu.
- Abonenin, konuşma esnasında bir GSM öğesinden diğerine atlayıp çağrının devam etmesini sağlayan prosedürlerin gerçekleştirilmesi.

- Güvenlik ve abonenin kayıtlı bir GSM abonesi olduğunun doğrulandığı prosedürlerin yerine getirilmesi.
- GSM abonelerinin birbirlerine kısa mesaj göndermesi ve alması için gerekli işlemler yine MAP ile yapılmaktadır.
- İki GSM şebekesi arasında GSM abonelerinin dolaşım yapması için gerekli mesajlaşma yine MAP ile yerine getirilmektedir.

MAP mesajının SS7 mimarisindeki yeri dördüncü katmanın en üstüdür. MAP mesajları şu ana kadar üç versiyona sahiptir. Bunlar MAP version 1, version 2 ve son olarak da version 3'tür. İki GSM ögesi aynı MAP version'u ile mesajlaşırlar. Bir MAP mesajı ile bir istekte bulunan GSM ögesi, karşı GSM ögesinin de aynı MAP version ile cevap vermesini ister. Bir MAP versiyonu kendinden bir önceki MAP versiyonunu tasarlayacak biçimde geliştirilmiştir. MAP mesajının içerisinde mesajın hangi versiyona ait olduğunu belirleyen bir parametre bulunmaktadır.

2.3.3.1 MAP mesajının çeşitleri

Bir GSM ögesi diğer bir GSM ile haberleşeceğinde ilk önce MAP Basla mesajı ile karşı ögeye mesajını gönderir. Karşı öge de gelen isteğe göre MAP Son veya MAP Devam mesajı ile cevap verir. Eğer karşı GSM ögesi mesajı anlamamışsa MAP Başarısız mesajı ile geri döner, bu durumda istekte bulunan öge MAP Version'u değiştirip tekrar tekrar bir düşük Map versiyonu ile istekte bulunur. Eğer istekte bulunan öge yapılan isteğe olumsuz cevap verecekse Map Hata mesajı gönderir, içerisindeki Map Hata Sebebi parametresinin değerine göre isteğin neden reddedildiği anlaşılabilir olur. Eğer isteğe olumlu bir cevap verilirse, istenen bilgiler MAP Son mesajı içerisinde gönderilir ve işlem bu mesajla sonlandırılmış olur.

2.3.3.2 MAP mesajının yapısı

Map mesajı iki bölümden oluşmaktadır. Bunlar uygulama içerik adı ve kullanıcı bilgisi bölümleridir. Uygulama içerik adı, Map version numarasını barındırmaktadır. İstekde bulunulan GSM ögesi MAP mesajını aldığı anda ilk önce MAP version numarasına bakar, eğer böyle bir versiyon kendinde tanımlı değilse karşıya Başarısız mesajı gönderir. Karşı GSM ögesi de versiyonu düşürüp tekrar yollar. Uygulama içerik ismi bölümü toplam yedi byte'tan oluşur. İlk beşi, uygulama içerik adını belirtir. Diğerisi ise, MAP operasyonunun ismini belirtir. Sonuncusu ise protokolün versiyonunu belirtir.

2.3.3.3 GSM şebekeleri arasındaki dolaşımda en çok kullanılan map mesajları

- **GSM Konum Güncelleme (Location Update) Mesajı:** Bir GSM abonesinin başka bir GSM şebekesine gittiğinde bulunduğu GSM şebekesinden servis alması için öncelikle konum güncelleme yapması gerekmektedir. Bu sayede bulunduğu şebekeden GSM servislerini alabilir. Bu mesajla, aboneye servis verecek olan yerel santral (Visited Location Register - VLR), abonenin kendi abonesi olduğu ana GSM şebekesiyle (Home PLMN) mesajlaşarak abonenin ana şebekedeki veri tabanında (Home Location Register - HLR) bulunan tüm bilgilerini transfer eder. Bu sayede abonenin HLR'daki sürekli bilgileri servis aldığı yerel santral olan VLR'a transfer edilmiş olur. Bu sayede VLR, abonenin ne tür bir abone olduğunu, çağrı kısıtlaması olup olmadığını, ne tür GSM servislerini (çağrı yönlendirme, arayan numarayı görebilme, data servislerinden faydalanabilme, fax alabilme...) kullanıp ne tür GSM servislerini kullanamayacağını öğrenmiş olur.
- **Belgeleme (Authentication) Onay Mesajı:** GSM abonesinin gerçekten Ana Şebekesine ait olduğu ve onaylanmış bir abone olduğu abonenin simkartındaki bilgiler ve parametrelerle, ana şebekedeki mevcut veri tabanı (Authentication Center - AUC) deki bilgilerin karşılaştırılmasıyla anlaşılır. Bu onaylama işlemine ait tüm bilgiler SS7 paketleri ile iki şebeke arasında gider gelir ve onaylama gerçekleşir.

- Kısa Mesaj Servisi (SMS Service): Aynı SS7 iletim hattı üzerinden bir şebekenin abonesi başka bir şebekenin abonesine sms yollar ve bu sms de yine SS7 paketleri ile yollanır. Benzer şekilde başka şebekeden servis alan yani uluslararası dolaşım yapan bir GSM abonesi de kısa mesaj almak ve göndermek için aynı SS7 iletim hattını kullanır.
- GSM Servislerinin Aktivasyonu ve Deaktivasyonu (Supplementary Service Activation Deactivation): Abone kendisine atanmış olan GSM servislerini kullanıma geçirmek veya kullanım halindeki GSM servislerini kullanımdan çıkarmak için kendi ana şebekesindeki bağlı olduğu HLR ile haberleşmesi gerekir, aynı şekilde bu haberleşme yine SS7 iletim hattı üzerinden bu paketlerin paketlerinin taşınması ile olur.
- HLR ve VLR Arasındaki Diğer Mesajlar: Abone servis aldığı VLR'dan ayrılıp farklı bir VLR'dan servis almaya başladığında, HLR otomatik olarak abonenin bulunduğu VLR adresini değiştirir ve eski VLR'daki tüm abone datasını Konum İptali (Cancel Location) Mesajı ile siler. Aynı şekilde uluslararası dolaşımdaki aboneye bir çağrı geldiğinde HLR abonenin servis aldığı VLR ile temasa geçerek aboneye geçici dolaşım numarası (MSRN - Mobile Subscriber Roaming Number) atanmasını sağlar ve VLR'dan bu numarayı alarak çağrının kurulmasını sağlar. Bu mesajın ismi Dolaşım Numarası Sağla (Provide Roaming Number) mesajıdır.
- Bu mesajların dışında, GSM servislerinin kullanılmasını sağlayan bir çok mesaj, iki şebeke arasındaki SS7 iletim hattı üzerinden SS7 paketleriyle gerçekleşir.

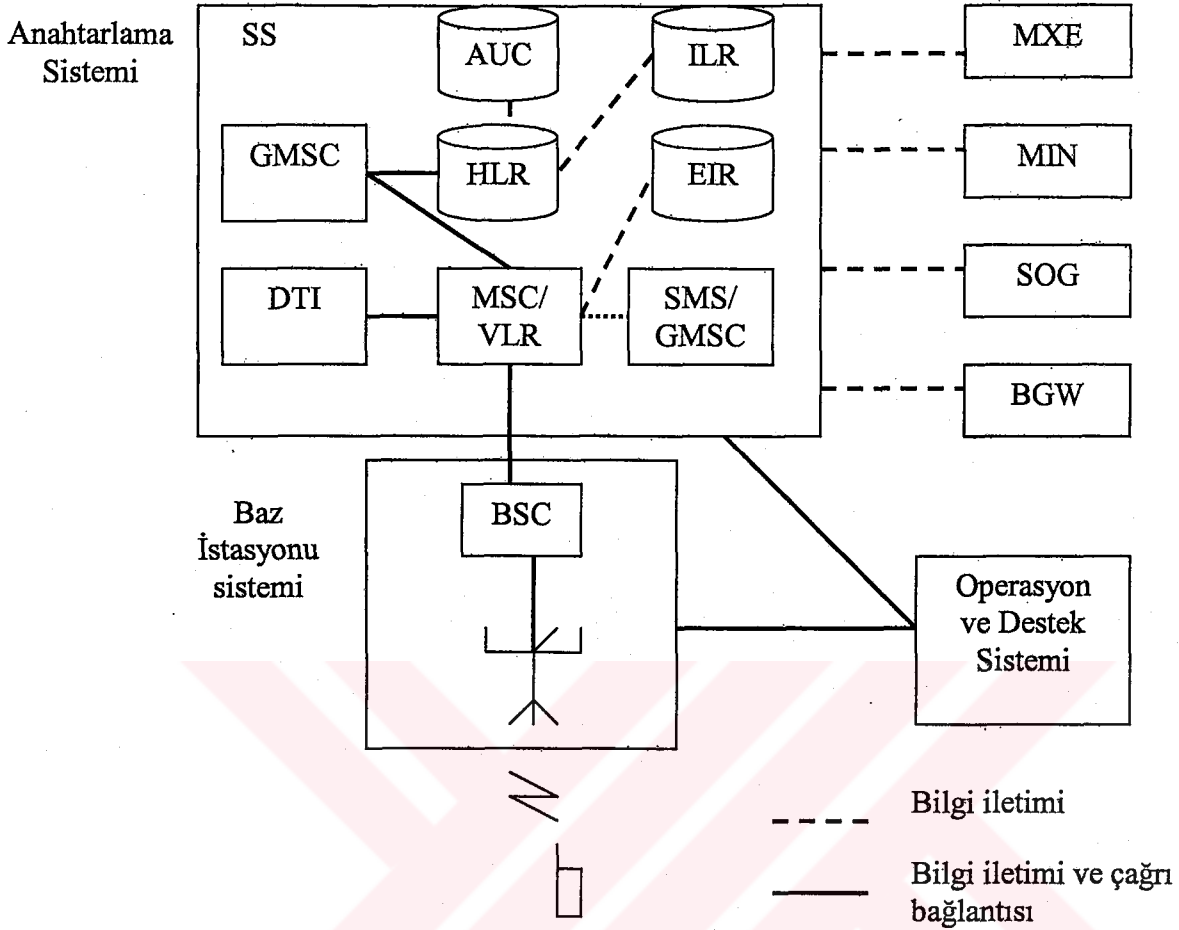
BÖLÜM 3. GSM'İN MOBİL HABERLEŞMEDEKİ YERİ

1982 yılında, Avrupa Telekomünikasyon kurumu 900 mhz frekans bandı üzerinden mobil haberleşmenin standardını oluşturmak üzere bir grup oluşturdu. Bu grubun kurulması ve çalışmaya başlaması, GSM'in standartlaşmasında ve bugüne gelmesinde başlangıç noktasını oluşturmaktadır. 1982-85 yılları arasında bu sistemin dijital mi yoksa analog mu olması üzerinde tartışıldı ve 1985 yılında sistemin dijital olmasına, isminin de GSM olmasına karar verildi. 1987 yılında sistemin dar bantlı ve zaman bölmeli olmasına karar verildi. GSM'deki bir sonraki adım da, 1800 mhz frekans bandının da GSM için kullanılmaya başlamasıdır. Bugün dünyada yaklaşık 500 GSM operatörü faaliyet göstermektedir. GSM bir dünya standardı olarak dünyanın %90'dan fazla ülkesinde kullanılmaktadır. Kuzey Amerika'da 1900 mhz frekans bandı kullanılırken, dünyanın diğer ülkelerinde 900 ve 1800 mhz frekans bandı kullanılmaktadır. GSM'in dünyaca kabul edilen bir mobil haberleşme sistemi olması, GSM abonelerinin diğer GSM şebekelerinde dolaşmalarını (roaming) çok kolay hale getirmiştir.

3.1 GSM'in Bileşenleri

Her hücreli sistem birbirine doğrudan ya da dolaylı olarak bağlı çalışan bileşenlerden oluşmaktadır. GSM'in bileşenleri şunlardır.

- Operasyon ve Destek Sistemi
- Anahtarlama sistemi
- Baz İstasyonu Sistemi



Şekil 3.1 GSM Sisteminin Bileşenleri

3.2 Operasyon ve Destek Sistemi (OSS)

GSM sisteminin yönetimi ve operasyonu için geliştirilmiş sistemdir. GSM elementlerine komutlar bu sistem sayesinde gönderilir.

3.3 Anahtarlama Sistemi (SS)

- **MSC (Mobile Services Switching Center):** MSC [5], mobil aboneye gelen ve mobil abonenin yaptığı çağrılarının kurulması, yönlendirilmesi ve yönetilmesinden sorumludur. Diğer fonksiyonları ise, abonenin GSM sistemine bağlanması ve GSM sisteminin aboneyi tanıması için gerekli işlevleri kendisinde barındırmaktadır.

- HLR (Home Location Register): GSM'de, her bir operatör bir veri tabanına (HLR [5]) sahiptir. Bu veri tabanında, tüm abonelere ait GSM servisleri ve kısıtlamaları tanımlanmıştır.
- VLR (Visitor Location Register): Genelde MSC ile entegre durumdadır. VLR'da aboneye ait HLR'dan alınan geçici olarak tutulan abone bilgisi tutulmaktadır. VLR'daki bilginin içeriği, abonenin BSS sistemindeki yeri, aldığı GSM servislerini ve kısıtlamalarını içermektedir.
- GMSC (Gateway MSC): GMSC [5], aboneye çağrı geldiğinde çağrının abonenin bulunduğu MSC'ye yönlendirilmesini sağlar. Genelde MSC ile aynı özelliklere sahiptir tek farkı kendisinden servis alan abone olmamasıdır.
- AUC (Authentication Center): Güvenlik sebeplerinden dolayı, ses, veri ve sinyalleşme bilgilerinin şifrelenmesi gerekmektedir. Ayrıca GSM abonelerinin GSM sisteminden servis almaları için öncelikle AUC tarafından tanınmaları gerekmektedir. Tüm bu şifreleme ve güvenlik işlemleri için AUC'de her aboneye ait şifreleme ve güvenlik bilgisi bulunmaktadır.
- EIR (Equipment Identity Register): Mobil terminallerin GSM sistemine her girişinde kontrol edildiği ve çalıntı veya sahte olup olmadığının kontrol edildiği GSM bileşenidir.
- ILR (Interworking Location Register): GSM abonelerinin farklı GSM standartlarında hizmet veren operatörlerde dolaşım yapabilmeleri için gerekli tanımlamaların ve yönlendirme bilgilerinin bulunduğu GSM bileşenidir. GSM 900 abonelerinin GSM 1900 şebekesinde dolaşım yapabilmelerinin sağlanması gibi.
- SMSC (Short Message Center): GSM abonelerinin SMS gönderebilmesini sağlayan sistemdir. Mesajlar gönderilene kadar SMSC nin sahip olduğu veri tabanında tutulur.

- DTI (Data Transmission Interface): Harici şebekelerle veri haberleşmesinin sağlanması için GSM sistemine entegre edilmiştir. Genelde GMS ile entegre olarak çalışır.

3.4 Baz İstasyonu Sistemi (BSS)

Baz istasyonu sistemi, BSC ve BTS'den oluşur.

➤ BSC (Base Station Controller): BSS sisteminin merkezi noktasıdır. BSC, tüm radyo şebekesini kontrol eder ve şu fonksiyonları yerine getirir.

- Mobil terminalin şebekeye bağlanmasını ve kapsama alanı içerisinde dolaşmasını sağlar.
- Radyo şebekesini yönetir.
- Farklı iletim kanalları arasındaki adaptasyonu sağlar
- Ses trafiğini yönetir.
- BTS'ler arasındaki iletişimi düzenler
- BTS'lerin uzaktan kontrolünü sağlar

➤ BTS (Base Transceiver Station): Hücresel haberleşme sisteminin temelini oluşturmaktadır. GSM abonesinin sahip olduğu mobil terminal ile GSM şebekesinin havadaki uygun frekanslar kullanılarak haberleşmesini sağlar.

BÖLÜM 4. IP PROTOKOLÜ

Temelini TCP/IP [6] protokolü oluşturur. TCP/IP de bir çok protokolden oluşmuştur.

4.1 İnternet (TCP/IP) Protokol Grubu

Günümüzde, heterojen (farklı topoloji ve protokollere sahip) bilgisayar ağlarını birbirine bağlamada en popüler protokoller serisi TCP/IP protokolleridir. Bu protokollerden en çok kullanılan protokol çifti ise TCP (Transmission Control Protocol) ve IP(Internet Protocol)' dir. TCP/IP grubu protokoller, İnternet protokol grubu olarak da isimlendirilir. İnternet, ağlar arası demektir. Yani internetworking yerine kullanılır. İnternet, yani ilk harfi büyük yazılan internet bildiğimiz popüler İnternet ağının ismidir.

TCP/IP protokol grubu, OSI [6] modelinin ağ katmanını ve üstündeki protokolleri tanımlar. TCP/IP protokol grubunun Veri – Bağlantı ve Fiziksel katmandan bağımsız olarak tanımlanması, onun günümüzde bu kadar çok popüler ve başarılı olmasındaki en önemli nedendir. TCP/IP protokol grubu bir çok protokolden oluşmuştur.

4.1.1 TCP/IP protokol grubu tarihçesi

TCP/IP protokol grubu, 1970 'lerin ortasında, Stanford Üniversitesi ve Bolt Beranek ve Newman (BB&N) tarafından geliştirilmiştir. Geliştirme, DoD (departman of Defence)'in Advanced Research Projects Agency (DARPA) bölümü tarafından desteklenmiştir. DARPA, ARPANET (Advanced Research Projects Agency NETwork) adı verilen ve devlet kuruluşları, üniversiteler ve araştırma kurumlarını paket anahtarlamalı ağlarla birbirine bağlama projesi üzerinde çalışmıştır. TCP/IP protokol grubu bu amaca yönelik olarak geliştirilmiştir.

1978-1979'larda TCP/IP protokol grubunun büyük bir kısmı tamamlanmış ve DARPA, 1980'lerde Internet protokolünü ARPANET birimlerine yüklemeye ve kullanmaya başlamıştır. 1983 yılının Ocak ayında, DARPA, ARPANET'e bağlanan tüm ağların Internet kullanmasını zorunlu tutmuştur. Internet'in büyümesi ve kullanımı ile ARPANET, küçük paket – anahtarlamalı ağlardan, noktadan – noktaya telefon bağlantılarıyla hibrid ağlara dönüşmüştür. ARPANET terimi kullanılmaya devam etmektedir ve DoD'nin araştırma ve geliştirme amacı ile Internet' in bir parçası olarak uygulanmaktadır.

Internet Activities Board (IAB) adındaki bir organizasyon, şu anda Internet araştırmalarını organize etmektedir. IAB, DARPA tarafından kurulan ve Internet araştırmalarını teşvik etmeye yönelik bir kuruluştur. Her IAB grubu, Internet konularını bir parçası üzerinde çalışır. Bu çalışmaların sonuçları, çoğunlukla Internet' in işlevsel bir parçası haline gelir.

4.1.2 Niçin TCP/IP protokolleri?

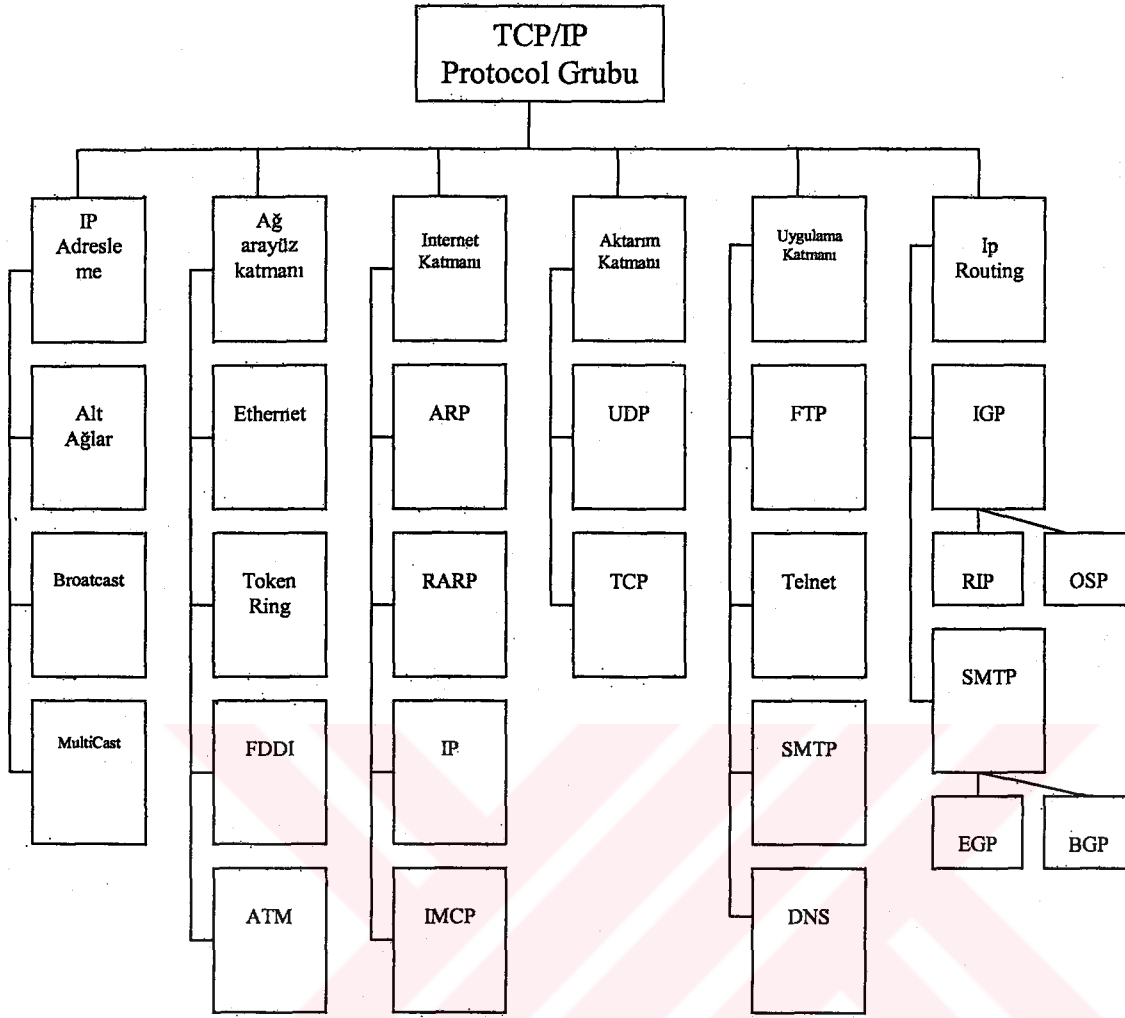
TCP/IP protokolleri belirli hedefleri gerçekleştirebilmesi için geliştirilmişlerdir. Bu hedefleri oluşturan talepler şunlardır:

- Üreticiden bağımsız tüm üreticilerin ürünlerini içine alan bir kapsam dahilinde, sistemleri birbiriyle görüşürme (IBM,DEC,Sun,HP vb).
- Tüm ölçekteki bilgisayarları birbiriyle görüşürme (PC, Midrange Systems, Mainframe vb).
- UNIX sistemlerle tam uyumluluk.
- Dinamik router teknolojisinin desteklenmesi.
- Client / Server bilgi işleme teknolojisinin desteklenmesi.

- Birçok OSI 1. ve 2. katman protokollerinin desteklenmesi(Ethernet, Token-ring, FDDI vb).
- Noktadan noktaya yapılanmasına uygun teknolojiye sahip olması.

Şu anda Internet üzerinde çalışan bir çok protokol ve uygulama, RFC (Request For Commands) adı verilen bir dizi makale ile belgelenir. RFC kitaplığının bakımı ve jüriliği yapma görevi, Menio Park, California' da bulunan SRI Network Information Center (NIC) tarafından yürütülür.

Internet protokolünü konu alan her dokümanda, Unix BSD (Berkeley Software Distribution) ve Internet protokol birleşmesinin önemi vurgulanır. 1982'de, Unix BSD işletim sistemi üniversitelerin bilgisayar bölümlerinde çok popüler olan bir işletim sistemiydi. Ağ standardı olarak Internet'i kabul edilmiştir. Unix BSD/Internet birleşimi, her ikisinin de populeritesini arttırmış ve bu durum günümüze kadar devam etmiştir.



Şekil 4.1 TCP/IP protokolünün alt katmanları

4.2 OSI Modeli

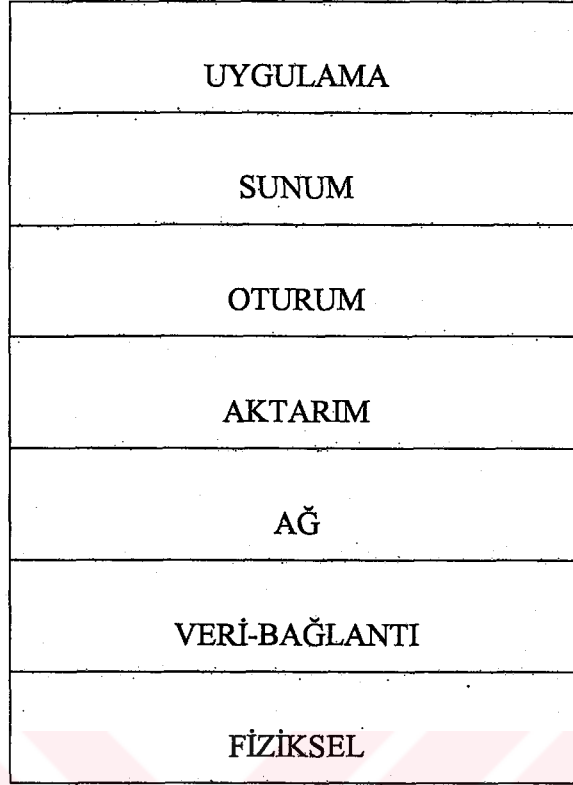
Veri iletişimde birçok protokol OSI modeline göre gerçekleşmiştir. Open System Interconnect (OSI) modeli, bilgisayar ağı protokolleri geliştirilirken belirli kalıpları ortak olarak sağlayabilmeleri için oluşturulmuş ve geniş kabul görmüştür. OSI, bilgisayar ağı protokollerinin tanımlandığı ve bu protokollerin organize edildiği yedi katmanlı bir yapı sağlamaktadır.

OSI modelini katmanlarını anlamak, bilgisayar endüstrisinde kullanılan protokoller, kavramlar ve tanımlar açısından önemlidir.

Günümüzün büyük ağlarını tasarlamak, gerçekleştirmek ve yönetmek için, bilgisayar ağları tasarımcısı olarak bilgisayar ağ modelleri, protokoller ve bu protokollerin gerçekleştirmelerini aralarındaki farkları anlamak gerekmektedir.

4.2.1 OSI modelinin gözden geçirilmesi

Internetwork tasarımını tartışmak için OSI modeli ile ilgili temel kavramların anlaşılması gerekmektedir. Örneğin bir kişi size şöyle diyebilir “Internet Protokol (IP) Network katmanı protokolüdür”. Bunu söyleyen kişi sizin IP’yi ağlar arası paket dağıtım protokolü olduğunu ve paket dağıtımının network katmanında gerçekleştiğini bildiğinizi varsayabilir. Bazı üreticiler, ürünlerinin reklamını yaparken OSI modelini referans vermektedirler.



Şekil 4.2 OSI'nin katmanları

International Organization for Standardization (ISO)'in tanımlamış olduğu OSI modeli, bilgisayar ağı iletişimi için büyük problemleri, küçük, daha kolay yönetilebilir parçalara bölerek işlevsel bir tanım verir. Model, ağ ile ilgili tartışmalarda bir referans oluşturmaktadır ve ISO protokol gerçekleştirimi ile karıştırılmamalıdır.

OSI modeli yedi katmanı bölünmüştür. Her katman için belirli sorumluluklar ve servisler tanımlanmıştır. Alıcı ya da göndericideki katman, karşısındaki katman ile iletişim kurar. Her katman komşu katmanlardan işlevsel olarak bağımsızdır. Örneğin, Ağ katmanındaki bir protokol gerçekleştirimi, diğer katmanların işleyişini değiştirmeden başka bir ağ katmanı gerçekleştirimi ile yer değiştirebilir.

4.2.2 İşlevsel katagoriler

- Fiziksel bağlantılar (1 ve 2. katmanlar) :Bu katmanlar üst katmanlara (3-7) fiziksel bağlantı sağlarlar ve verinin ağ ortamından iletilmesinden sorumludurlar.
- İletişim (3 ve 4. katmanlar): Bu katmanlar fiziksel ortamdan bağımsız olarak gönderici ya da alıcı tarafından verinin doğru olarak gönderildiğini /alındığını garanti eden katmanlardır.
- Servisler (5, 6 ve 7. katmanlar): Bu katmanlar kullanıcıya bilgisayar ağı servisleri sağlarlar. Bu servislerden bazıları, dosya ve yazıcı servisi, E mail, terminal emülasyonu, format çevrimi, login denetimi ve diğerleridir.

Ağ ve aktarım katmanları genelde birlikte düşünülmekte ve aktarım katmanı olarak anılmaktadır. Bilgisayar ağını hangi aktarımı kullanmaktadır sorusuna genelde, IPX/SPX, TCP/IP gibi yanıtlar verilmektedir.

OSI modeli detaylı bir tanımlama ya da protokol olmadığından, veri iletişimi protokollerini tartışırken referans model olarak kullanılabilir. Veri iletişim protokollerinin amaçları aynıdır: farklı birimler üzerinden uygulama verilerinin taşınması. Bunu gerçekleştirmek için farklı metodlar geliştirilmiş olsa bile aynı işlevi yerine getirmektedirler.

4.2.3 Katmanlar arası iletişim

OSI sadece bir model olduğu için katmanlar herhangi bir işlev gerçekleştirmezler. Ancak, protokol gerçekleştirmeleri (yazılım ve donanımdan oluşan) OSI referans modelde ilgili tanımlamalara göre işlevlerini gerçekleştirirler.

Model'e göre, gerçekleştirimdeki her bir katmana karşı gelen protokol, diğer bilgisayardaki aynı düzeydeki katmanla konuşur. Ancak mesajını doğrudan karşı katmana iletemeyeceğinden, mesajını aynı düzeydeki bir alt katmana ileterek bu mesajın fiziksel ortam üzerinden karşı bilgisayara ulaşmasını sağlar.

Diğer bir deyişle, N katmanı N-1 katmanının servisini kullanır ve n+1 katmanına servis sağlar. Katmanlar bu işlemi Servis Erişim Noktaları (Service Access Point) aracılığı ile gerçekleştirir.

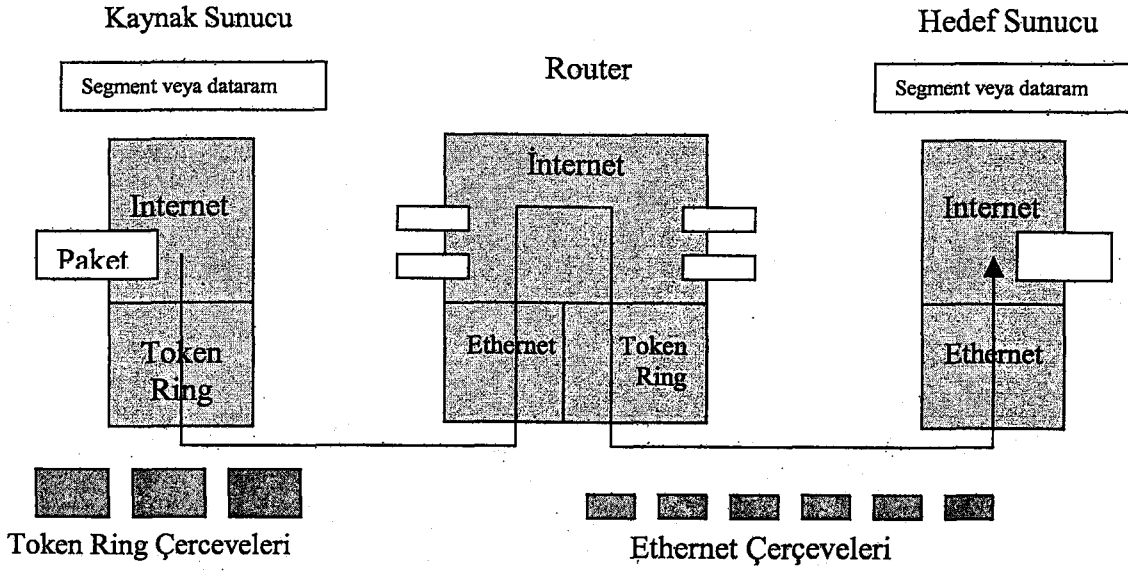
Alıcı durumda olan katman, aynı düzeydeki gönderen katmanın ne istekte bulunduğunu nasıl anlayacaktır? Her katman kendi denetim bilgisini mesajın başına ekleyerek, karşı katmana istediğini/ bilgisini iletir. Bu denetim bilgisine Başlık (Header) denilir.

Alıcı bilgisayarda, mesaj aşağıdan yukarıya katmanlarda iletdikçe, her katman kendine ilişkin Başlık bilgisine bakarak gönderen bilgisayarın ne istekte bulunduğuna anlar ve ona göre tavır alır. Gelen mesaj ya bir üst katmana iletilir ya da başka bir yere gönderilmek üzere alt katmana iletilir.

4.3 IP Paketine Çevirme İşlemi

IP'nin sorumluluğu, üst katmandan gelen segment ya da datagramları birbirine bağlı ağlar üzerinden iletmektir. UDP'nin oluşturduğu veri bütününe Datagram, TCP'nin oluşturduğu veri bütününe Segment adı verilir. İkisi arasındaki temel fark, segmenti oluşturan veri grubunun başında sıra numarası bulunmasıdır. Genelde ikisi yerine Datagram terimi tercih edilir.

Her bir datagram veya segment IP [7] tarafından kendi başlığı eklenerek IP paketi haline getirilir ve her bir IP paketi birbirinden bağımsız olarak hedef host'a gönderilebilir.



Şekil 4.3 IP Paketlerinin bir noktadan diğerine iletimi

IP, bir parçalama ve yeniden oluşturma mekanizması kullanır. Bu mekanizma, IP protokolünün çalıştığı host'a özgüdür. Eğer host üzerinde çalışan alt protokol paket uzunluğu olarak neyi kabul ediyorsa segment IP başlığı ve iletim protokolü başlığı da dahil olmak üzere bu sınırlamayı geçemeyecek şekilde parçalanır. Örneğin, kaynak üzerinde üzerinde Token ring çalışıyor olsun. Token ring'in çerçeve boyu 4096 byte'tır. Segmentler bu sınırlama dahilinde parçalanır. Hedefe iletilen bu framelerin karşılarında bir ethernet protokolü çalıştıran router çıktığında bu paketler uygun şekilde yeniden IP tarafından parçalanacaklardır. Çünkü ethernet frame'nin uzunluğu 1518 Byte'tır. En son varılan hedef hostta dabu paketler segment ya da datagram'ı oluşturacak şekilde IP protokolü tarafından birleştirilir.

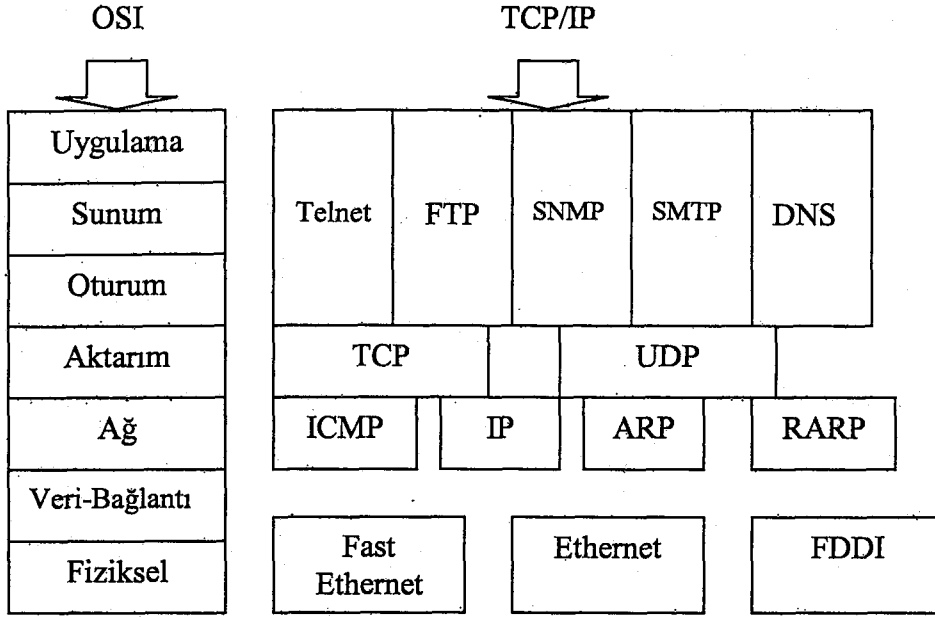
Internetteki tüm sunucular üzerinde IP protocol grubu çalışmak zorundadır. IP paketleri, ağlar arası dolaşımında pek çok sunucuya uğrar ve her bir sunucuda aynı kurallara göre çalışan IP protokolleriyle karşılaşılır.

IP'nin temel Özellikleri şunlardır.

- Paketler üzerinde çok sınırlı bir hata kontrolü vardır. IP, 16 bitlik başlık hata kontrolü (checksum) sağlar. Bu IP paketini alan hostun IP başlığında bir bozulma oluşup oluşmadığını kontrol etmesini sağlar.
- Onay (acknowledge) mekanizması kullanmaz. Son uçtan son uca çalışır.
- Verinin internet katmanına bozuk oluştuğunu değerlendirip yeniden gönderimi sağlayabilecek mekanizmaya sahip değildir. Bu görev bir üst katmandaki TCP ya da TCP'nin kullanılmadığı durumlarda daha üst katman protokollerince yerine getirilir.
- Akış kontrol ve paket sıralama mekanizmalarına sahip değildir. Yine bu fonksiyonlar gerektiğinde, daha üst katmanlar tarafından yerine getirilir.
- IP, bağlantısız paket dağıtım servisi sunar.

4.4 IP ve OSI Modeli

OSI modeline TCP/IP protokol grubunun yerleşimi şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4 OSI modelinin TCP IP'ye uygulanması

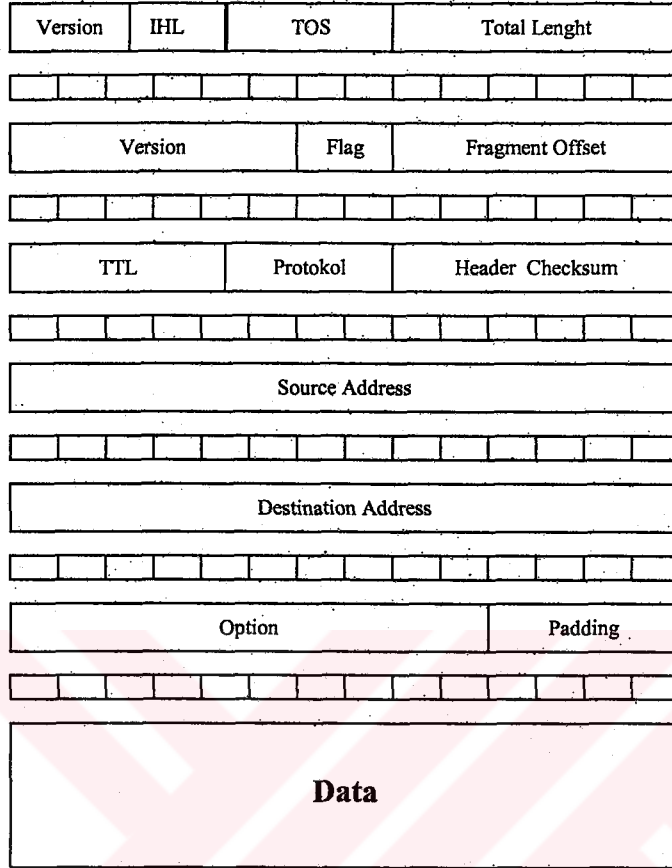
IP, görüldüğü gibi ağ katmanı diğer ICMP, ARP ve RARP ile birlikte kullanılır. Ancak ICMP paketleri IP paketleri içerisinde taşınırken, ARP ve RARP ise doğrudan alt katman protokolleri içerisinde taşınır.

4.5 IP Paket Formatı

IP paketi bir başlık bilgisi (bu bilgi IP paketinin özelliklerini tanımlar) ve IP verisinden oluşur. IP verisi üst protokollere ait başlık ve verileri içerir.



Şekil 4.5. IP başlığı ve IP verisi



Şekil 4.6 IP paket formatı

IP başlığındaki alanları şu şekilde açıklayabiliriz.

Sürüm (Version): Internet başlığının sürümünü verir. Halen dört sürüm kullanılmaktadır.

Internet Başlık Uzunluğu: Internet başlığının toplam uzunluğunu verir. 32 bitlik kelimeler halinde değerlendirmeler yapılır. Bu alan bilgisi 2 ise toplam başlık uzunluğu 64 bit demektir.

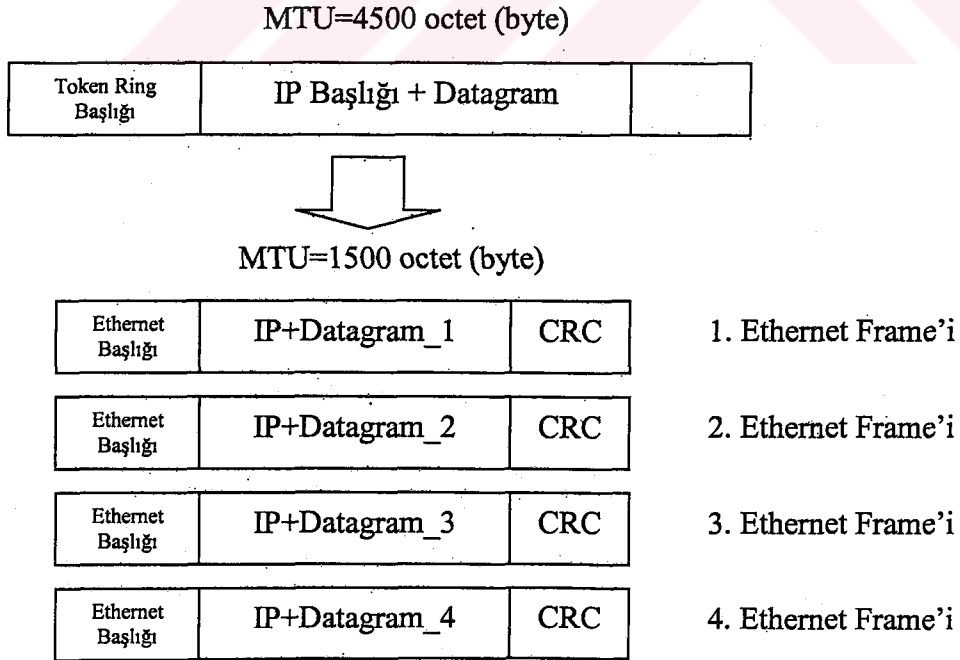
Toplam Uzunluk (Total Length): IP paketinin toplam uzunluğunu verir. (IP başlığı + veri)

Servis Türü (Type of Service - TOS): Üst düzey protokollerin IP'ye datagramın nasıl ele alınması gerektiğini belirtir. Kaynak host tarafından set edilir. (TOS bilgileri OSPF tarafından sıkça kullanılır)

Kimlik (Identification): Kaynak host tarafından IP paketlerine verilen tek bir numaradır. Parçalanmış paketlerin tekrar birleşmesine yardımcı olur.

Bayrak (Flag): Parçalanma kontrolünde kullanılır. Bir datagram paketinin parçalanıp parçalanmadığı onun parçalanmasına izin verilip verilmediği gibi bilgilere ait kodlar taşır.

Parçalanma Ötelemesi (Fragment Offset): Eğer bir datagram parçalanmışsa, parçalanmış datagramın bu parçasının orijinal datagramın neresine karşılık geldiğinin tespit edilmesini sağlar. Parçalanma işleminde kıstas alınan parça boyutu MTU ile ifade edilir. MTU, IP paketinin okted cinsinden maksimum boyutunu ifade eder. MTU'nun büyüklüğü ağ arayüz katmanında kullanılan protokolün tanımlarında bulunabilir. Ethernet için bu değer 1500'byte tır.



Şekil 4.7 Ethernet Frameleri

Yaşam Süresi (Time to Live - TTL): İnternet sisteminde bir IP paketin yaşam zamanını belirler. Bu zaman sonunda, IP paket en son bulunduğu host üzerinde yok edilir. Eğer paket bir yaşam süresi ile sınırlanmazsa, sonsuza kadar internet ortamında dolaşabilir. TTL değeri sekiz bitlik alan içerisinde 255 farklı yaşama süresine sahiptir. Maksimum değer olan 255 değeri 4.25 dakikaya denk gelir. Yaşam süresi dolmuş paketler, paketin bulunduğu host tarafından yok edilir ve kaynak hosta bu işlemle ilgili bilgi verilir.

Protokol (Protocol): Bir üst katman protokolüne ilişkin kodları içerir.

Başlık Kontrolü (Header Checksum): Sadece başlık için bozulmaya karşı bir koruma önlemi sağlar. Yaşam süresi alanı sürekli değiştiğinden her host'ta Checksum değerinin yeniden hesaplanması gerekir.

Kaynak Adres (Source Address): Kaynak adrestir. Hedefe ait 32 bitlik IP adresle doldurulur.

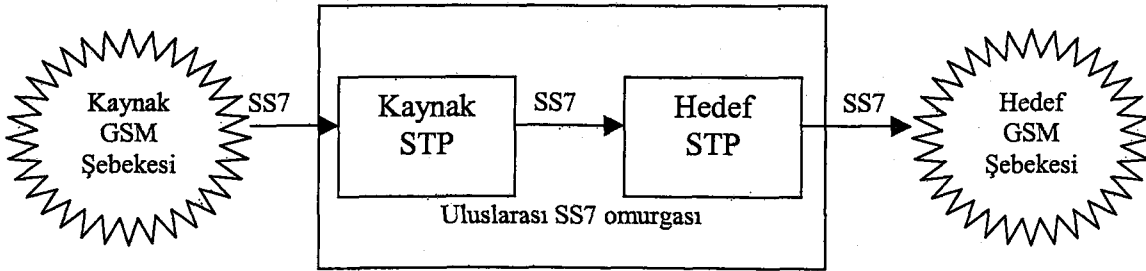
Option (Seçimlik): Bazı durumlarda kullanılır.

Doldurma Biti (Padding): İnternet başlığının toplam uzunluğunu korumak için kısa başlıklarda, başlık sonuna ilave edilen 0'ları ifade eder.

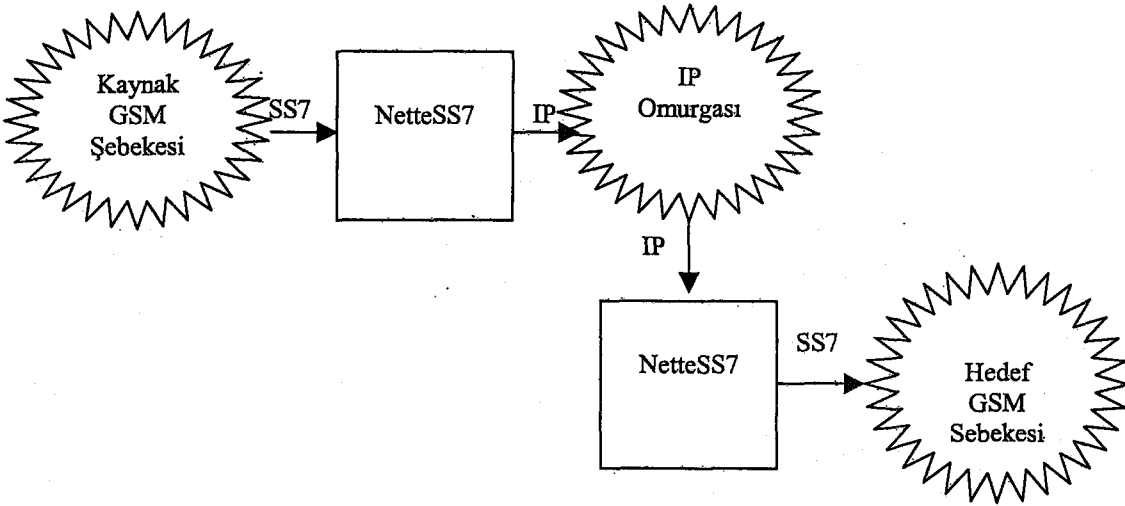
BÖLÜM 5. NetteSS7 SİSTEMİ

GSM abonesi, başka bir şebekede (Visited PLMN) dolaşım yaparken kendi şebekesiyle (Home PLMN) servis aldığı şebeke santralleri arasındaki SS7 haberleşmesi ve bir GSM abonesinin başka bir şebekeye ait GSM abonesine kısa mesaj (SMS) göndermesi, özel bir SS7 iletim hattı üzerinden, Uluslararası SS7 GW'ler yoluyla yapılmaktadır. İki şebekenin bu şekilde haberleşmesi, maliyetleri arttırmaktadır. Tasarlanan sistem sayesinde iki şebeke arasında özel bir SS7 iletim hattı kurmak yerine, kullanımı oldukça yaygın ve çok ucuz olan IP iletim hattı (Internet) kullanılması düşünülmektedir [8]. Mevcut sistemin ve tasarlanması düşünülen sistemin genel görünümü şekil 5.1'te gösterilmiştir.

SS7, GSM sistemindeki, GSM öğeleri arasındaki sinyalleşmeyi sağlayan bir sistemdir. Yerel bir şebekede GSM aboneleri mevcut 2MB/s lik E1 linkleri üzerinden haberleşir. Bu haberleşmenin GSM operatörüne maliyet açısından olumlu ya da olumsuz bir etkisi olmaz. Çünkü tüm mesajlaşma şebekenin içerisinde gidip gelmektedir. Fakat şebekenin harici bir GSM şebekesi ile sinyalleşmesi durumunda karşı şebeke ile olan SS7 ara bağlantısında belli bir maliyet ve hız sorunu ile karşılaşmaktadır.



Şekil 5.1 Mevcut sistemin genel görünümü.



Şekil 5.2 Tasarlanan Sistemin Genel Görünümü

Bir GSM şebekesinin başka bir GSM şebekesi ile ara bağlantısını gerektiren durum, ulusal/uluslararası dolaşım (roaming [9]) ve kısa mesaj servislerinin yerine getirilmesi için gereklidir.

SS7 paketleri, dolaşım için gerekli mesajlaşmayı sağlamanın yanında, dolaşım ile ilişkili olarak iki operatör aboneleri arasındaki kısa mesaj alışverişinin de yapılmasını sağlar. GSM kısa mesaj servisi de (SMS) SS7 paketinde bulunan SCCP katmanı içerisindeki Mobil Uygulama Protokolü (MAP) bölümünde taşınmaktadır. Aynı şekilde roaming ile ilgili tüm mesajlar birer MAP mesajıdır. NetteSS7 sistemi sayesinde, iki GSM şebekesi arasındaki tüm SS7 mesajları taşınmaktadır.

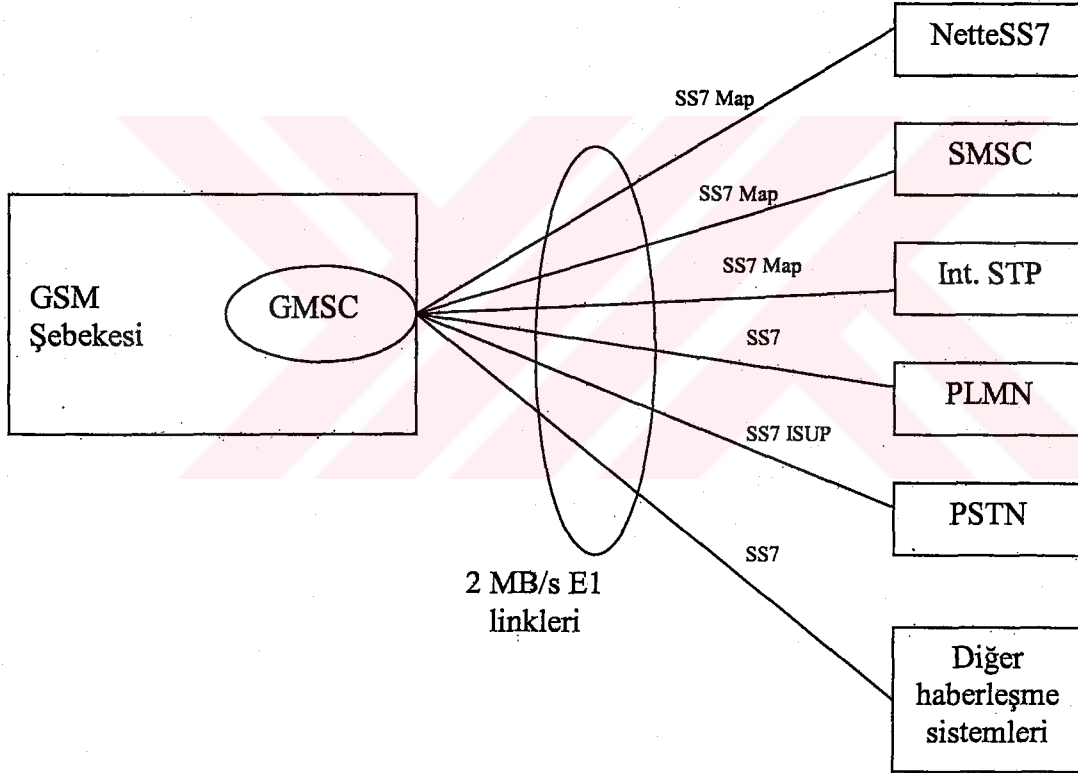
5.1 Sistemin Bileşenleri

5.1.1 GSM GMSC'nin fonksiyonu

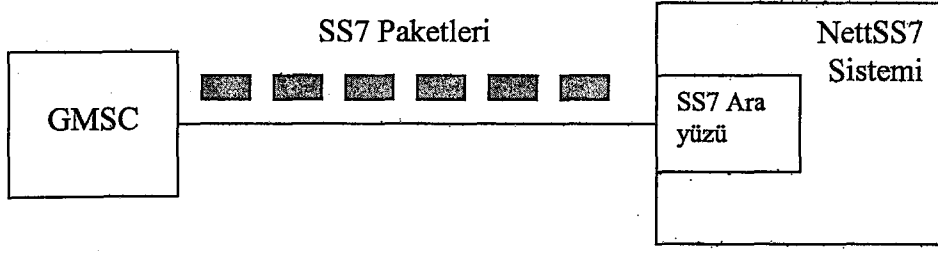
GMSC bir GSM ögesidir. GSM şebekesinin başka şebekelerle ve başka haberleşme ögeleriyle haberleşmesi için gerekli tüm tanımlamalar GMSC üzerinde yapılmaktadır. GSM şebekesinden, sabit telefon aramaları yapılabilmesi için, sabit telefon şebekesiyle, GSM abonelerinin kısa mesaj gönderebilmeleri için SMSC ile, GSM abonelerinin uluslararası dolaşım yapmaları için uluslararası SS7 sağlayıcılarla ve bunların dışında tüm iletişim sistemleriyle GSM şebekesinin birleştirirler. Bu

sistemlerden biri de NetteSS7 sistemidir. NetteSS7 sistemi ile GMSC arasında 2MB/sn lik bir fiziksel bağlantı vardır. GSMC, diğer tüm sistemlerle 2MB/sn lik E1 linkleriyle bağlantı kurar. GMSC'nin diğer sistemlerle bağlantısı şekil 5.3'te gösterilmiştir.

GMSC'den NetteSS7'na doğru iletişim her bir E1 linki için 64 Kb'lik toplam 30 veri kanalı ile yapılır. Sistemin link kapasitesi NetteSS7 sistemindeki SS7 ara yüzünün kapasitesine göre değişir. 64 Kb'lik kanallardan gelen SS7 verileri, NetteSS7 sistemine entegre edilmiş olan SS7 ara yüzüne iletilir. SS7 ara yüzü sisteme entegre edilmiş bir donanım kartıdır. SS7 sunucusunun çevre birimlerinden biridir.



Şekil 5.3 GMSC'nin diğer haberleşme sistemleriyle olan bağlantısı



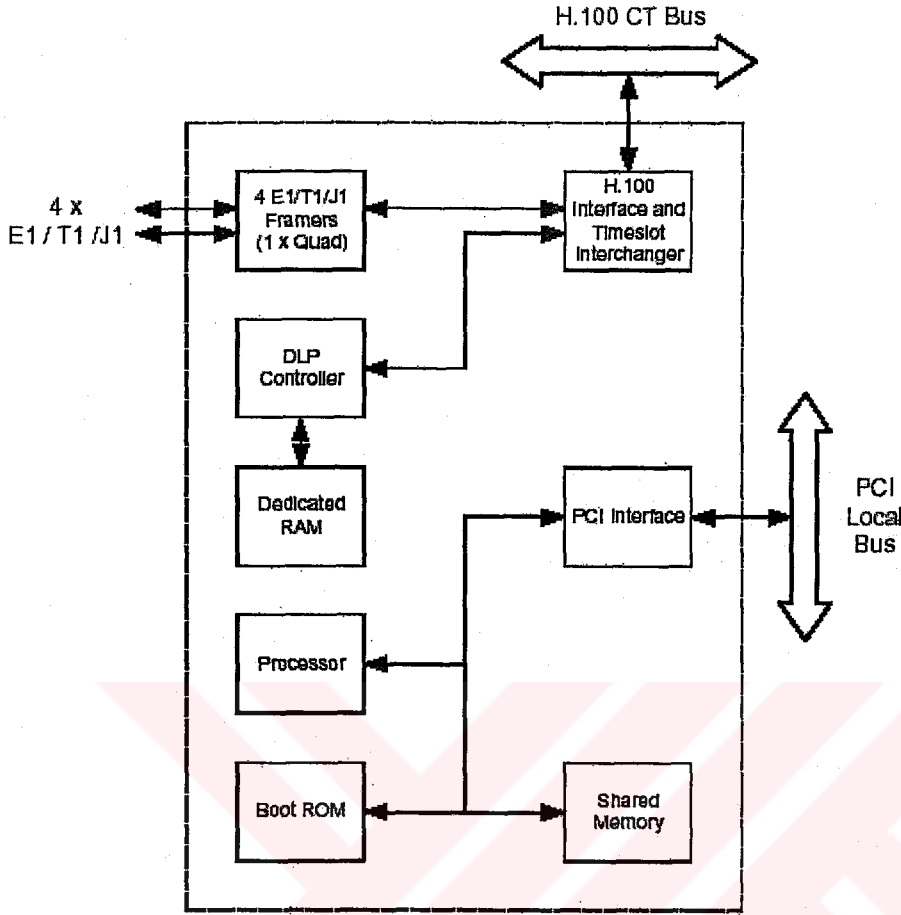
Şekil 5.4 GMSC ve SS7 arayüzü bağlantısı

5.1.2 SS7 Arayüz kartı

NetteSS7 sunucusuna takılan bu kart, GMSC'den gelen SS7 paketlerini alıp sunucu belleğine aktarır. Dünyada bir çok firma tarafından tasarlanmış ve üretilmiştir. Sistem için önerilen SS7 ara yüz kartı Telesoft Technologies tarafından üretilen MPAC-1200 [10] kartıdır.

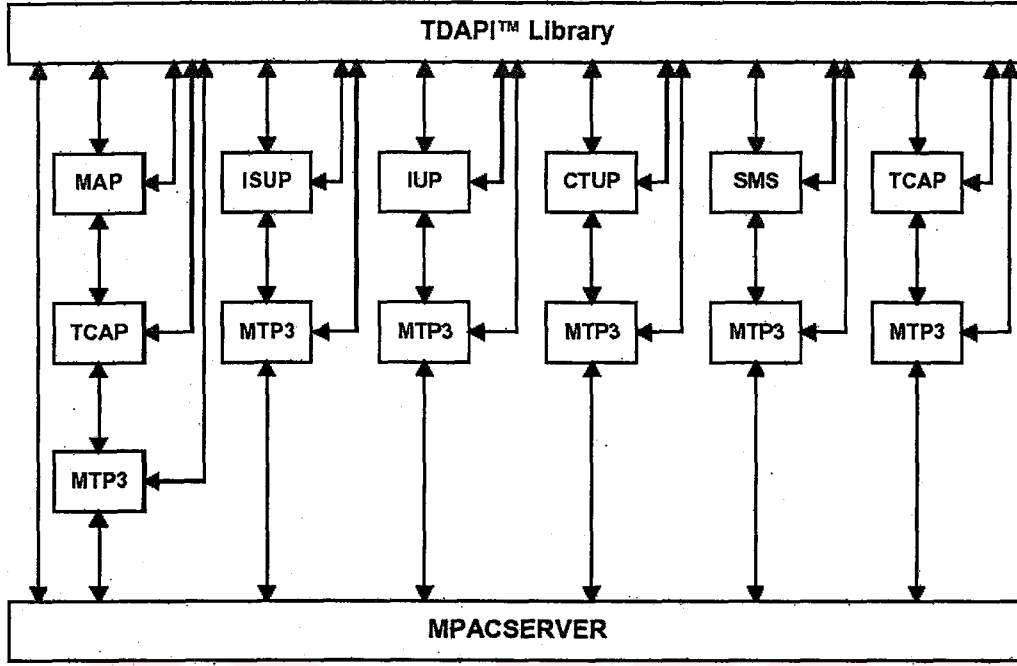
MPAC-1200 PCI genişleme yuvasına takılan bir ara yüz kartıdır. 4 adet ara bağlantı girişi bulunmaktadır. Bu girişler, E1, T1 ve JT G703/4 portları için tasarlanmıştır. Bunun yanında kart ethernet ara yüzü olma fonksiyonuna sahiptir. Bu sayede, sisteme ethernet kartı takılmasına gerek kalmadan sistem çalışmaktadır. Kart, bir çok farklı protokolü tek bir kartta toplamak üzere tasarlanmıştır. Bu sayede tek bir kartla ses, veri, ISDN uygulamaları ve SS7 sinyalleri yakalanabilmektedir. Kart, MTP Seviye 1 ve MTP Seviye 2'yi de desteklemek amacıyla yüksek hızlı bir işlemciye de sahiptir. Karttaki sinyalleşme motoru en fazla 32 adet sinyalleşme linkini desteklemektedir.

Kart ayrıca, DTMF tonlarını yakalama, kaydetme ve üretme özelliğine sahiptir. Kart'la birlikte, Windows NT, Solaris, Unixware ve Linux sürücüleri paket halinde gelmektedir. Eğer farklı bir işletim sistemi kullanılıyorsa. Talebe göre ilgili işletim sistemine ait sürücü firma tarafından gönderilir.



Şekil 5.5 MPAC-1200 Kartının bileşenlerinin birbirleriyle etkileşimi

MPAC kartı ile birlikte TDAPI isimli bir yazılım verilmektedir. Bu yazılım içeriğinde bir C dili kütüphanesi de beraberinde gelmektedir. C dili kütüphanesi sayesinde kullanıcı, sunucu üzerinde çalışan bir çok uygulamayı gerçekleyebilir. Kütüphane içerisinde bir çok haberleşme yordamı tanımlanmıştır. Bu sayede kullanıcı bir çok işlemi bu hazır yordam yardımıyla kolaylıkla elde eder.



Şekil 5.6 TDAPI Kütüphanesi ile MPAC sunucusunun etkileşimi

Sistemdeki TDAPI kütüphanesi sayesinde sunucu üzerinde çalışan bir çok uygulama geliştirilebilir. Bu uygulamalardan biri de gelen SS7 paketlerini alıp IP paketinin içerisine koyup karşı şebekeye yollama işlemidir. Bunun yanında sistemden gelen ISUP trafikleri de IP ortamına aktarılır. Voice Over Ip sistemleri de bu mantıkla çalışmaktadır.

5.1.3 NetteSS7 sunucusu

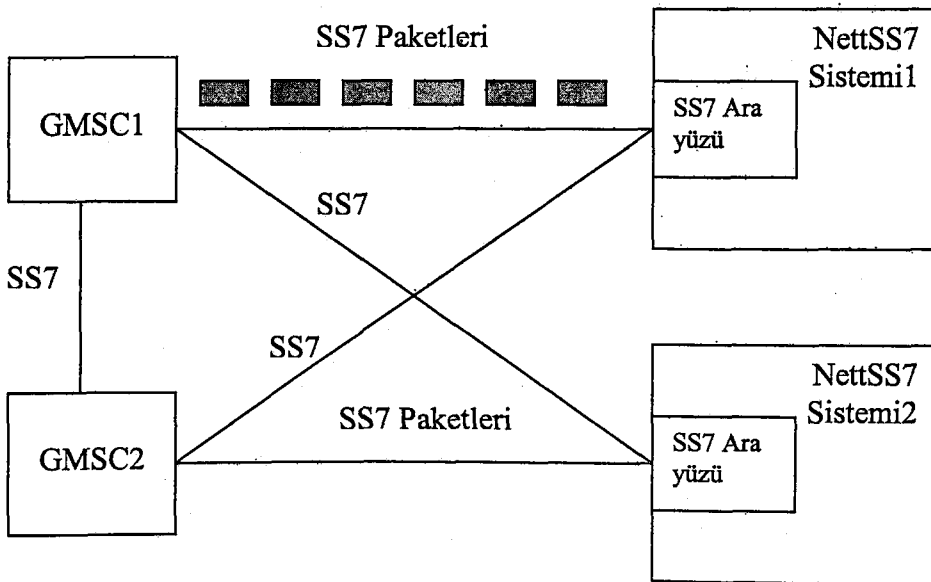
NetteSS7 sunucusu, yüksek işlem kapasiteli bir sunucudur. Sunucunun kapasitesi sistemin işleyeceği paket trafiğinin yoğunluğuna göre değişmektedir. Sisteme gelen paketler, SS7 kartı tarafından sistem belleğine atıldıktan sonra, sunucu bu bilgiyi uygulama programı sayesinde sistem belleğinden okuyup, IP paketleri halinde hedef NetteSS7 sistemine gönderilir. Kullanılan sunucu bilgisayar üzerinde windows işletim sistemi kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu sayede sistemin yedeklenebilirliği ve işletilebilmesi daha kolay olacaktır. Windows sisteminin çalışma performansı, Unix sistemine göre daha düşük olmasına rağmen, üzerinde

çalışan programın kolay tasarlanabilmesi ve yaygın kullanımı hem de maliyet açısından Unix'e göre daha az maliyetli olması tercih edilmesinde önemli rol oynamaktadır.

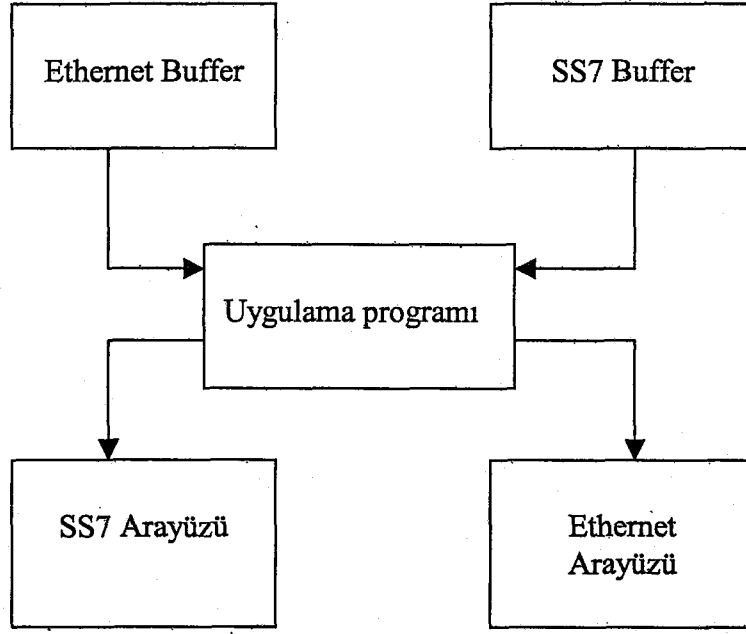
Sistemin daha güvenli çalışması ve zor trafik koşullarında performansının düşmemesi için yedekli çalışmasında büyük fayda vardır. En faydalı çalışma yöntemi ise sistemin paralel çalışmasıdır. Paralel çalışma sonucunda yük, tek bir sistemden bir çok sisteme paylaştırılmış olacaktır. Bu sayede sistemin çalışma performansı daha stabil ve güvenli olacaktır. Aynı şekilde, GSM sisteminde de birden fazla çalışan paralel GMSC olabilir. Birden fazla GMSC'nin olması GSM sisteminde devamlılık ve aşırı yüklenmeyi önlemek amacıyla kurulmuştur.

5.2 Sistemde Çalışan Uygulama Programı

Sistemde çalışan uygulama programı, SS7 ara yüz kartından gelen verileri alıp IP paketine çevirme işlemini yerine getirirken. Aynı zamanda bu ip paketinin hedef sisteme ulaştırılması işlemini de yerine getirir. Benzer şekilde ethernet ara yüzüne gelen IP paketlerini de alıp birer SS7 mesajı haline dönüştürme işlemini yerine getirir. Bu sebepten, uygulama programı çift yönlü çalışmak üzere tasarlanmıştır. Uygulama programının genel çalışma şeması şu şekildedir.



Şekil 5.7 NetteSS7 sisteminin paralel çalışma konfigürasyonu



Şekil 5.8 NetteSS7 uygulama programının çalışma yöntemi

Sistemde çalışan uygulama programının kullanılan C dilinde yazılması büyük ölçüde fayda sağlamaktadır. C dilinde yazılan program sayesinde SS7 arayüz kartı ile birlikte gelen C kütüphanesinden yararlanılabilir bu sayede uygulama programı geliştiricisi için büyük kolaylık sağlanmış olur. Bu kütüphane sayesinde gelen SS7 verisi içinden istenilen değerler kolaylıkla çekilebilir. Örneğin kütüphane kullanılarak gelen SS7 verisi içerisindeki MTP 3 katmanı kolaylıkla çekilebilir. Bu sayede SS7 ara yüzünden gelen ve karşı şebekeye gönderilmesi istenen MAP mesajı bu sayede daha kolay gönderilebilir. Bunun yanında, karşı operatördeki NetteSS7 sisteminin IP adresini bulmak için gerekli olan DPC parametresi de yine C kütüphanesinde gelen fonksiyonlarla kolaylıkla elde edilir. Böylelikle elde edilen DPC parametresi kullanılarak mesajın hangi IP adresine gönderileceği de sistemdeki tablodan çekilip elde edilmiş olur.

Uygulama programı, sisteme gelen her bir SS7 paketini sistemde tutulan SS7 buffer dan alır. Aldığı paketten MTP 3 katmanı ve üzerindeki verileri ilgili C kütüphane yordamını kullanarak elde eder. Burada yine aynı şekilde MTP 3 katmanında bulunan DPC parametresini de ilgili fonksiyonu kullanarak alır. Aldığı bu değeri, sunucu bilgisayara önceden girilmiş olan DPCIP tablosundaki ilgili değere karşılık

gelen IP adresini bulmak için kullanır. DPCIP tablosunun şekli, tablo 5.1’de gösterilmiştir.

DPCIP tablosu basit bir tablo olarak herhangi bir veri tabanı sisteminde yapılabilir. En basitinden en karmaşığına herhangi bir veri tabanı olabilir bu. Windows için en kolay ve yaygın olan Microsoft Access veri tabanı rahatlıkla kullanılabilir. Uygulama programından da bu da veritabanına erişim son derece kolay olacaktır. Uygulamadaki farklı amaçlar için veritabanında farklı tablolar oluşturulabilir. Şu aşamada tek bir tablo uygulama programı için yeterli görünmektedir. DPCIP tablosundaki veri tablo 5.2’de gösterilmiştir.

Tablo 5.1 DPCIP tablosunun yapısı

Alan Adı	Tipi	Açıklama
DPC	sayı	SS7 paketindeki DPC parametresinin decimal formattaki halidir.
IP	yazı	IP paketindeki, hedef veya kaynak sistemin adresidir.
acıklama	yazı	İlgili IP ve DPC’nin hangi operatöre ait olduğunu belirler.

Tablo 5.2 DPCIP tablosunda veri örneği

DPC	IP	Acıklama
5480	213.161.151.9	Aria Türkiye
4464	217.221.15.128	TIM İtalya
4644	95.12.225.13	Vodafone İngiltere

SS7 paketi MPT 3 katmanında DPC değerleri, 3-8-3 formatına göre gönderilmektedir. Sistem bu değeri uygun IP ile karşılaştırabilmesi için onluk formata çevirmek zorundadır. Bunun için uygulama programında basit bir alt fonksiyon kullanılacaktır. Bu fonksiyon ile elde edilen değer veri tabanındaki ip tablosu ile karşılaştırılabilir. Burada en baştaki sayı 2048 ile çarpılır. Sonraki kısım 256 ile çarpılır, elde edilen değer toplanır ve toplama üçüncü sayı eklenir. Temel formatı a-b-c şeklinde ifade edersek, elde edilen onluk sayı da d olsun;

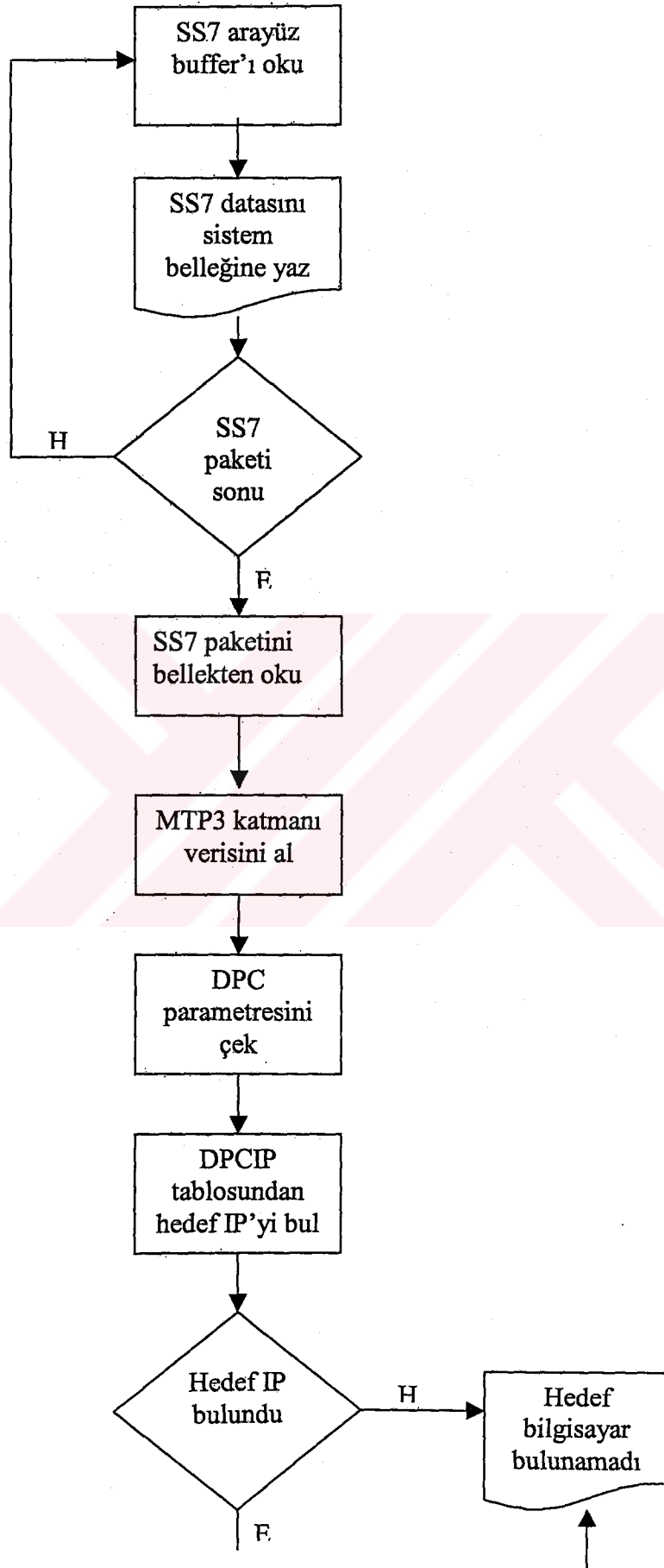
$d = (a*2048) + (b*8) + c \Rightarrow$ olduğu düşünüldüğünde, GW'den SS7 paketinden gelen DPC değeri 2-173-0 iken bunun onluk formattaki hali;

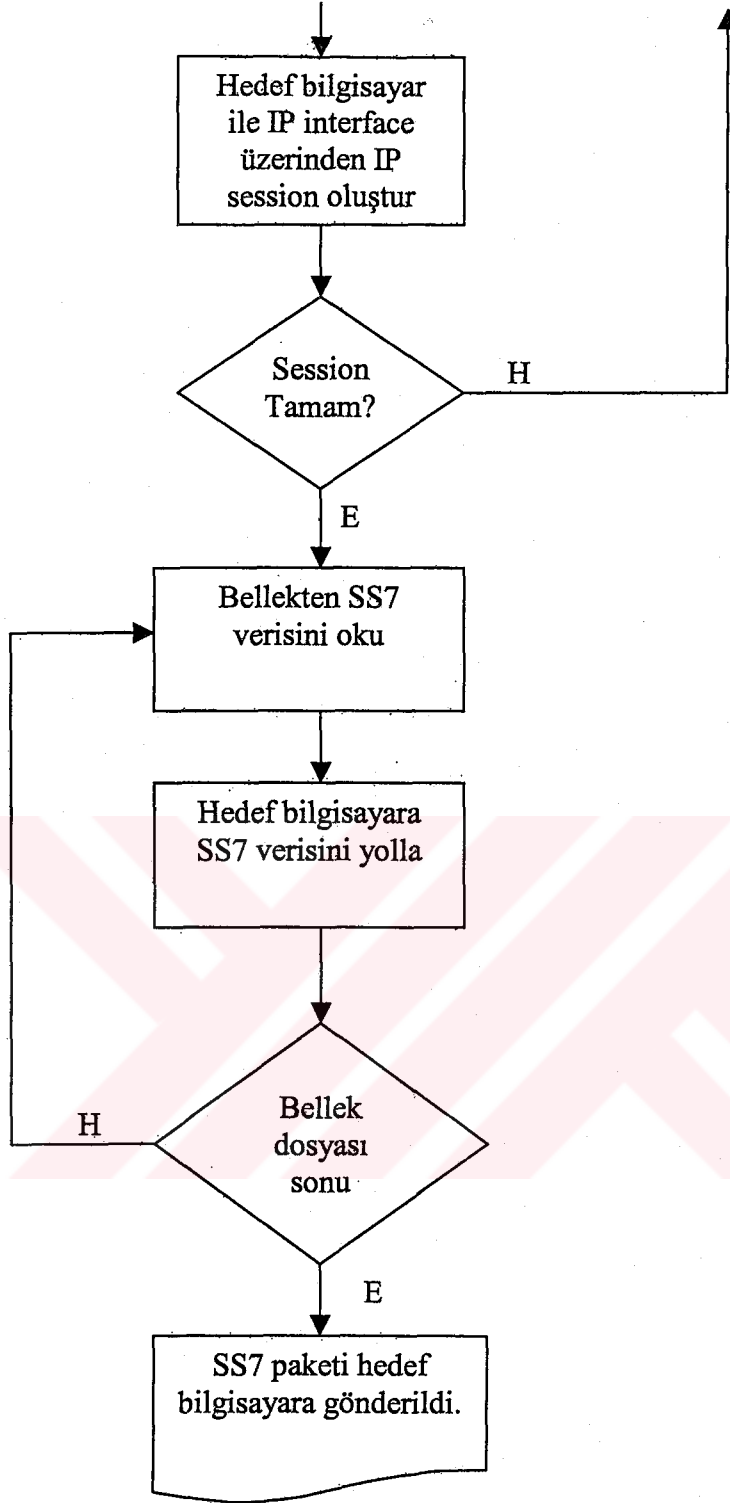
$d = (2*2048) + (173*8) + 0 \Rightarrow d=5480$ değeri elde edilir.

Elde edilen bu değere karşılık gelen IP 212.161.151.9 değeridir ve SS7 verisi, IP paketi içine konularak bu hedef gönderilir.

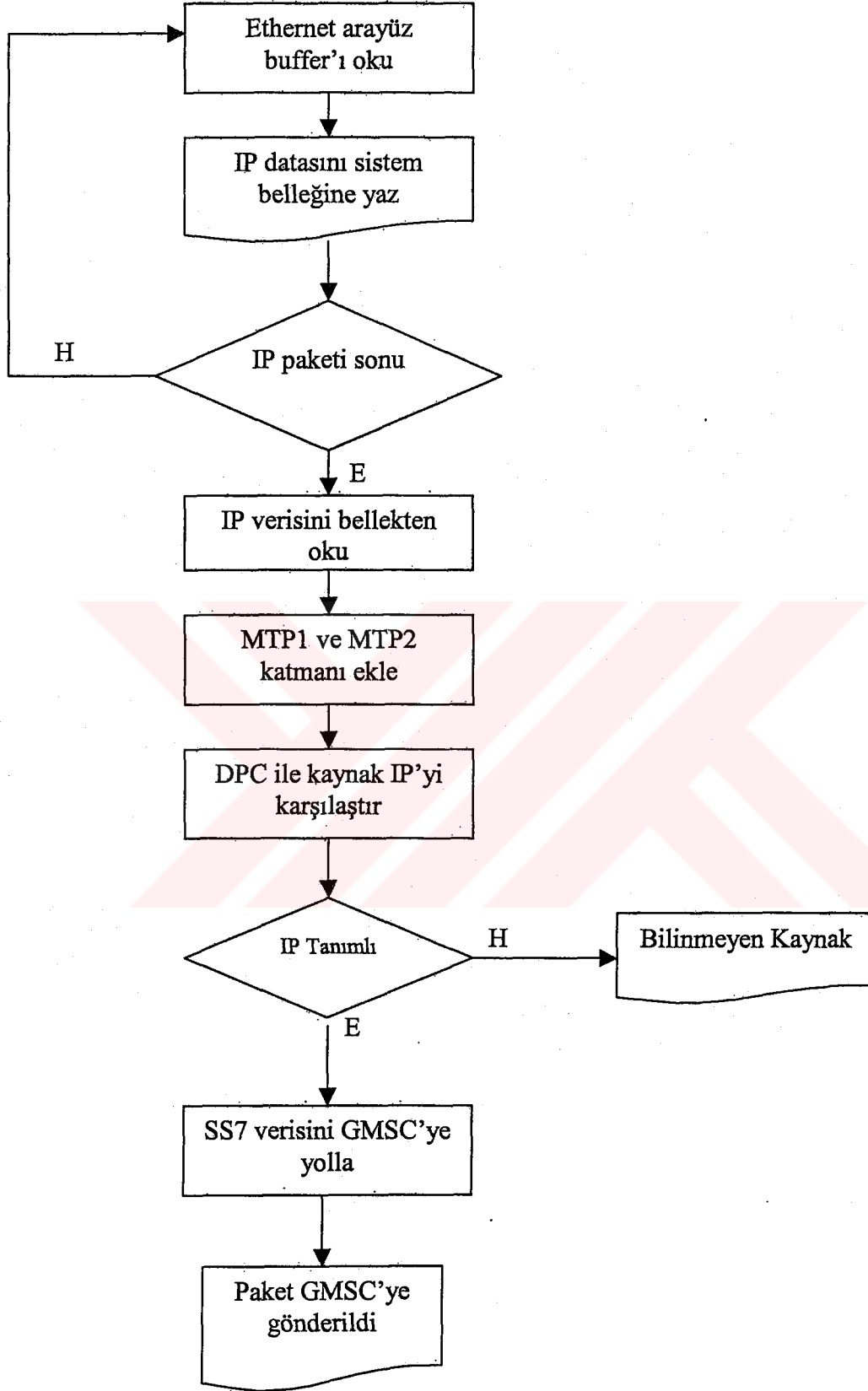
5.2.1 Uygulama programının algoritması

Uygulama programı, sisteme gelen SS7 verisini IP paketine ve IP verisini de SS7 paketine çevirir ve ilgili şebekelere gönderir. Sistem iki yönlü olduğu için, hem SS7 tarafı hem de IP tarafı için ayrı ayrı iki algoritma düzenlemek gerekmektedir. Uygulama programının şemasının ilk kısmı şekil 5.9'da gösterilmiştir.





Şekil 5.9 SS7 verisinin IP omurgasına gönderilmesinin akış şeması

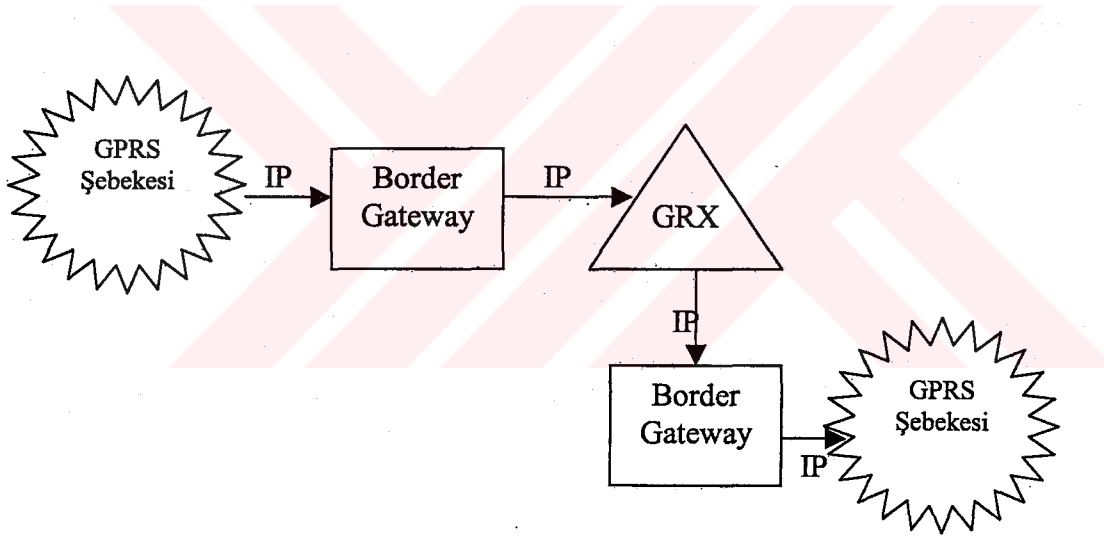


Şekil 5.10 IP paketinden SS7'in alınıp GMSC'ye yollanmasını gösteren akış şeması

5.3 Sistemde Güvenlik Çözümleri

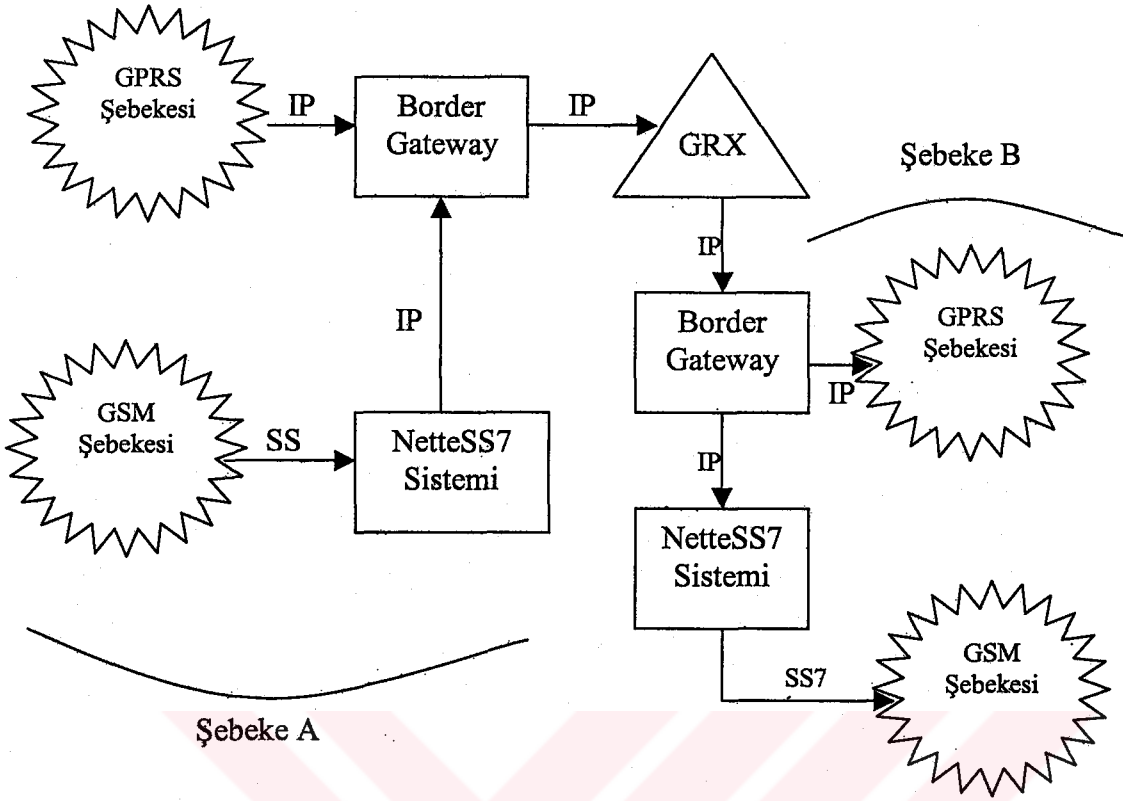
Sistemin güvenli olarak çalışması en öncelikli konulardan biridir. Bu nedenle IP paketlerinin direkt olarak Internet omurgası üzerinden gönderilmesi bazı güvenlik açıklarının oluşmasına neden olacaktır. Buna alternatif olarak düşünülen sistem iki GSM şebekesini IP bağlantısı ile bağlayan ve iki şebeke arasında GPRS Roaming'e [11] olarak sağlayan bağlantının kullanılması güvenlik açıklarının ortadan kaldıracaktır. Bir GSM Operatörü ile dünyadaki diğer GSM operatörleri arasında IP ara bağlantısı GRX (GPRS Roaming Exchange) üzerinden sağlanmaktadır. İki GSM sistemi arasındaki IP ara bağlantısı şekil 5.11'de gösterilmiştir.

İki şebeke arasında GPRS Roaming mevcut ise sağlanan IP arabağlantısı ile güvenli olarak IP paketlerinin alışverişi mümkündür.



Şekil 5.11 İki GPRS şebekesi arasında IP bağlantısının görünümü

İki şebeke arasında GPRS Roaming mevcut ise sağlanan IP arabağlantısı ile güvenli olarak IP paketlerinin alışverişi mümkündür. Fakat iki şebeke arasında GPRS Roaming mevcut değilse bizim önerimiz iki şebeke arasına özel bir IP bağlantısı sağlanmasıdır. Eğer bu bağlantı sağlanamazsa internet kullanılabilir. Fakat mevcut güvenlik açıklarının engellenmesi açısından sisteme bir ateş duvarı (firewall) eklenmesi internet omurgasının kullanılmasını daha da kolaylaştıracaktır. Sistemin, GPRS ara bağlantısına entegrasyonunun görünümü şu şekildedir.



Şekil 5.12 NetteSS7 sisteminin IP arabağlantısına entegrasyonu

GPRS Roamingde Bordar Gateway kullanılmasının sebebi, güvenlik içindir. Border Gateway Ateş Duvarı görevi görür ve sistemin güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar. Eğer iki şebeke arasında özel bir IP ara bağlantısı yoksa iki GSM şebekesinin IP haberleşmesi internet üzerinden sağlanacaktır. Meydana gelen güvenlik açıklarının ortadan kaldırmak için iki tarafa da firewall kurulması gerekmektedir.

5.4 Sistemin Beklenen Performansı

Sistemin performansını test etmek için en iyi yöntem olarak aralarında coğrafik olarak mesafe bulunan iki şebeke arasında çeşitli testler yapılmasıdır. Test senaryosu olarak bir şebeken diğerine aynı büyüklükteki IP paketlerinin ve SS7 paketlerinin gönderilmesi ve bu paketlere karşı şebekenin verdiği cevapların örnek alınmasıdır. Bu sayede iki iletim yöntemi arasındaki hız farkı da ortaya çıkmış olacaktır.

Test için Aria GSM şebekesinden TIM İtalya GSM şebekesine çeşitli SS7 paketleri SS7 iletim ortamından gönderilmiş, eşdeğer büyüklüğe sahip IP paketleri de şebekenin GPRS Roaming için kurulan IP bağlantısı üzerinden gönderilmiştir. Mesajların Aria şebekesinden çıkışı ile cevapların Aria şebekesine ulaşması arasındaki zaman farkı ile iki iletim ortamının hızları karşılaştırılmıştır. Tablo 5.3'teki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 5.3 IP ve SS7 sistemlerinin hızlarının karşılaştırılması

Mesaj Tipi	Büyüküğü (Byte)	Gidiş Dönüş Süre Farkı	
		SS7 iletim Ortamı	IP İletim Ortamı
Authentication Onay Mesajı	120 Byte	135 ms	110 ms
Update Location Mesajı	155 Byte	163 ms	121 ms
SMS Mesajı	110 Byte	130 ms	108 ms
Provide Roaming Number Mesajı	80 Byte	115 ms	88 ms

5.5 Sistemin Avantaj ve Dezavantajları

Sistemin performansını olumlu ya da olumsuz etkileyen bir çok faktör bulunmaktadır. Sistemin performansını olumlu yönde etkileyen etkenler şu şekilde sıralanabilir.

- İki GSM şebekesi arasında özel bir IP iletim hattı kurulması, IP paketlerinin iletimi, normal SS7 iletimine göre daha hızlı olduğundan sistemi normalden daha hızlı hale getirecektir.
- GSM şebekesi, SS7 bağlantısı kurmak için bir SS7 sağlayıcı ile belli prosedürlerle kontak kurup bağlantıyı sağlayacağına direkt karşı operatörle IP

bağlantısını sağlayacağı için ara bağlantı sürecini ortadan kaldıracak dolayısıyla zamandan kazanmış olacaktır.

- Eğer GSM operatörü karşı operatörle GPRS Roaming anlaşması yapmışsa, IP bağlantısını GPRS Roaming üzerinden kurması hem kolay hem de çok çabuk olacaktır.
- Sistemde bir SS7 ara yüz bulunduğu için, GSM sisteminin diğer IP tabanlı sistemlerle bir arada çalışması ve karşılıklı birli alışverişi ve IP tabanlı GSM servislerinin verilmesi daha da kolaylaşmış olacaktır. Bu sayede sistem, GSM ile birçok Ip sisteminin birlikte çalışmasını sağlayabilir.
- SS7 ara yüz kartının IP ara yüz kartına göre çok pahalı olması, gerçekleştirme aşamasında bir ek yük getirmektedir. Fakat sistemin kullanım aşamasındaki sağlayacağı maliyet düşüklüğü, başta meydana gelen maliyeti göz ardı edecek büyüklüktedir.

Sistemin dezavantajları şu şekilde sıralanabilir.

- Sistemde süreklilik çok önemli olduğundan, sistemin sürekli çalışması için gerekli bir çok parametre düşünülmelidir. Bu parametrelerden en önemlisi, sistemin paralel çalıştırılması ve güçlü sunucuların sisteme yerleştirilmesidir.
- Eğer iki operatör arasında özel bir IP bağlantısı yoksa yani iki sistem internet üzerinden IP paketlerini alıp göndereceklerse, bu sayede güvenli çeşitli güvenlik açıkları ortaya çıkacaktır, sisteme internet üzerinden yapılacak saldırılar ve çeşitli açıklar, sistemin canlı trafik üzerinde bir çok testlerden geçirilmesini gerektirmektedir.
- Sistemin birkaç alternatif yollardan internete çıkması, internet şebekesinde ortaya çıkabilecek problemlerden dolayı sistemin durmasını engelleyecektir.

5.6. Sistemin Simülasyon Ortamında Gerçeklenebilirliğinin İncelenmesi

Sistemin simülasyonu, sistemin beklenen performansı hakkında bize somut bilgiler verebilecektir. Sistemin simüle edilebilmesi için hem GSM sisteminin hem de IP sisteminin simüle edilmesi ve bu ikisinin birlikte çalışması gerekmektedir. Sistemi simüle edebilecek yazılım paketleri arasında yapılan araştırmada, sistemin simüle edilebilirliği ortaya çıkmıştır. Sistemi simüle edebilecek kapasitede iki simülasyon programı tespit edilmiştir. Bunlardan birincisi COMNET III ve diğeri de OPNET programlarıdır.

Comnet III programı, ATM şebekelerinin dizaynı ve operasyonu için geliştirilmiş bir simülasyon sistemidir. Sistemde IP protokolü tanımlı olmasına rağmen sistemin GSM tarafı için gerekli olan SS7 protokolü tanımlı değildir. Comnet'te SS7 protokolünün tanımlanması, bir protokol olarak SS7'ın türünden incelenmesi ve tüm yapıtaşlarının Comnet'e hatasız olarak aktarılması demektir. Böyle bir iş için öngörülen süre, günlük en az üç saat çalışılarak üç aya tekabül etmektedir. Bu süre süre sistemi tamamen tanıyan bir kullanıcı için verilen süredir. Sistemi tanımayan bir kullanıcı içinse bu süre altı aya kadar çıkmaktadır. Sürenin uzun olmasından dolayı sistemin Comnet III yazılımı ile simüle edilmesi tezin kapsamı dışında tutulmuştur.

OPNET, Comnet programına göre daha çok GSM sistemlerinin simülasyonuna yönelik olarak tasarlanmış bir sistemdir. Fakat bu simülasyon sistemi komut bazında çalışmaktadır. Sisteme ait tüm komutların öğrenilmesi ve simülasyonun kodlanması azami olarak beş aylık bir çalışmayı gerektirmektedir. Bu sürenin öngörülenden çok uzun olması, sistemin OPNET programı ile simüle edilmesi tezin kapsamı dışında tutulmuştur.

BÖLÜM 6. NetteSS7'A ALTERNATİF SİSTEMLER

IP teknolojisindeki son yıllarda elde edilen büyük gelişme sayesinde, klasik telekomünikasyon sistemlerinden yapılan telefon haberleşmeciliği yavaş yavaş IP tabanlı sistemlere doğru gitmektedir. Telefon haberleşmeciliğini IP iletim hattı üzerinden gerçekleştirmek için çeşitli sistemler ve protokoller geliştirilmiştir. Bunlardan en önemlisi VoIP (Voice Over IP), SigTran, SIP ve TRIP'tir.

6.1 IP Üzerinden Ses İletimi (VoIP)

VoIP [12] sistemi, telefon haberleşmesinde sesin IP paketlerine çevrilip IP iletim ortamından, internet protokolünü kullanarak transfer edilmesini sağlayan sistemdir. VoIP sistemi herhangi bir IP tabanlı sisteme rahatça entegre edilebilir. Bu IP tabanlı sistemlere örnek olarak İnternet ve LAN gösterilebilir. Burada ses sinyalleri, önce sayısallaştırılır, belli bir algoritmaya göre sıkıştırılır ve IP paketlerine dönüştürülür ve IP şebekesi üzerinden iletilir. Aynı şekilde ses iletişiminin sağlanması için gerekli olan sinyalleşme de IP seste olduğu gibi, sayısallaştırılır, sıkıştırılır ve IP paketlerine çevrilip IP şebekesine gönderilir. İnternet üzerinden telefon hizmetinin en büyük faydası, maliyetin çok düşük olması, iletişimde çoklu ortam uygulamalarına olanak sağlaması, ses ve veri için aynı iletişim sisteminin kullanılması.

VoIP gün geçtikçe daha yaygın hale gelmektedir. Fakat VoIP'te de süregelen bazı sorunların çözümü gerekmektedir. En öncelikli sorun, IP'nin veri iletimi için dizayn edilmiş bir sistem olmasıdır. Dolayısıyla sistemin temelinde sesli telefon iletişimi düşünülmediği için ses iletişimde bazı zorluklar yaşanabilmektedir. Özellikle ses iletiminin gerçek zamanlı olması, IP trafiğinin yoğun olduğu durumlarda, gecikmelere ve ses kalitesinin bozulmasına sebep olmaktadır. Bu durumda en iyi çözüm, IP üzerinden ses iletimi için özel bir sinyalleşme protokolü geliştirmek veya IP paketinin uygulamasına göre ses paketlerine öncelik tanınmasıdır. Aynı zamanda,

bir çok firma tarafından geliştirilen VoIP sistemlerinin bir arada çalışması, geliştirilen sistemlerin standartlaştırılması, sorunların azalmasında etkin rol oynayacaktır. Ayrıca ses paketlerinin internet üzerinden gönderilmesi bir güvenlik açığını da ortaya çıkarmaktadır. Bu güvenlik açığını önlemenin de en etkili yolu, paket verisinde şifreleme yapıp, bir tunel oturumu üzerinden paketleri göndermektir.

6.2 Sinyalleşme Transferi (SigTran)

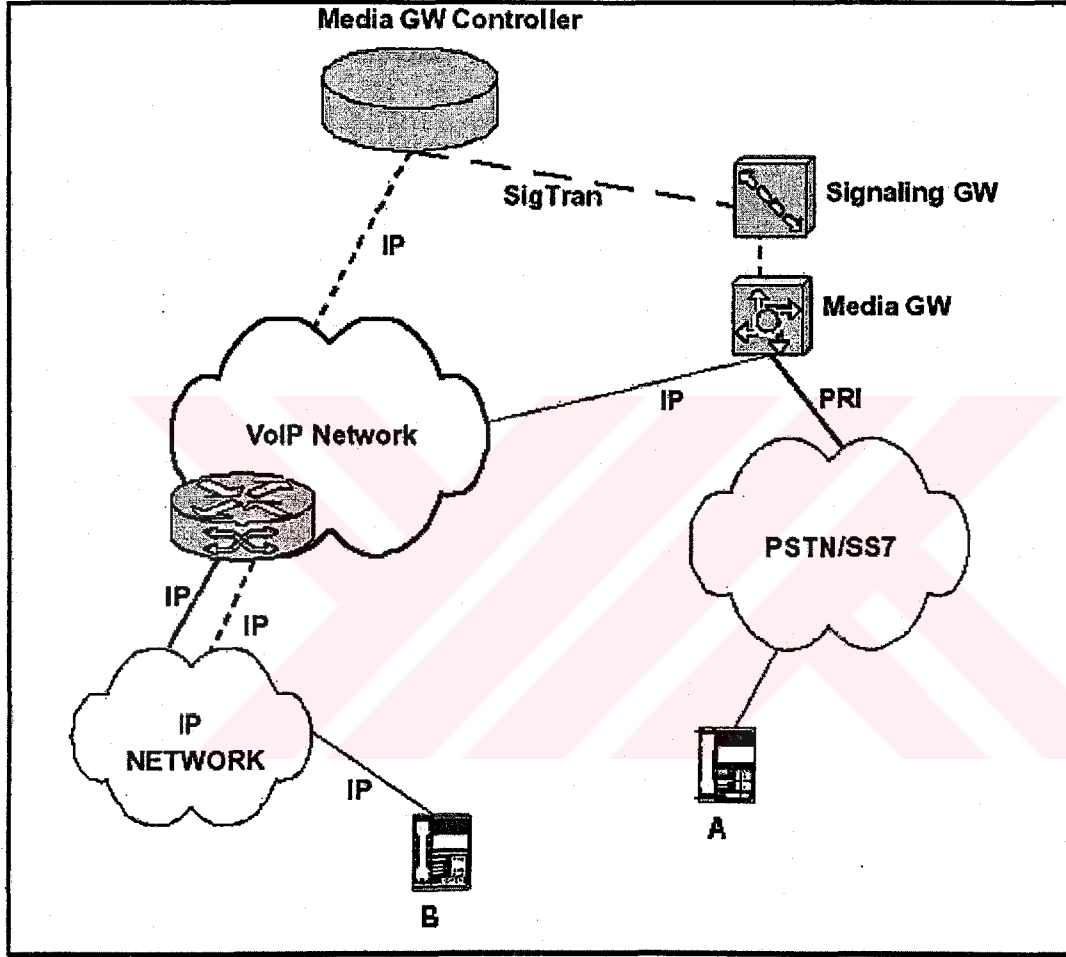
SigTran [13] sistemi, VoIP sistemini kullanarak SS7 sinyallerinin iletilmesini sağlar. Bu iletim yöntemi sayesinde, telekom firmalarına normal SS7 iletiminden çok daha düşük maliyette iletim olanağı sağlandığı için firmalar için yeni ve az maliyetli bir sistem olarak göze çarpmaktadır. VoIP üzerinden sağlanan SS7 sinyalleşmesinde yani SigTran sisteminde üç temel bileşen vardır. Bunlar, Media Gateway (MG), Signalling Gateway (SG), Media Gateway Controller (MGC) olarak bilinir.

PSTN şebekeden gelen sinyaller MG'de sonlanır. Başka bir ifade ile MG, PSTN şebeke ile VoIP şebekesi arasında bir arayüz oluşturur. PSTN'den gelen ses veya çoklu ortam verisin, belli büyüklükteki paketler haline getirir ve bu paketleri, VoIP şebekesine iletir. VoIP şebekesi de gelen paketleri, uygun yerlere yönlendirir.

SG, yine aynı şekilde PSTN ve VoIP şebekesi arasında bir arayüz oluşturur. SG sadece SS7 sinyalleşme verisinin iletimi ve alımından sorumludur. SG fonksiyonel olarak, aldığı SS7 trafiğini durdurma, bekletme ve değiştirme gibi özelliklere de sahiptir. SG, Signal Transport fonksiyonunu kullanarak, SS7 sinyallerinin PSTN şebekeden alınıp paketler halinde VoIP şebekesine gönderilmesini ve VoIP'ten gelen SS7 sinyallerinin de paket içerisinden alınıp normal PSTN şebekesine gönderilmesini sağlar. Çoğu durumda MG ve SG fonksiyonunu tek bir fiziksel sistem yerine getirir.

MGC, MG kaynaklarının yönetilmesinden ve düzenlenmesinden sorumludur. MG kaynaklarına örnek olarak ses paketleri verilebilir. MGC iletim için bir oturum oluşturup, paketleri girilen yönlendirme bilgisine göre doğru yere iletmek için çalışır. MGC bu yönlendirmeyi genelde SS7 paketi içerisindeki DPC parametresine göre yerine getirir. VoIP'den gelen sinyalleşme paketlerinin de tekrar ayrıştırıp, SS7

mesajı içerisindeki yönlendirme bilgilerini kullanarak mesajı doğru PSTN santraline iletir. MGC, PSTN ve IP şebekelerinde bir arayüz olduğu için hem E-164 telefon haberleşme adreslemesine göre bir adresi hem de, Ipv.4 adresine göre VoIP sistemi için bir IP adresine sahiptir. Şekil 6.1'de genel bir SigTran şebekesinin görünümü verilmiştir.



Şekil 6.1 SigTran sisteminin genel görünümü

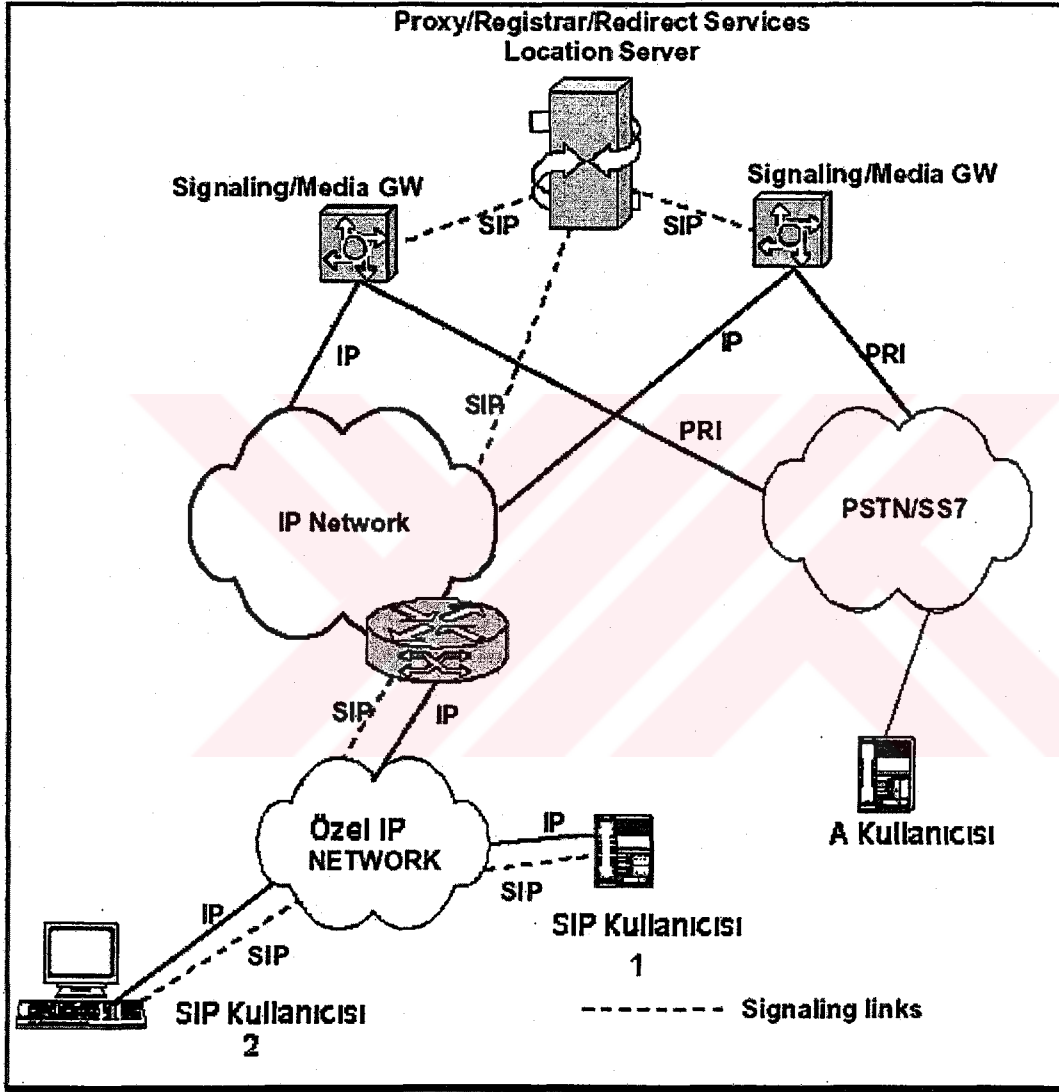
Şekil 6.1'teki diyagram yardımıyla, A kullanıcılarından B kullanıcılarına bir çağrı şu şekilde yapılır. A kullanıcısı normal bir PSTN abonesidir, B kullanıcısı ile özel bir IP şebekesine bağlı bir telefon kullanıcısıdır. A, B'yi aramak istediğinde, öncelikle B abonesinin E 164 numaralandırma formatına göre sahip olduğu numarayı çevirir. Yerel santral numaraya bakıp, kendi santralinde olmayan bir numara olduğuna karar verir ve STP'ye bir SS7 mesajı ile çağrıyı ilgili yere iletmesini ister. STP sahip olduğu veri tabanından çağrıyı VoIP sistemine yönlendireceğini bulur ve VoIP sistemine çağrıyı yönlendirir. STP sinyalleri, Media Gateway'e PRI üzerindeki D kanalından gönderilir. D kanalı media gateway'den signalling gateway'e gönderilir. SG'de SS7 sinyalini paketler ve SigTran'ı kullanarak MGC'ye gönderir. MGC, E 164 adreslerine karşılık gelen IP adresini sahip olduğu veri tabanından öğrenip, bu adresi SG üzerinden MG ye gönderir. SG ve MG bütünleşik olduğu için, çağrı MG üzerinden B numarasına kurulur.

6.3 IP Üzerinden Oturum Başlatma Protokolü (SIP)

Önceden açıklandığı gibi, bir SigTran şebekesi, VoIP'deki sinyalleşme kontrolünü yerine getirmek, bu yönde meydana gelen açıkları ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir. Burada SIP [14] devreye girmektedir. SIP, text bazlı bir protokol olup, OSI'nin oturum (session) katmanında yerini almaktadır. SIP, IP şebekesine daha gelişmiş sinyalleşme ve kontrol sağlar. SIP bir çok çoklu ortam uygulamasını da desteklemektedir. SIP, isimden ve adresten bağımsız olarak network kaynaklarını bulmak ve yönetmek üzere tasarlanmıştır. İnternet tabanlı telefon haberleşmeciliği sağlamanın yanında SIP, internet oyunları, instant messaging gibi bir çok yeni uygulamayı da desteklemektedir.

SIP şebekesinde, dört bileşen bulunmaktadır. Bunlar, kullanıcılar, registrars, proxy sunucular ve redirect sunucular. Kullanıcılar, SIP şebekesinin en uç noktasıdır. SIP2in sağladığı servislerin isteğinde bulunurlar ve başka kullanıcıların yaptıkları isteğin de hedef kullanıcısı konumundadırlar. IP telefonlar veya PC telefonları (software olarak) birer kullanıcı durumundadırlar. Registrars'lar, kendi domain network'lerine giriş yapan kullanıcıların kaydını tutar. Proxy sunucular, SIP isteklerini ve SIP cevaplarının uygun adreslere gönderirler. Redirect sunucular da,

SIP isteğini alır ve SIP isteğinde istenen kullanıcı veya sunucuya ait yer bilgisini geri gönderir. Bir çok durumda, registrar'lar, proxy sunucular ve redirect sunular aynı tek bir platformda tümleşik olarak çalışmaktadırlar. Bir SIP oturumunda, kullanıcının oluşturduğu bir oturum isteği, bir veya birden çok proxy/ redirect sunucudan geçerek hedef kullanıcıya ulaşır. Genel bir SIP şebekesi şekil 6.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 6.2 SIP şebekesinin genel görüntüsü

PSTN şebekeden SIP şebekesine basit bir çağrı şu şekilde yapılır. Bir nolu SIP kullanıcısı, proxy sunucuda kayıtlı bir kullanıcıdır. A kullanıcısı, bir nolu SIP kullanıcısının e 164 formatına göre adresini çevirir. Çağrı kurulum sinyalleri SS7 şebekesi üzerinden gider. SS7 şebekesi, çağrıyı hangi SIP/VoIP'ye bağlı MG/SG'ye göndereceğine karar verir. MG/SG'ye doğru sinyalleşme PRI D kanalından gönderilmektedir. MG/SG, proxy sunucu ile SIP sinyallerini kullanarak haberleşir. MG/SG proxy'i IP şebekesinden bir kullanıcının arandığı konusunda uyarır. Bu uyarıyı SIP mesajlarıyla yapar.

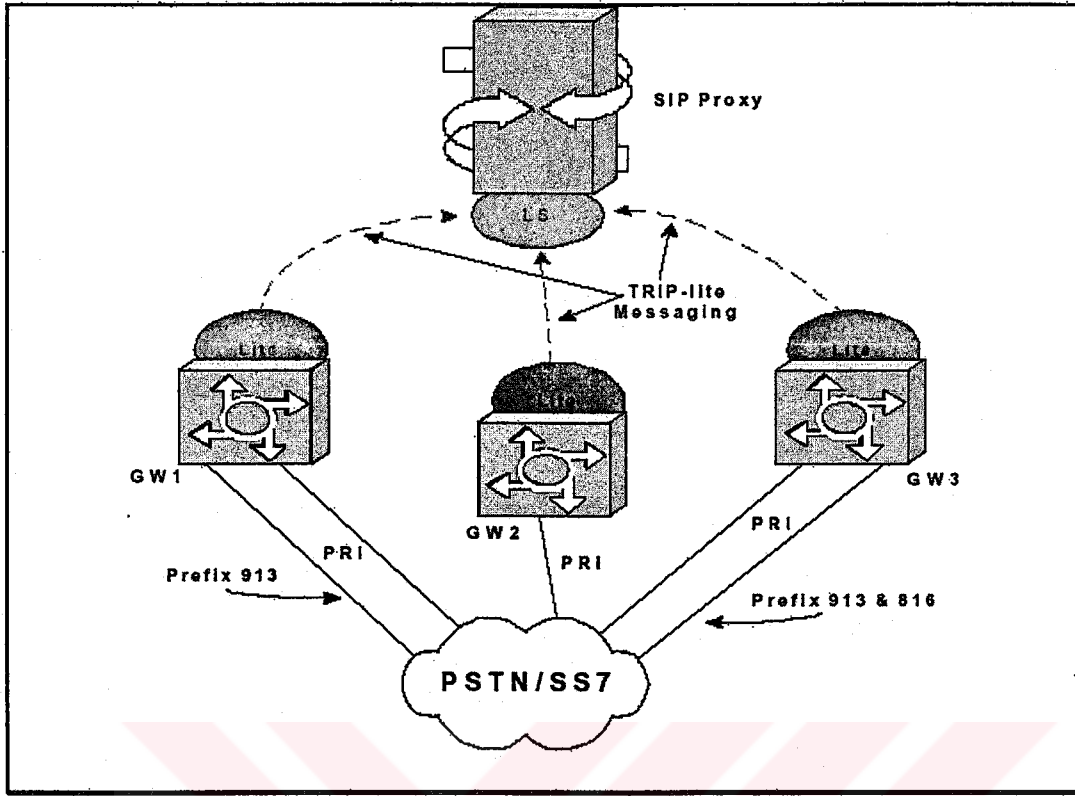
SIP aynı zamanda yer sunucusu (location server - LS) olarak bilinen bir bileşene daha sahiptir. Bu bileşen bir cihaz olarak değil, bir yazılım olarak sisteme entegredir. LS, gelen çağrılar için bir sonraki yer bilgisini kullanarak çağrının gideceği yöne belirler. LS, proxy sunucu ve redirect sunucu ile içiçedir. Genel bir SIP şebekesinde LS, kullanıcıların kayıt esnasında girdikleri yer bilgisini kullanır. Her bir kullanıcı sistemi, periodik olarak, o an servis aldıkları şebeke adresini SIP registrar servisini kullanarak sisteme girmektedir. Bu kayıt işlemi sayesinde LS her bir kullanıcının bulunduğu yerel ağdaki IP adreslerini öğrenmiş olur. Eğer kullanıcı yerel ağ dışında ise gelen çağrının bir sonraki adımını tespit etmek için NS Look Up metodu kullanılır. DNS kullanımı yavaş bir işlemdir, bir SIP ağında çağrı isteklerinin uygun adreslere yönlendirilmesinde etkin olarak kullanılır.

6.4 IP Üzerinden Telefon Yönlendirmesi (TRIP)

Önceki bölümde bahsedildiği gibi, SIP bir servis mimarisidir. IP şebekesi boyunca, text tabanlı doğrudan bir iletişim sağlar. Aynı sistem, VoIP uygulamaları için de çeşitli çoklu ortam uygulamalarını destekler. LS'in fonksiyonu gelen çağrılarda, çağrının yönlendirileceği bir sonraki adresi tespit etmektir. Şu durumda LS, dinamik network bilgisine dayanarak yönlendirilmenin nereye yapılacağına karar veremez. LS'in bu konudaki yetersizliğini ortadan kaldırmak için Telephony Routing Over IP (TRIP) sistemi geliştirilmiştir. TRIP [14], SIP/IP protokolü ile birlikte çalışan bir yönlendirme protokolüdür. TRIP, desteklediği proxyler için yönlendirme tablosu geliştirir. Proxy bu yönlendirme tablosunu kullanarak çağrının yönlendirileceği adresi tespit eder.

Bir TRIP şebekesi fiziksel olarak SIP şebekesiyle aynıdır. İkisi arasındaki fark ise, TRIP eklenmiş SIP şebekesi, fiziksel SIP bileşeninde çalışan uygulamalara ve fazladan client'lara sahiptir. TRIP şebekesindeki temel bileşenler, proxy, TRIP eklenmiş LS, üzerinde TRIP Lite Client çalışan media gateway. TRIP eklenmiş LS, TRIP speaker olarak da bilinir çünkü TRIP mesajlarını bir bileşenden diğer bileşene taşır.

Şekil 6.3'te TRIP Lite sisteminin mimarisi gösterilmiştir. GW1 ve GW3 913 nolu prefikse doğru yönlendirme yapar. Her bir GW'den geçen TRIP Lite mesajları LS'in kullanması için gerekli istatistik bilgileri LS'e sağlar. Bu sebepten dolayı, 913 prefiksi çevrildiği zaman çağrı isteği önce SIP proxy'e ulaşır. Gerekli durumlarda LS çağrıyı başka bir GW'e yönlendirir. LS'de bulunan istatistiklere göre LS, çağrıyı üzerinde en az trafik bulunan GW'e yönlendirir. Aynı zamanda, GW'den herhangi biri servis dışı kaldığında, TRIP Lite sistemi anında LS'i günceller ve bu sayede tüm çağrılar diğer GW'den yönlendirilmiş olur. Servis dışı kalan GW, tekrar çalışır duruma geldiğinde TRIP Lite tekrardan LS'i günceller ve çağrılar tekrardan iki GW arasında paylaşılır.



Şekil 6.3 TRIP Lite mimarisinin görüntümü

BÖLÜM 7. SONUÇLAR

GSM sinyallerinin IP omurgası üzerinden taşınmasını amaçlayan bu çalışmada öncelikle GSM SS7 sinyallerinin IP üzerinden taşınabilirliği üzerinde çalışılmış ve IP omurgasının da GSM sinyallerini taşıyabilmekteki kapasiteleri ölçülmüştür.

Genel olarak GSM sinyalleri de birer haberleşme bilgisi olduğu için haberleşme mantığı veri iletişimi ile aynıdır denebilir. Bu açıdan bakıldığında, GSM SS7 sinyallerinin IP üzerinden taşınmasının getireceği büyük faydalar kolaylıkla görülmektedir. En büyük fayda da, IP'nin zaten hızlı ve kolay veri iletişimi sağlamak için tasarlanmış bir iletişim sistemi olmasıdır.

GSM SS7 sinyallerini IP paketine çevirip IP omurgasına gönderen ve IP omurgasından gelen, SS7 verisine sahip IP paketlerinden SS7 verisini alıp, SS7 formatında GSM şebekesine gönderen NetteSS7 sistemi detaylı olarak açıklanmış ve buna benzer alternatif ve aynı mantıkla çalışan diğer sistemlerle karşılaştırılmıştır. Sistemin diğer sistemlerden farkı sadece GSM SS7 sinyallerini taşımak için tasarlanmış olmasıdır. Diğer sistemler sabit telefon haberleşmesi için gerekli ses ve veriyi taşımak üzere tasarlanmıştır.

Sonuç olarak, NetteSS7 sisteminin sadece veri taşımak üzere geliştirilmiş olması çalışma performansını ve güvenilirliğini olumlu derecede etkileyecektir. Bu sistem GSM şebekeleri arasındaki arabağlantı maliyetlerinde azalmaya sebep olacak ve SS7 sağlayıcılara ödenen yüksek ücret ortadan kalkacaktır. İki şebekenin internet üzerinden haberleşmesi durumunda güvenlik sorunları ortaya çıkacaktır. Bu güvenlik sorunları sistemin açıklarından biri olarak kabul edilebilir.

BÖLÜM 8. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

GSM sistemlerinin özellikle son yıllarda büyük gelişme göstermesi, GSM SS7 sinyallerinin IP üzerinden taşınması konusunda çeşitli sistemlerin geliştirilmesine ve bu konuda bazı akademik çalışmalar yapılmasına sebep olmuştur. Fakat GSM'in çok yeni bir teknoloji olması bu konuda daha fazla çalışmanın yapılmasını gerektirmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar genelde sabit telefon sinyallerinin ve ses haberleşmesinin IP üzerinden iletimini kapsamaktadır. Bu açıdan bakıldığında GSM ve IP'yi birleştiren sistemlerin tasarımı ve geliştirilmesi konusunda bir çok çalışma yapılabileceği görülmektedir.

NetteSS7 sisteminde sadece GSM SS7 sinyallerinin IP üzerinden iletimi üzerinde çalışılmıştır. Bu sistem daha da geliştirilip, sabit telefon sistemlerinin sinyalleşmeleri de bu sistem üzerinden aktarılabilir. Ayrıca SS7 sinyallerini bilgisayar ortamına aktaran SS7 arayüz kartlarının tasarımı ve geliştirilmesi konusunda da akademik çalışmalar yapılabilir. Bu konudaki eksikler, bu kartları elde etmenin ve kullanmanın maliyetlerini yükseltmektedir.

Bu çalışmada anlatılan NetteSS7 sisteminin en önemli eksiklerinden biri olarak karşımıza çıkan güvenlik açığı üzerine çeşitli çalışmalar yapılabilir. Bu konuda çeşitli güvenlik programları ve sistemleri geliştirilebilir. Ayrıca IP paketi içine konulan SS7 verisi için de bir şifreleme algoritması geliştirilip, bilgi güvenliği sağlanması yolunda çeşitli adımlar atılabilir.

Sistemin performansının testi ve buna benzer test sistemlerinin geliştirilmesi de ayrı bir çalışma konusu olabilecek derecede önemlidir. Çünkü telefon haberleşmecisinde süreklilik en önemli unsurlardan biridir ve GSM şebekesiyle birlikte çalışan NetteSS7 sisteminin de en az GSM sistemi kadar sürekli çalışması öngörülmektedir.

Sistemin simüle edilmesi de geniş çapta bir çalışma gerektirmektedir. Bu tür sistemleri simüle eden programlar, kullanımı zor ve maliyet olarak pahalı programlardır. Sistemin uygun bir simülasyon programında simüle edilmesi sistemin beklenen performansına dair çok önemli değerlerin elde edilmesine olanak sağlayacaktır. Sistemin simülasyonunun yapılmamış olması tezin eksik yönünü oluştururken, bu konuda çalışacak kişilere bu tür sistemlerin simülasyonun çok önemli olduğu belirtilmelidir.



KAYNAKLAR

- [1] Ericsson Telecom Co., "Signalling System Number 7 in GSM", GSM Training Books, Sweden, 2001
- [2] Uyless D., "ISDN and SS7: Architectures for Digital Signaling Networks", Prentice Hall, USA, 2000
- [3] Alcatel Telecom Co., "SS7 Signalling", GSM Training Books, France, 1998
- [4] Gunnar H., "GSM Networks: Protocols, Terminology, and Implementation", Artech House, USA, 1999
- [5] Ericsson Telecom Co., "GSM Overview", GSM Training Books, Sweden, 2000
- [6] Armada Networking Academy, "Internetworking ve TCP/IP", İnternet ve TCP/IP Kurs Döktümanı, İstanbul, 1998
- [7] Douglas C., "Internetworking with TCP/IP Vol.1: Principles, Protocols, and Architecture ", Hardcover, USA, 2000
- [8] Lawrance H, "SS7 and Internet Protocol (IP) : Call Signaling using SIGTRAN, SCTP, MGCP, SIP", Digital, USA, 2002
- [9] GSM Association, "End-to-End Functional Capability Specification for Inter-PLMN Roaming (Stage 4 Testing)", Permanent Reference Document, London, 2002
- [10] Telesoft Technologies, "MPAC-1200 SS7 Interface Card", System Reference Document, UK, 2002
- [11] GSM Association, "End – to – End Functional Capability Test Specification for Inter-PLMN GPRS Roaming", Permanent Reference Document, London, 2002
- [12] Goode B., "Voice Over Internet Protocol", IEEE, USA, 2002
- [13] SS7 Organization, "SigTran System Reference Documents", www.openss7.org, 2003
- [14] Schlesener C., "Performance Evaluation of Routing Over IP (TRIP)", Master Thesis, Kansas State University, 1996

ÖZGEÇMİŞ

Çağatay Neftali Tülü, 10 Ekim 1978 tarihinde Adana'nın Hocalı Köyü'nde doğmuştur. İlk öğrenimini aynı köyde tamamlamış, orta ve lise öğrenimini de Adana'da tamamlamıştır. 2000 yılında Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. Son olarak, 2003 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği Bölümünde yüksek lisansını tamamlamıştır. Halen Aria Telekomünikasyon A.Ş.'de Uluslararası Dolaşım ve Sinyalleşme Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

