

## GENEL PAKET RADYO SERVİSİ (GPRS) YAPISI, PROTOKOLLERİ VE KAYNAK YÖNETİMİ

Necmi TAŞPINAR<sup>1</sup>, Yılmaz KOÇAK<sup>2</sup>, M. Akif SABAH<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik Bölümü, 38039 Kayseri

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Adana Meslek Yüksekokulu, 01330 Adana

<sup>3</sup>AGM Bilgisayar , 33180 Mersin

**Özet:** Genel Paket Radyo Servisi (GPRS), paket veri ağlarına kablosuz erişimi basitleştiren ve hızlandıran GSM için yeni bir taşıyıcı hizmetidir. Harici paket veri ağları ile gezgin istasyonlar arasında kullanıcı veri paketlerini transfer etmek için paket radyo prensibini kullanır. Paket anahtarlama metodu kullandığı için devre anahtarlama metodu kullanan geleneksel GSM'e göre oldukça hızlıdır ve transfer edilen veri miktarına göre ücretlendirildiğinden GSM'e göre oldukça ucuzdur. Bu makalede, literatürde bulunan çalışmalardan faydalanarak GPRS protokol yapısı, oturma yönetimi, hareketlilik yönetimi, yönlendirme, kanal kodlama gibi kaynak yönetimi konuları incelenmiş ve GPRS ile IP ağları arasındaki etkileşim tanıtılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Genel Paket Radyo Servisi (GPRS), Paket Anahtarlama, Oturma Yönetimi, Hareketlilik Yönetimi, Yönlendirme, Kanal Tahsis

## GENERAL PACKET RADIO SERVICE (GPRS) ARCHITECTURE, PROTOCOLS AND RESOURCE MANAGEMENT

**Abstract:** GPRS is a new bearer service for GSM that improves and simplifies wireless access to packet data networks. Packet radio principle is used to transfer data packets between external data networks and mobile stations. It is faster than conventional GSM because it uses packet switching method and because it is billed according to the amount of transferred data, it is cheaper than GSM. In this paper, it is investigated GPRS protocol structure, source management such as session management, mobility management, routing, channel coding and it is introduced the interaction between GPRS and IP networks by using the studies in the literature.

**Key Words:** General Packet Radio Services (GPRS), Packet Switching, Session Management, Mobility, Management, Routing, Channel Assignment.

### 1. Giriş

Son yıllarda dünya genelinde İnternet popüleritesindeki artış, sabit telefon ağlarında veri trafiğini oldukça arttırmıştır. Bununla beraber gezgin haberleşme teknolojilerindeki gelişmeler İnternet erişimini konumdan bağımsız olması gereğini gündeme getirmiş ve gezgin haberleşme ürünleri ile İnternet erişimi zamanla artmıştır. Sonuçta İnternet kullanıcılarındaki artış gibi hücresel gezgin telefon kullanıcılarındaki artış, her iki yeniliği kapsayan hücresel kablosuz veri hizmetinin uluslararası teknoloji pazarında geniş bir alana sahip olmasını sağlamıştır. Son yıllarda, kablosuz veri hizmeti için talep oldukça artmış buna paralel olarak kullanıcılar yüksek performanslı kablosuz İnternet erişimine ihtiyaç duymuşlardır.

GSM (Global System for Mobile Communications), ETSI (the European Telecommunications Standarts Institute=Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü) tarafından geliştirilmiş hücresel haberleşme için bir Avrupa standardıdır. Bu standart Avrupa'da ve dünyanın diğer ülkelerinde kısa zamanda geniş bir alana

yayılmıştır. GSM'in en önemli hizmeti ses iletimidir. Ses sayısal olarak kodlanır ve devre anahtarlamalı kipte GSM tarafından iletilir. GSM ses hizmeti yanında veri transferi hizmeti de vermektedir. Fakat devre anahtarlamalı veri kanalları kullanımından dolayı havada bit hızı en fazla 9.6 kbit/s olmaktadır [1]. Bit hızını artırmak için yüksek hızlı devre anahtarlamalı veri (HSCSD=High Speed Circuit-Switched Data) teknolojisi geliştirilmiştir. Bu yöntemle her kullanıcı için daha fazla zaman bölmesi (slot) tahsis edilmiş ve dolayısıyla hız artırılmıştır. Fakat web tarama gibi veri uygulamalarında yetersizdir.

Mevcut hücresel veri hizmetleri, kullanıcıların ve hizmet sağlayıcıların isteklerini tam olarak yerine getirememektedir. Kullanıcılar açısından veri akışı çok yavaş, bağlantı süreci çok zaman almakta ve oldukça karmaşıktır. Bunların ötesinde hizmet oldukça pahalıdır. Teknik açıdan ise, mevcut kablosuz veri hizmetleri, devre anahtarlamalı radyo iletişimi (Circuit Switched Radio Transmission) esasına dayanması dezavantajına sahiptir. Hava arabiriminde tek kullanıcı için, tam bir çağrı periyodunda trafik kanalının tamamı tahsis edilmiştir. Grupsal trafik sebebiyle (örneğin İnternet trafiği) yüksek derecede kaynak yetersizliğine sebep olur. Grupsal trafik kanallarında, paket anahtarlamalı taşıyıcı hizmetler devre anahtarlamalı trafik kanallarının kullanımından daha iyidir. Çünkü, ihtiyaç duyulduğunda sadece bir kanal tahsis edilecek ve paketin iletiminden sonra aniden serbest kalacaktır. Böylece bir çok kullanıcı tek bir fiziksel kanalı ortaklaşa kullanabilecektir. Bu olay istatistiksel çoğullama olarak adlandırılır [2].

Bu yetersizlikleri gidermek için iki tür hücresel paket veri teknolojisi geliştirilmiştir. Bunlar; AMPS, IS-95 ve IS-136 için Hücresel Sayısal Paket Verisi (CDPD), Genel Paket Radyo Servisi (GPRS).

GPRS temelde GSM için geliştirilmiş olmasına karşılık IS-136 sistemi ile de bütünleştirilmiştir. GPRS, paket veri ağlarına kablosuz erişimi kolaylaştıran ve güçlendiren GSM için yeni bir taşıyıcı hizmettir. Harici paket veri ağları ile gezgin istasyonlar arasında kullanıcı veri paketlerini transfer etmek için paket radyo (telsiz) prensibini kullanır. Paketler GPRS gezgin istasyonlarından paket anahtarlamalı ağlara doğrudan yönlendirilir. IP esaslı ağlar ve X.25 ağları GPRS mevcut sürümlerini desteklemektedir.

GPRS kullanıcıları daha kısa erişim süresine ve daha hızlı veri akış oranına sahiptir. Geleneksel GSM sisteminde, bağlantı kurulumu birkaç saniye almaktadır ve veri iletim hızı 9.6 kbit/s ile sınırlıdır. GPRS ağ oturum kurulumunu bir saniyenin altında gerçekleştirmekte ve veri hızı ISDN'lerde olduğu gibi onlarca kbit/s (170 kbit/s) değerlerine ulaşmaktadır.

Ayrıca ücretlendirme açısından, GPRS paket veri iletişimi, devre anahtarlamalı servislerden daha uygundur. Devre anahtarlamalı hizmetlerde, ücretlendirme bağlantı süresince yapılmaktadır. Bu durum grupsal trafik uygulamalarında oldukça dezavantajlıdır. Kullanıcı bir web sayfasında sörf yaparken bile yani herhangi bir veri transfer etmezken de ücret ödemektedir. Buna karşılık paket anahtarlamalı hizmetlerde, ücretlendirme transfer edilen veri miktarına göre yapılmaktadır. Kullanıcı uzun süre online olsa bile eğer veri transfer etmiyorsa ücretlendirmeye tabii tutulmayacaktır.

GPRS son birkaç yıl içerisinde ETSI (the European Telecommunications Standarts Institute=Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü) tarafından standartlaştırılmıştır. İlk ortaya atıldığı günden bu yana çok fazla talep almış 2000 yılı ortalarında bir çok ülkede bu sistem kullanılmaya başlanmıştır [2].

## 2. Gereç ve Yöntem

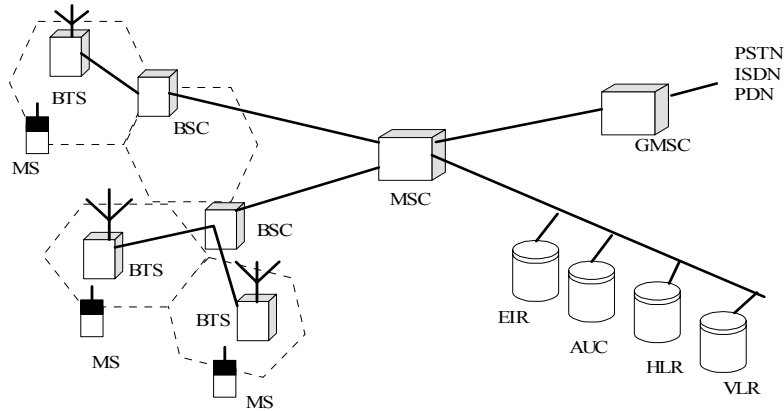
### 2.1 Sistem Yapısı

GPRS mimarisini anlayabilmek için öncelikle GSM sistem ve adresleme kavramını incelememiz gerekir.

#### 2.1.1 GSM Sistem Mimarisi

Hüresel gezgin haberleşme, frekansın yeniden kullanımı kavramı üzerine inşa edilmiştir. Yani haberleşme hizmetine tahsis edilmiş sınırlı spektrum birbiriyle çakışmayan N adet kanal kümesine bölünmüştür. Her bir kanal kümesi altıgen şeklindeki hücrelerden oluşmuştur. N sayısının seçimi, yerel yayılma çevresi, trafik dağılımı ve maliyet gibi kavramlara bağlıdır. Yayılma çevresi komşu kanallardan gelen girişim etkilerini düzenler. Hücrenin büyüklüğü yerel trafik dağılım ve talebe göre ayarlanabilir. Trafik talebinin yoğun olduğu yerlerde hücre daha küçük olacaktır. Hücrenin küçük olması Baz istasyonu alt sistemi (BSS: Base Station Subsystem) inşası için daha fazla ekipman gerektirecektir. Buna karşılık spektrumun kullanımındaki etkinlik artacaktır. Sayısal modülasyon sistemleri aynı servis kalitesi için küçük işaret gürültü oranı (SNR=Signal to Noise Ratio) ile işleyebileceğinden, daha küçük yeniden kullanım mesafesi ve daha etkin frekans kullanımını sağlayacaktır [3].

Şekil-1'de verilen yapı bir GSM genel karasal gezgin ağıın temel kısımlarını göstermektedir. Bir hücre baz alıcı-verici istasyonunu (BTS=Base Transceiver Station) içerisine alan radyo alanı ile sınırlandırılır. Bir çok BTS bir baz istasyon denetleyicisi (BSC=Base Station Controller) tarafından kontrol edilir. BTS ve BSC bir araya gelerek BSS'i oluşturur. BSS'ler radyo kaynak yönetimini sağlar ve radyo kanalları ile bağlı bulunduğu gezgin anahtarlama merkezi (MSC=Mobile Switching Center) arasında anahtarlama görevi yapar. Bir mobil istasyon kendi hücreleri içerisinde MSC tarafından yönlendirilir. MSC gezgin sistem için beyin görevini üstlenir. Çağrı işaretleşme ve işleme işlemlerini kontrol eder ve bir gezgin istasyon dolaşırken bir istasyondan diğerine mobil bağlantının devir teslimini koordine eder. ISDN gibi sabit bir ağdan gelen veya bu ağda son bulan bağlantılar Ağ Geçidi Gezgin Anahtarlama Merkezi (GMSC=Gateway Mobile Switching Center) tarafından kontrol altında tutulur. GSM ağları hiyerarşik bir yapıya sahiptir. En azından MSC'ye tahsis edilmiş bir yönetici bölgeden oluşur. Her yönetici bölge en az bir yerleşim alanından oluşur. Bir yerleşim alanı birden fazla hücre gruplarından oluşur. Her bir hücre grubu bir BSC'ye tahsis edilir.



Şekil 1. GSM sistem yapısı [2]

Çağrı yönetimi ve ağ yönetimi için ana konum kayıtcısı (HLR=Home Location Register), ziyaretçi konum kayıtcısı (VLR=Visitor Location Register), doğrulama merkezi (AUC=Authentication Center) ve ekipman kimliklendirme kayıtcısı (EIR=Equipment Identity Register) gibi veri tabanlarından oluşur. Bütün kullanıcılar için, kullanıcı profili gibi kalıcı bilgileri ve kullanıcının o anki konumu gibi geçici bilgileri HLR içerisinde kayıt edilir. Kullanıcıya bir çağrı yapıldığında, kullanıcının yerini tespit etmek için HLR sorgulanır. VLR ise yerleşim alan gruplarından sorumludur ve o anda sorumluluğunda bulunan kullanıcıların bilgilerini depolar. Bu durumda hızlı erişim için geçici kullanıcı bilgilerin bir kısmı HLR'den VLR'ye aktarılır. Fakat VLR geçici kimliklendirme gibi yerel bilgileri tahsis eder ve kaydeder. AUC şifreleme ve parola bilgileri gibi güvenlikle ilgili bilgileri üretir. EIR ise üye bilgilerinden ziyade ekipman bilgilerini kayıt eder [2].

### 2.1.2 Adres, Tanımlayıcı ve Numaralama

GSM kullanıcı ve ekipman bilgilerini ve onlarla ilgili bilgileri birbirinden açıkça ayırır. Ayrıca telefon numaraları, üyeler, ekipman tanımlayıcıları ve diğer tanımlayıcılar tanımlanır. Bu nedenle bütün üyelerin hareketliliği yönetilmeli ve bütün ağ elemanları adreslenmelidir. Uluslararası gezgin istasyon ekipman kimliği (IMEI=International Mobile station Equipment Identity) bir gezgin istasyonu tanımlar. Bu tanımlama bir nevi seri numarası verme şeklindedir. IMEI üretici firma tarafından tahsis edilir ve ağ operatörü tarafından EIR içinde saklanır.

Her kayıtlı kullanıcı uluslararası gezgin üye kimlik (IMSI= International Mobile Subscriber Identity) numarası ile tanımlanır ve bu numara üye kimlik modülü (SIM=Subscriber Identity Module) içerisinde saklanır. Bir gezgin istasyon, eğer geçerli IMEI numaralı bir cep telefonuna yerleştirilmiş ve geçerli IMSI numaralı SIM var ise işleve başlayabilecektir.

Gezgin istasyonun gerçek telefon numarası gezgin üye ISDN (MSISDN=Mobile Station Integrated Services Digital Network) numarasıdır. Üyenin mevcut konumundan sorumlu VLR geçici gezgin üye kimlik numarası tahsis eder.

Numaralama gezgin kullanıcıya veya gezgin istasyona tahsis edilmiş uluslararası ISDN numarasından ibarettir. Gezgin istasyon ISDN (MSISDN) numarası ülke kodu (CC=Country Code), ulusal hedef kodu (NDC=National Destination Code) ve üye numarası (SN=Subscriber Number) gibi numaralardan oluşmuştur [3]. MSISDN numarası PSTN/ISDN üyesi tarafından çağrılmak için ve çağrıyı MSC'nin ağ geçidine yönlendirmek için kullanılır. Yeniden yönlendirme bilgisi HLR'den elde edilen çağrının sürekliliğini sağlayan bir gezgin istasyon dolaşım numarası (MSRN=Mobile Station Roaming Number) tarafından belirlenir. MSRN, VLR tarafından tahsis edilmiş ve konum güncelleme veya her bir çağrıda HLR'ye gönderilen geçici bir numaradır.

Sabit bir telefon ağından gezgin telefona çağrı yapıldığında ilk önce NDC tanınır ve çağrı MSC'ye yönlendirilir. Sonra çağrının yeniden yönlendirilmesini sağlayan MSRN için HLR MSC tarafından sorgulanır. Eğer uluslar arası bir çağrı yapılmış ise ilk önce uluslar arası önek tanınır ve çağrı en yakın ISC'ye yönlendirilir. ISC bir PLMN'i gösteren NDC'yi tanır ve eğer destekleniyorsa HLR sorgulanır. Bu durumda kullanıcının serbest dolaşım numarası alınır ve çağrı MSC'ye yönlendirilir. HLR desteklenmiyorsa çağrıyı yapan üyenin bağlı olduğu PLMN'nin ISC'sine çağrı yönlendirilir [3].

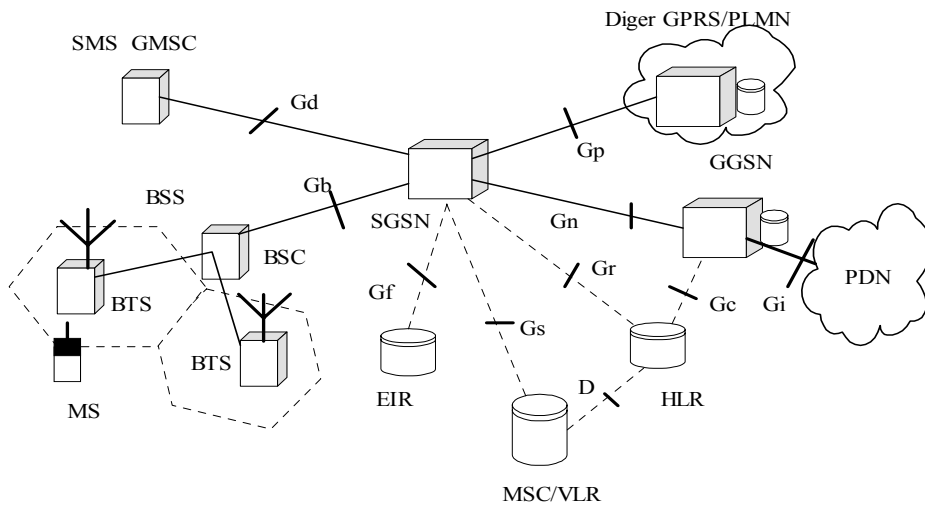
### 2.1.3 GPRS Sistem Yapısı

GPRS, ETSI tarafından var olan GSM yapısı üzerinde değişiklikler yapılarak meydana getirilmiş ve hizmete sunulmuştur. GPRS sistem yapısı Şekil-2'de görülmektedir.

Mevcut GSM yapısı içerisinde GPRS'i entegre edebilmek için GPRS destek düğümleri (GSN=GPRS Support Node) adı verilen yeni bir ağ düğümleri sınıfı tanımlanmalıdır. Harici paket veri ağları (PDN=Packet Data Networks) gezgin istasyonlar arasındaki veri paketlerinin yönlendirilmesinden sorumludur. Sunucu GPRS destek düğümü (SGSN=Servicing GPRS Support Node) servis alanı içerisindeki gezgin istasyona giden ve istasyondan gelen veri paketlerinin dağıtımından sorumludur. SGSN'nin görevleri arasında, paket yönlendirme ve transfer, hareketlilik yönetimi (bağlama, ayırma ve konum yönetimi), mantıksal link yönetimi, doğrulama ve yükleme fonksiyonları gibi işlevler de gelmektedir. SGSN'nin konum kayıtçısı, kayıtlı GPRS kullanıcıların profillerini ve konum bilgilerini kaydeder.

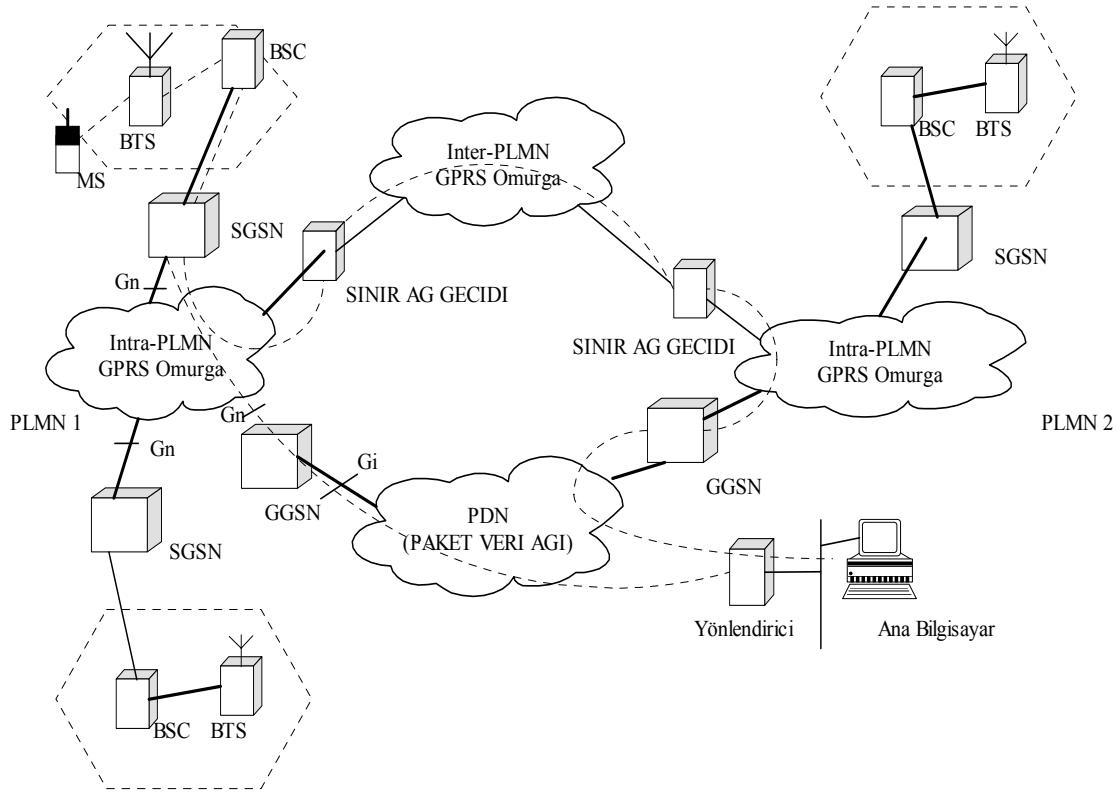
Ağ geçidi GPRS destek düğümü (GGSN=Gateway GPRS Support Node) harici paket veri ağları ve GPRS kaburgası arasında ara yüz görevi yapar. SGSN'den gelen GPRS paketlerini uygun paket veri protokolüne (PDP=Packet Data Protocol) (IP veya X.25 gibi.) dönüştürür ve paket veri ağına gönderir. Tersi istikamette ise gelen veri paketlerinin PDP adresleri hedef kullanıcının GSM adresine dönüştürülür. Yeniden adreslenen paketler sorumlu SGSN'e gönderilir. Bu amaçla, GGSN kullanıcının mevcut SGSN adresini ve profilini kaydeder. GGSN aynı zamanda doğrulama ve yükleme fonksiyonlarını da üstlenir. Bir GGSN bir çok SGSN için harici paket veri ağları için bir arabirimdir. SGSN ise sahip oldukları paketleri farklı GGSN'ler üzerinden farklı ağlara gönderir. Şekil-2'deki Gb arabirimi BSC ile SGSN arasında bağlantı kurar. Gn ve Gp arabirimleri vasıtası ile kullanıcı verileri ve işaret verilerinin GSN'ler arasında transferi gerçekleşir. Eğer SGSN ve GGSN aynı PLMN içerisinde ise Gn arabirimi, farklı PLMN içerisinde ise Gp arabirimleri kullanılır. Bütün GSN'ler bağlantılarını IP tabanlı GPRS omurgaları ile gerçekleştirirler. GSN'ler PDN paketlerini GPRS Tünel Protokolünü (GTP=GPRS Tunneling Protocol) kullanarak iletir. GPRS omurgaları iki gruba ayrılabilir [2]:

1. Intra-PLMN omurga ağları aynı PLMN içerisindeki GSN'leri bağlar.
2. Inter-PLMN omurga ağları ise farklı PLMN içerisindeki GSN'ler arasında bağlantı kurar.



Şekil 2. GPRS sistem yapısı [2]

Şekil-3'de bir inter-PLMN omurga ile birbirlerine bağlanmış farklı iki intra-PLMN omurga ağı gösterilmiştir. PLMN ile harici inter-PLMN arasındaki ağ geçidi sınır ağ geçidi olarak adlandırılır. Sınır ağ geçitleri kayıtsız kullanıcılara ve istenmeyen saldırılara karşı sistemi savunma görevini yerine getirir. İki SGSN arasındaki Gn ve Gp arabirimleri bir gezgin istasyon bir bölgeden başka bir bölgeye geçtiği zaman kullanıcı profillerindeki değişikliklere müsaade eder. Gi PLMN ile İnternet veya kurumsal intranetler arasında bir arabirim oluşturur.



Şekil 3. GPRS sisteminde yönlendirme [ 2 ]

HLR, PLMN içerisindeki her GPRS kullanıcıları için PDP adreslerini, mevcut SGSN adreslerini ve kullanıcı profil bilgilerini saklar. Gr arabirimi HLR ve SGSN arasında bilgi alış verişi görevini üstlenir. SGSN bir gezgin istasyonun mevcut konumu hakkında HLR'yi bilgilendirir. Kullanıcının konumu ve profilini sorgulamak için ve dolayısıyla konum kayıtlısındaki bilgileri güncelleyebilmek için GGSN ile HLR arasındaki işaretleme yolu GGSN tarafından kullanılabilir. Ayrıca devre anahtarlamalı hizmetler (geleneksel GSM) ve paket anahtarlamalı hizmetler (GPRS) arasındaki koordinasyonu sağlamak için MSC/VLR devreye sokulabilir. Devre anahtarlamalı GSM çağrılarının sayfalama istekleri SGSN tarafından yerine getirilebilir. Bu amaçla Gs arabirimi SGSN ve MSC/VLR veri tabanlarını birbirine bağlar. GPRS ile SMS mesaj alış verişini gerçekleştirebilmek için Gd arabirimi tanımlanmıştır. Gd arabirimi SGSN ile SMS-GSM kısımlarını birbirine bağlar.

#### 2.1.4 GPRS Terminalleri

GPRS ve GSM sistemleri birlikte çalışmayı ve kullanıcılar arasında kaynakların dinamik olarak paylaşımını destekler. Bu nedenle terminaller üç sınıfa ayrılmışlardır.

- 1) A sınıfı gezgin istasyon, kullanıcıya herhangi bir kesinti olmaksızın devre anahtarlamalı ve paket anahtarlamalı bağlantıları aynı anda destekler.

- 2) B sınıfı gezgin istasyon GSM ve GPRS'e aynı anda bağlantı yapabilir, fakat bir sesli çağrı geldiğinde GPRS ile veri transferi geçici olarak beklemeye alınır ve sesli görüşme sona erdikten sonra veri transferi kaldığı yerden devam eder. Yani A sınıfı gezgin istasyonundan farkı, herhangi bir anda sadece iki hizmetten birisini kullanabilir.
- 3) C sınıfı gezgin istasyon ise herhangi bir anda protokollerden sadece bir tanesine erişime imkanı sağlar. Diğer bir ifade ile hem GPRS hem de geleneksel GSM hizmetlerine erişim yapabilen C sınıfı gezgin istasyonda aynı anda kullanım ve kayıt mümkün değildir. Sadece SMS mesajları aynı zamanda alınabilir ve gönderilebilir.

GPRS gezgin istasyonu, modem gibi bir arabirime erişimi sağlayan tipik bir telefon alıcısı olan gezgin terminal ve bir diz üstü bilgisayar veya kişisel sayısal yardımcı (PDA) olan bir terminal aygıtından oluşur.

## 2.2 Hizmetler

### 2.2.1 Taşıyıcı ve Ek Hizmetler

GPRS'in taşıyıcı hizmeti uçtan uca paket anahtarlama veri transferini gerçekleştirir. Noktadan noktaya (PTP) ve noktadan çok noktaya (PTM) hizmet olmak üzere iki farklı türü vardır. PTP hizmeti iki kullanıcı arasında veri paketlerinin transferini gerçekleştirir. Bağlantısız kip (PTP-CLNS) ve bağlantılı kip (PTP-CONS) olmak üzere iki kipi destekler [1]. Tablo-1 PTP hizmetleri ve uygulamaları hakkında bilgi vermektedir.

Tablo-1. PTP GPRS hizmetleri [1]

Hizmet	Tanım	Uygulamalar
Bağlantılı Kip	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupsal etkileşimli uygulamalar</li> <li>• Kullanıcılar arasında mantıksal bir ilişki kurulur.</li> <li>• Tek bir kaynaktan tek bir hedefe birden fazla paket gönderilebilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kredi kartı onaylama</li> <li>• Elektronik ekranlama</li> <li>• Telnet uygulamaları</li> <li>• Veri Tabanı erişimi</li> </ul>
Bağlantısız Kip	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupsal uygulamalar için datagram tipi servis</li> <li>• Kullanıcılar arasında mantıksal bağ kurulmaz</li> <li>• Paket tek bir kullanıcıdan tek bir alıcıya gönderilir.</li> <li>• Her bir paket bir önceki ve bir sonraki paketten bağımsızdır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronik posta</li> <li>• WWW</li> </ul>

PTM hizmeti bir kullanıcıdan çok kullanıcıya veri paketlerinin transferini gerçekleştirir. Üç çeşit PTM hizmeti vardır.

- 1-PTM-M (PTM multicast) çoklu yayın hizmeti kullanılarak, veri paketleri belirli coğrafik alan içerisine yayılır.
- 2-PTM-G (PTM group) grup çağrı hizmeti kullanılarak, veri paketleri bir kullanıcı grubuna adreslenir ve grup üyelerinin bulunduğu bölge olan coğrafik bölge dışına gönderilir.
- 3-IP-M (IP multicast) çağrıları üyelerin bulunduğu coğrafyadan bağımsızdır.

Tablo 2. PTM hizmetleri ve uygulamaları hakkında bilgi vermektedir.

Tablo-2. PTM GPRS hizmetleri [1]

Hizmet	Tanım	Uygulamalar
PTM-M	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesajlar belirli bir coğrafik alana transfer edilir.</li> <li>Alıcılar belirgin değildir.</li> <li>Mesaj alım zamanı planlıdır.</li> <li>Tek yönlü iletim</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Haberler</li> <li>Hava ve trafik raporları</li> </ul>
PTM-G	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesajlar belirli bir alandaki belirli gruplara iletilir.</li> <li>Grup üyeleri PTM-G üyeliğine sahip olmalıdır.</li> <li>Mesaj alımı gerçek zamanlıdır.</li> <li>Tek yönlü, çift yönlü ve çok yönlü iletim söz konusudur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konferans Hizmetleri</li> </ul>
IP –M	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesajlar belirli bir gruba iletilir.</li> <li>Grup üyeleri IP-M üyeliğine sahip olmalıdır.</li> <li>Mesaj alımı gerçek zamanlıdır</li> <li>Çok yönlü iletim desteklenir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Canlı çoklu ortam iletimi</li> <li>Çalışanlar için kurumsal mesajlar</li> </ul>

Bu hizmetler dışında, GPRS üzerinden SMS gönderme de mümkündür. Ayrıca koşulsuz çağrı iletme(CFU:call forwarding unconditional), erişilemeyen gezgin üyeye çağrı iletme (CFNRc: call forwarding on mobile subscriber not reachable) ve yakın kullanıcı grubu gibi ek hizmetler için geliştirilebilir [1].

### 2.2.2 Hizmet Kalitesi

Gezgin veri uygulamalarının hizmet kalite (QoS) gereksinimi çok çeşitlidir. Bu gereksinimler içerisinde gerçek-zaman çoklu ortam, Web’de sörf yapma, e-mail transferi önem arz etmektedir. GPRS QoS profil tanımlamalarında aşağıdaki parametreleri kullanır [2]:

- Hizmet önceliği diğer hizmetlere nazaran bir hizmetin önceliği demektir. Yüksek, Normal ve Düşük olmak üzere üç seviyesi bulunmaktadır.
- Güvenilirlik gerekli iletim karakteristiklerini gösterir. Belirli bir maksimum değeri sağlama, kopyalama ve paketlerin bozulmasına karşı olmak üzere üç çeşit güvenilirlik söz konusudur.
- Gecikme parametresi ortalama gecikme ve %95’lik gecikme için maksimum değerleri tanımlar. Gecikme, iki gezgin istasyon arasında veya bir gezgin istasyon ile harici paket veri ağlarının ara birimleri arasındaki uçtan-uca transfer zamanı olarak tanımlanır. Bu gecikme GPRS ağlarındaki istek, radyo kaynaklarının tahsisi ve omurgadaki gecikmeleri içerir. Bu kavrama GPRS ağı ile harici ağ arasındaki gecikme dahil edilmez.
- Ortalama bit oranı ve maksimum bit oranı.

Her oturum için gezgin kullanıcı ile ağ arasında bu hizmet kalitesi profilleri kullanılabilir. Hizmet ücretlendirilmesi transfer edilen veri büyüklüğüne, hizmet tipine ve seçilen QoS profiline bağlıdır.

## 2.3 Oturum Yönetimi, Hareketlilik Yönetimi Ve Yönlendirme

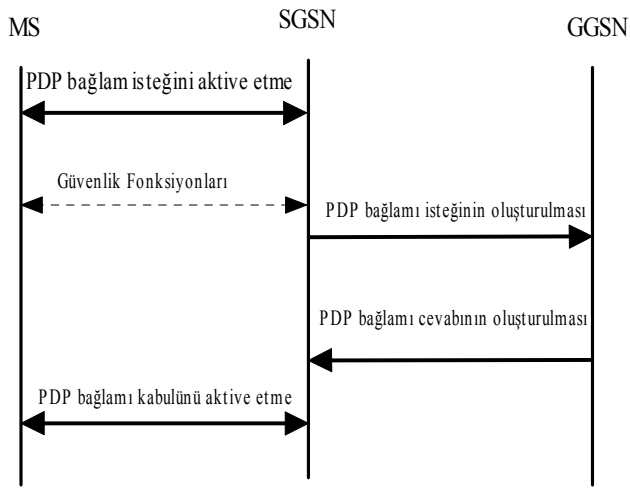
### 2.3.1 Oturum Yönetimi

GPRS bağlantı yapıldıktan sonra harici PDN ile paket alış verişi gezgin istasyon PDN içerisinde kullanılan bir veya daha fazla adres için uygulanabilmelidir. Bu adreslere PDP adresi denir. Her bir oturum için, oturumun karakteristik özelliklerini tanımlayan PDP bağlamı oluşturulmalıdır. PDP bağlamı, PDP tipini, bir gezgin



istasyona tahsis edilmiş PDP adresini, QoS isteğini ve PDN'e erişim noktası olarak görev yapan GGSN adresini içerir. Bu bağlam MS, SGSN ve GGSN içerisinde saklanır. Eğer PDP bağlamı aktif durumda ise harici bir PDN için bir MS görünür durumdadır ve veri paketlerini alma ve gönderme özelliğine sahiptir. PDP ve IMSI arasındaki haritalama, PDN ve MS arasındaki paket alış verişi için GGSN'i yetkilendirir.

PDP adres tahsisi statik ve dinamik olarak gerçekleştirilebilir. Statik adres tahsisinde, kullanıcıya ait H-PLMN'nin ağ operatörü kullanıcıya kalıcı olarak PDP adresi tahsis eder. Dinamik adres tahsisinde, PDP bağlamı aktivasyonu üzerinden PDP adresi kullanıcıya tahsis edilir. PDP adresi kullanıcı H-PLMN operatörü tarafından tahsis edilir veya ziyaret edilen ağ operatörü tarafından tahsis edilir. Ev sahibi durumundaki ağ operatörü kullanılacak mümkün alternatiflere karar verir. Dinamik adres tahsisinde, GGSN PDP adreslerinin tahsisi ve aktivasyon/deaktivasyon işlemlerinden sorumludur [2].



Şekil 4. PDP bağlamı aktivasyon işlemi [2]

Şekil 4'te PDP bağlamı aktivasyon işlemi gösterilmiştir. PDP bağlamı isteği mesajı kullanılarak MS GGSN'i PDP bağlamı isteği hakkında bilgilendirir. Eğer dinamik PDP adres ataması istenirse, PDP adres parametresi boş kalacaktır. Daha sonra güvenlik fonksiyonları işlem görür. Eğer erişim kabul edilirse, SGSN GGSN'i aktifleştirmek için bir PDP bağlam isteği oluşturulması mesajı gönderir ve harici PDN ile SGSN arasındaki veri paketlerini yönlendirmek için GGSN'i yetkilendiren PDP bağlam tablosuna yeni bir giriş oluşturulur. Daha sonra ise GGSN SGSN'e

PDP bağlamı cevap oluşturma doğrulama mesajı gönderir. SGSN PDP bağlamı tablosunu güncelleştirir ve gezgin istasyona yeni PDP bağlam aktivasyon işlemi doğrular. GPRS anonim PDP bağlam aktivasyonunu da destekler. Bu durumda Şekil 4'teki güvenlik fonksiyonları süreci atlanır ve böylece kullanıcı bilinmeyen bir ağa bağlanır. Anonim bağlamı aktivasyonu peşin ödemeli hizmetler için gerçekleştirilir ve sadece dinamik adres tahsisi mümkündür.

### 2.3.2 Yönlendirme

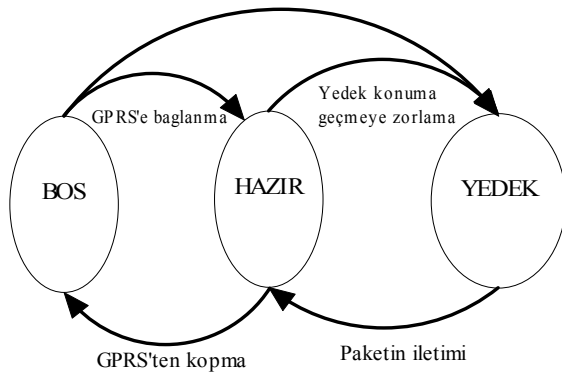
Şekil 3 GPRS sisteminde paketlerin nasıl yönlendirildiğine dair bir örnektir. Paket veri ağının bir IP ağı olduğunu kabul edelim. PLMN1 içerisinde yerleştirilmiş bir GPRS gezgin istasyon IP ağına bağlanmış bir sunucuya IP paketleri gönderir. SGSN gezgin istasyondan gelen IP paketleri kayıt eder, PDP bağlamını kontrol eder ve paketleri intra-PLMN GPRS omurgası içerisinde uygun GGSN'e yönlendirir. GGSN paketleri ayırır ve IP ağı üzerinden dışarı gönderir. Paketlerin hedef ağına yönlendiricisine erişim için IP yönlendirme mekanizmaları kullanılır. Şekil 3'teki gezgin istasyonun H-PLMN'i PLMN2 olsun. Gezgin istasyona IP adresi PLMN2'deki GGSN tarafından tahsis edilir. Böylece gezgin istasyonun IP adresi PLMN2 içerisindeki GGSN ile aynı ağ öneklerine sahiptir. Yabancı sunucu gezgin istasyona IP paketlerini gönderirken, paketler IP ağı üzerinden gönderilir ve GGSN'e yönlendirilir. Daha sonra HLR sorgulanır ve gezgin istasyonun PLMN1 içerisindeki mevcut konum bilgisi elde edilir. IP paketleri hazırlanır ve inter-PLMN GPRS üzerinden PLMN

içerisindeki uygun SGSN' e yönlendirilir. SGSN paketleri ayırır ve gezgin istasyona gönderir.

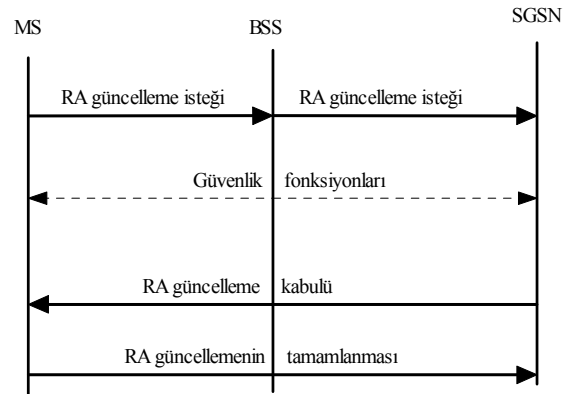
### 2.3.3 Konum veya Hareketlilik Yönetimi

Bir gezgin istasyon GPRS hizmetlerini kullanmadan önce, mutlaka GPRS ağının SGSN düğümüne kayıt olmalıdır. Ağ, kullanıcının yetkili olup olmadığını kontrol eder, kullanıcı profilini HLR'den SGSN'e kopyalar ve kullanıcıya geçici paket gezgin üye numarası (P-TMSI = Packet Temporary Mobile Subscriber Identity) tahsis eder. Bu prosedür GPRS'e bağlanma olarak adlandırılır. Devre anahtarlamalı ve paket anahtarlamalı hizmetleri kullanan gezgin istasyonlar için GPRS/IMSI bağlanma prosedürlerinin birlikte çalışması mümkündür. GPRS ağı ile bağlantının koparılması işlemi GPRS bağlantısını kesme prosedürü olarak adlandırılır. Bu işlem gezgin istasyon veya ağ tarafından başlatılabilir.

Konum yönetiminin asıl görevi kullanıcının mevcut konumunu takip etmektir. Böylece gelen paketler kullanıcının gezgin istasyonuna yönlendirilebilir. Bu amaçla gezgin istasyon SGSN'e sürekli konum güncelleme mesajı gönderir. Eğer mesaj aralıklı gönderilirse, gezgin istasyon konumu tam olarak belirlenemez ve gelen paketler için sayfalama gerekir, sonuçta gözle görülür bir gecikme olur. Diğer taraftan güncelleme çok sık olursa istasyonun konumu ağ tarafından çok iyi bilinir ve veri paketleri sayfalama gecikmesi olmadan iletilir. Fakat çok fazla çıkarma hattı radyo kapasitesine ihtiyaç duyulur ve batarya harcanır. Dolayısıyla konum yönetimi stratejisi bu iki sınır arasında gerçekleştirilmelidir.



Şekil 5. GPRS gezgin istasyonunun durum modeli [2]



Şekil 6. Intra-SGSN yönlendirme alanı güncellemesi [2]

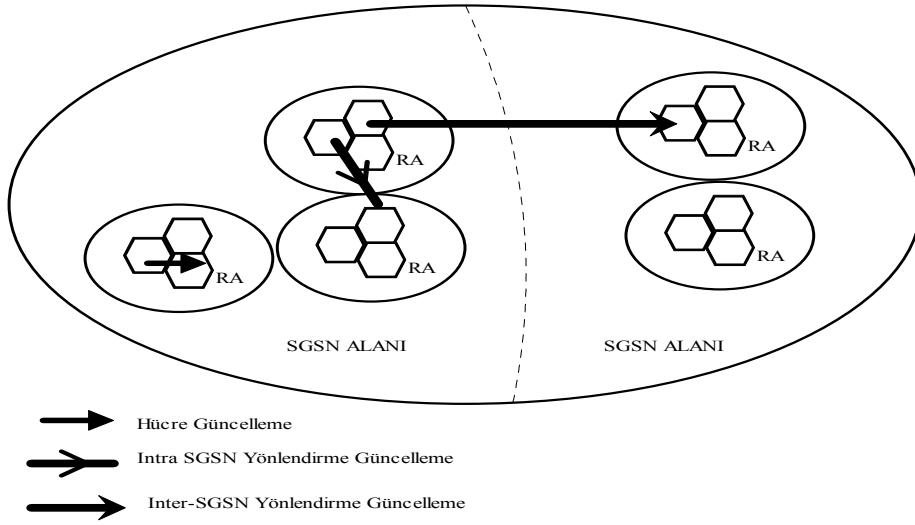
GPRS sistemlerinde konum yönetiminin durum modeli Şekil 5'te gösterildiği gibi tanımlanabilir. MS o andaki trafik miktarına bağlı olarak üç durumdan birinde olabilir. Konum güncelleme frekansı gezgin istasyonun durumuna bağlıdır. Boş (Idle) durumunda gezgin istasyona erişim gerçekleşmez ve sadece belirli bir coğrafik alanı hedef almış genel radyo yayını gibi PTM-M iletimini alır. GPRS'e bağlanıldığında MS hazır (Ready) duruma geçer. Bu evre de veri alınabilir ve gönderilebilir. Gezgin istasyon hücreyi yüklediği zaman SGSN'i bilgilendirir. Aksi durumda yani GPRS'ten kopma olduğunda MS boş durumuna geçer ve bütün PDP bağlamı silinir. Eğer MS uzun süre paket göndermez ise yedek (standby) durumuna geçilir ve böylece hazır durum zamanlayıcısı durur.

Boş durumda iken konum güncellemesi olmaz ve gezgin istasyonun konumu ağa bildirilmez. Hazır durumdaki bir MS bütün hareketlerini SGSN'e bildirir. Yedek durumunda iken GSM konum alanı (LA=Location Area) birkaç yönlendirme alanına (RA=Routing Area) bölünür. Burada RA birkaç hücreden meydana gelmiş bir

alandır. SGSN sadece yeni bir RA'ya hareket edildiğinde bilgilendirilecektir, hücre değişikliklerinde bilgilendirilmeyecektir. Yedek durumunda iken MS'in yerini bulabilmek için sayfalama gerekecek, hazır durumda iken ise gerekmeyecektir [2].

Şekil 6'da görüldüğü gibi bir gezgin istasyon yeni bir RA'ya hareket ettiği zaman, tahsis edildiği SGSN'e bir RA güncelleme isteği gönderir. Gönderilen mesaj eski RA'nın yönlendirme alanı bilgilerini (RAI=Routing Area Identity) içerir. BSS yeni hücrenin hücre tanımlayıcı (CI=Cell identifier) bilgisini ekler. Burada üç durum söz konusudur [1]:

- Hücre güncelleme: Gezgin istasyonun bulunduğu hücre konumunu ağa bildirmesi demektir.
- Intra-SGSN RA güncellemesi: Aynı SGSN içerisinde bir gezgin istasyon yeni bir yönlendirme alanına hareket ettiğinde SGSN gerekli olan kullanıcı profilini kaydeder ve kullanıcıya yeni bir geçici gezgin üye bilgi paketini (P-TMSI) tahsis eder. Burada yönlendirme bağlamı değişmediğinden GGSN ve HLR gibi ağ elemanlarını bilgilendirmeye gerek yoktur.
- Inter-SGSN RA güncellemesi: Başka bir SGSN tarafından yönetilen bir RA'ya hareket edildiğinde yeni SGSN kendi alanına bir gezgin istasyonun geldiğini anlayacak ve eski SGSN'den kullanıcının PDP bağlamını göndermesini isteyecektir. Daha sonra yeni SGSN kullanıcının yönlendirme bağlamı hakkında GGSN'i bilgilendirecektir. Ayrıca HLR ve MSC/VLR yeni kullanıcı hakkında bilgilendirilecektir. Bu üç güncelleme Şekil 7' de gösterilmiştir.



Şekil 7. GPRS konum yönetimi prosedürü [1]

Aynı zamanda GSM kullanıcısı olan bir GPRS kullanıcısı yeni bir konum alanına hareket ettiği zaman bileşik RA/LA güncelleme durumu söz konusu olur. MS SGSN'e bir RA güncelleme isteği gönderir. Mesaj LA güncellemesini gerçekleştiren VLR'ye transfer edilir.

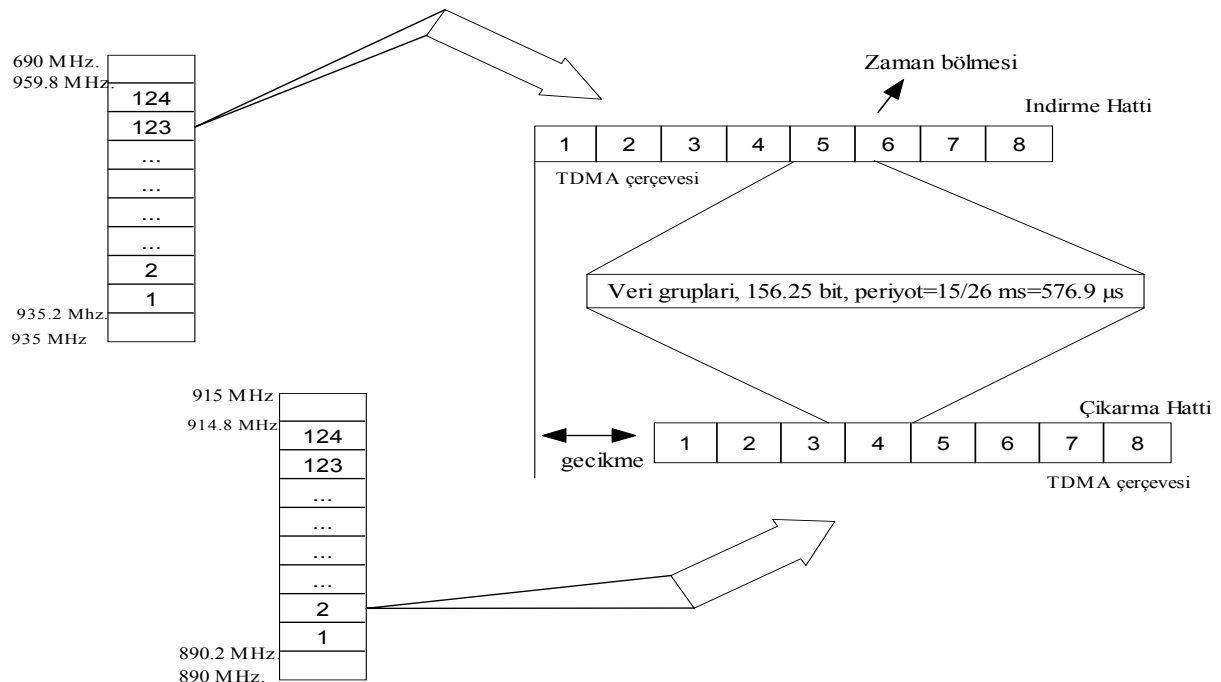
Sonuç olarak GPRS hareketlilik yönetimi, mikro ve makro hareketlilik yönetimi olmak üzere iki seviyeden oluşur. Mikro yönetim gezgin istasyonun hücrelerini veya mevcut yönlendirme alanını izler ve SGSN tarafından gerçekleştirilir. Makro yönetim ise gezgin istasyonun mevcut SGSN bilgisini izler ve bu bilgileri HLR, VLR ve GGSN'e kaydeder.

## 2.4 Çoklu Erişim, Radyo Kaynak Yönetimi Ve Kanal Tahsisi Prensipleri

Çoklu erişim için fiziksel katmanda GSM FDMA ve TDMA kombinasyonunu kullanır. Şekil 8’de görüldüğü gibi gezgin istasyondan BTS’e iletim (çıkarma hattı) için ayrılan 890-915 MHz arası ve BTS’den alıcıya iletim (indirme hattı) için ayrılan 935-960 MHz. arası frekansları içermek üzere iki frekans bandına ayrılmıştır. 25 MHz lik band genişliğine sahip bu iki band 200KHz’lik 124 adet taşıyıcı kanallara ayrılmıştır. Bu frekans kanallarından belirli bir kısmı BTS için ayrılır. Bu işleme hücre tahsisi adı verilir.

200 KHz’lik frekans kanallarının her biri sekiz zaman bölmesine bölünmüş sekiz TDMA kanal taşırlar. TDMA kanallarındaki sekiz zaman bölmesi bir TDMA çerçevesini oluşturur. TDMA çerçevesindeki her bir zaman bölmesi 156.25 bit ve 576.9 µs periyoda sahiptir ve bir çerçeve 4.613 ms. zaman dilimi kapsar. Birkaç zaman bölmesinin tekrerrüü ile bir fiziksel kanal tanımlanır. Bir GSM gezgin istasyonu çıkarma hattı veya indirme hattı için aynı zaman bölmesini kullanır [2].

Aynı TDMA çerçevesinde bir çok zaman bölmesi üzerinden tek bir gezgin istasyonun paket transfer etmesine izin veren GPRS’teki kanal tahsisi temelde GSM’den farklılık gösterir. Diğer bir ifade ile zaman dilimlerinin (slot) her kullanıcı için kullanılabilmesine ek olarak, bir zaman dilimi aynı anda birden fazla kullanıcı tarafından paylaşılabilir. Bu durum devre anahtarlama ile paket anahtarlama arasındaki en önemli farklılıktır. Bir gezgin istasyon için tahsis edilen her bir TDMA çerçevesindeki bir sekiz zaman bölmesi oldukça esnek kanal tahsisine müsaade eder. Bunun da ötesinde çıkarma hattı ve indirme hattı ayrı ayrı tahsis edilir ve böylece asimetrik veri trafiği etkin bir şekilde desteklenmiş olur.



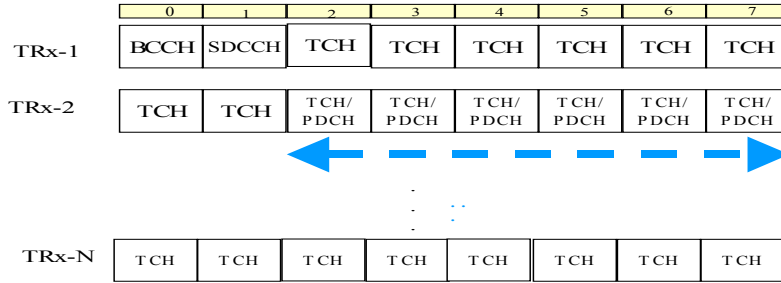
Şekil 8. GSM taşıyıcı frekanslar ve TDMA çerçeveler [2]

Geleneksel GSM’de bir kanal bütün bir çağrı periyodu boyunca sadece veri alıp almadığına bakılmaksızın bir kısım kullanıcı için tahsis edilir. Buna karşılık GPRS’te ise veri paketleri gönderildiğinde ve alındığında kanallar tahsis edilir. Böylece grupsal trafikler için radyo kaynaklarının nadiren kullanımı söz konusu olur. Bu prensiple

bir çok kullanıcı aynı fiziksel kanalı paylaşabileceklerdir. GPRS destekleyen bir hücre GPRS trafik için paket veri kanalı (PDCH=packet data channel) olarak bilinen fiziksel kanalları tahsis eder. Böylece hücrenin radyo kaynakları, hücrede yerleşen GPRS ve GPRS olmayan gezgin istasyonlar tarafından paylaşılır. Herhangi bir anda GPRS için tahsis edilmiş kanal sayısı değişiklik gösterebilir. GSM tarafından kullanılmayan fiziksel kanallar GPRS'in hizmet kalitesini artırmak için PDCH olarak tahsis edilir. PDCH önerilen radyo kaynağına göre gerekli işaret ve verileri taşıyabilir. GPRS sistemlerinde dinamik ve sabit olmak üzere iki tür kanal tahsisi vardır.

#### 2.4.1 Dinamik Kanal Tahsis Metodu

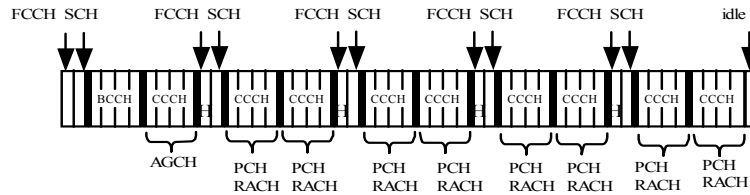
Dinamik kanal tahsis metodunun temel özelliği zaman dilimlerinin (TS) CS trafiğinde kullanılmadığı durumlarda TDMA çerçevesinde GPRS trafiği TS'leri kullanmasıdır. Yani dinamik kanal tahsis yöntemi Şekil 9'da görüldüğü gibi hem veri paket trafiğini hem de konuşma trafiği taşıyabilir.



Şekil 9. Dinamik Kanal Tahsisi [4]

Bu metotta; CS trafiği her zaman için GPRS trafiğine göre öncelikli olduğundan GPRS konuşma üyelerine verilen servis seviyesini azaltmaz. Dinamik olarak tahsis edilen PDCH'lerin sayısı hücre trafik özelliklerine göre ayarlanır.

Dinamik kanal tahsis metodunda GPRS için ortak işaretleşme kanalları PCH zaman dilimlerine aktarılır. Böylece paket ve devre anahtarlama aynı işaretleşme kaynaklarını paylaşır. Şekil 10'da görüldüğü gibi dinamik kanal tahsis metodunun trafik kanalları üzerinde bir etkisi yoktur, fakat işaretleşme kanal kapasitesi üzerinde etkilidir. Burada bir tanesi Access Grant bloğu ve diğerleri devre anahtarlama sistemindeki sayfalama blokları için kullanılan 9 tane birleştirilmemiş BCCH ve SDCCH blokları mevcuttur [4, 9].



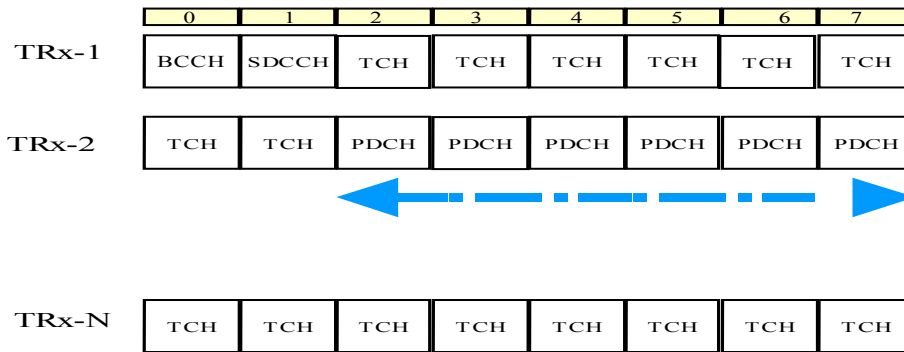
Şekil 10. Dinamik kanal tahsisinin etkisi [4]

#### 2.4.2 Sabit Kanal Tahsis metodu

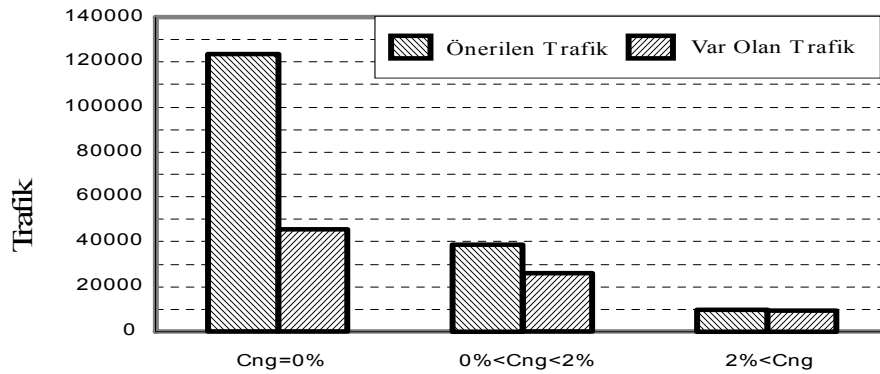
Şekil 11'de görüldüğü gibi dinamik kanal dağıtımının aksine bu metotta belli sayıda zaman dilimleri rezerve edilmiştir. Diğer kanallar GPRS için kullanılabilir. GPRS için tahsis edilen ilk dilime master paket data kanalı

(MPDCH) adı verilir. Bu metotta gerekli başlangıç işaretleri MPDCH üzerine aktarılır. Bu nedenle GPRS için rezerve edilen kanal işaretleme kapasitesini etkilemez.

Şekil 12’de görüldüğü tıkanıklığı %0 olan hücrelerde önerilen trafik yaklaşık 124000 erlang olduğu halde varolan trafik 46000 Erlang’tır. Bu demektir ki devre anahtarlama kapasitesini etkilemeden GPRS kullanımı kapasiteyi %63 arttırmaktadır. Tıkanıklığın %0 ile %2 arasında ve %2’den büyük olduğu durumda önerilen ve var olan trafik grafikleri Şekil 12’de verilmiştir [4].



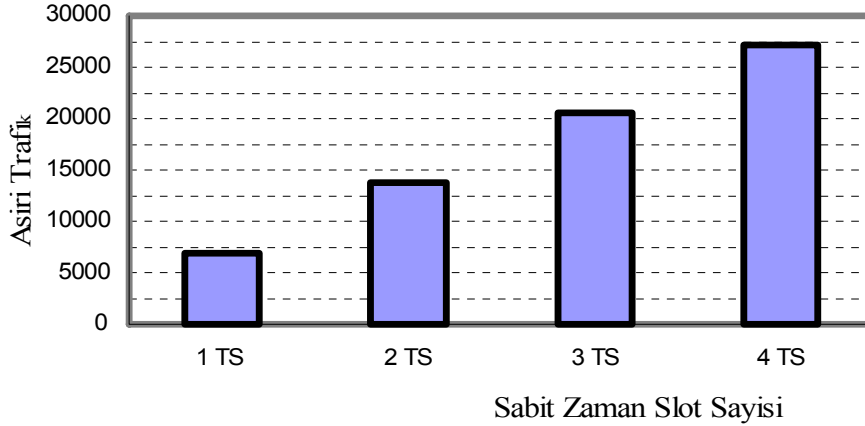
Şekil 11. Sabit kanal tahsisi [4]



Şekil 12. Belirli tıkanıklık oranlarında var olan ve önerilen trafik [4]

Eğer hücre tıkanıklığı %0 ile %2 arasında değişirse sabit kanal tahsisi edilir. Tıkanıklığın %0’ın üzerinde olduğu durumlarda sabit kanal tahsisi yapılsa bu hücreler için tıkanıklık oranı artar. Tablo-3’de sabit kanal tahsisi yapıldığında gerekli olan ekstra kapasite miktarı verilmiştir.

Şekil 13, sabit zaman dilimlerine karşılık %0 tıkanıklığa sahip hücreler için devre anahtarlama kaybolaran trafiği göstermektedir.



Şekil 13. Zaman slotlarına karşılık kaybolan trafik [4]

Tablo-3. Sabit kanal tahsisi için gerekli ekstra kapasite [4]

TİKANIKLIK KAPASİTESİ	FARKLI SAYIDAKİ SABİT KANALLAR İÇİN GEREKLİ AŞIRI TRAFİK			
	1 TS	2 TS	3 TS	4 TS
Cng=0%	6893	13767	20525	27227
0%<Cng<2%	2156	4302	6404	8479
2%<Cng	-	-	-	-

### 2.4.3 GPRS İçerisindeki Mantıksal Kanallar

İşaretleşme, sistem bilgisinin yayını, senkronizasyon, kanal tahsisi, sayfalama ve yük iletimi gibi fonksiyonları arttırmak için fiziksel kanalların en üstünde bir dizi mantıksal kanal tanımlanır. Tablo-4 'te paket veri mantıksal kanalların listesi verilmiştir [5].

Tablo-4. GPRS'teki mantıksal kanallar [5]

Grup	Kanal	Fonksiyon	Yön
Paket veri trafik kanalı	PDTCH	Veri trafiği	MS $\leftrightarrow$ BSS
Paket yayın kontrol kanalı	PBCCH	Yayın denetimi	MS $\leftarrow$ BSS
Paket ortak kontrol kanalı	PRACH	Rasgele erişim	MS $\rightarrow$ BSS
	PAGCH	Erişim onaylama	MS $\leftarrow$ BSS
	PPCH	Sayfalama	MS $\leftarrow$ BSS
	PNCH	Bildiri	MS $\leftarrow$ BSS
Sabit paket kontrol kanalı	PACCH	Birleşik kontrol	MS $\leftrightarrow$ BSS
	PTCCH	Zaman ilerlemeli kontrol	MS $\leftrightarrow$ BSS

Bir gezgin istasyona tahsis edilen PDTCH kullanıcı verilerini transfer etmek için kullanılır. Bir gezgin istasyon birkaç PDTCH'ı aynı anda kullanabilir. PBCCH BSS'ten gezgin istasyonlara işaretleşme yapabilen tek yönlü noktadan çoklu noktaya işaretleşme kanalıdır. GPRS ağında organizasyon hakkındaki önemli bilgiler bütün gezgin istasyonlara BSS tarafından bildirilir. PBCCH devre anahtarlamalı servisler hakkındaki önemli sistem bilgilerini de yayabildiğinden bir GSM/GPRS istasyonu yayın kontrol kanalını (BCCH) dinlemek zorunda kalmaz [2].

PCCCH, sayfalama ve ağ erişim yönetimi için işaretleşme bilgilerini ileten iki yönlü tek noktadan – çok noktaya

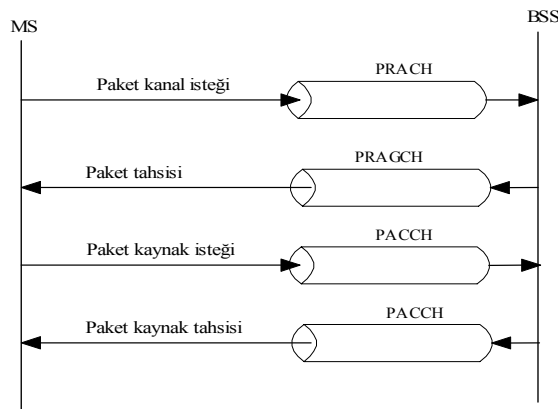
işaretleşme kanalıdır. Dört alt kanaldan oluşur.

1. PRACH bir ya da daha fazla PDTCH için gezgin istasyon tarafından kullanılır.
2. PAGCH bir gezgin istasyona bir ya da daha fazla PDTCH tahsis etmek için kullanılır.
3. PPCH bir gezgin istasyonun konumu bulmak için BSS tarafından kullanılır.
4. PNCH gelen PTM mesajlar için gezgin istasyonları bilgilendirir.

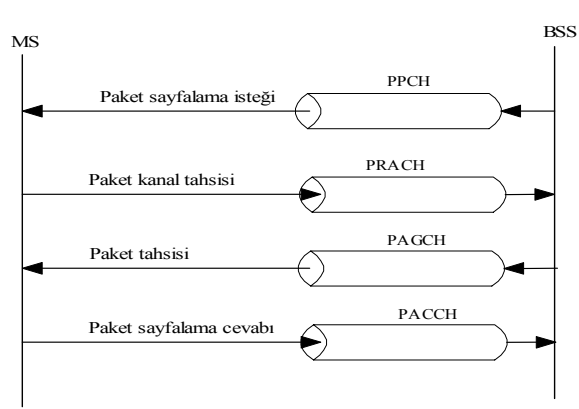
Sabit kontrol kanalı iki yönlü noktadan noktaya işaretleşme kanalıdır. PACCH ve PTCCCH kanallarını içerir.

1. PACCH bir gezgin istasyona tahsis edilen bir veya daha fazla PDTCH kanallarının birleşmesinden oluşur. Bir gezgin istasyona güç kontrol işaretini iletir.
2. PTCCCH adaptif çerçeve senkronizasyonunu sağlamak için kullanılır.

Devre anahtarlamalı ve paket anahtarlamalı mantıksal kanallar arasındaki koordinasyon oldukça önemlidir. Eğer bir hücrede PCCCH aktif değilse bir gezgin istasyon paket transferini başlatılmak için GSM'in CCCH'ını kullanır. Eğer PBCCH aktif değilse, MS radyo ağı hakkında bilgi almak için BCCH'ı dinleyecektir.



Şekil 14. Çıkarma hattı kanal tahsisi [2]



Şekil 15. Sayfalama [2]

Şekil 14 'de çıkarma hattı (uplink) kanal tahsisinin prensibi gösterilmiştir. Bir gezgin istasyon PRACH'a bir paket kanal istek mesajı göndererek çıkarma hattı transfer için kaynak isteğinde bulunur. Ağ isteğe PAGCH üzerinden cevap mesajı göndererek PDCH kanalını kullanabileceğini söyler. Çıkarma hattının boş olup olmadığını gezgin istasyona söylemek için çıkarma hattı durum bayrağı (USF=Uplink State Flag) indirme hattından (downlink) iletilir. Şekil 15'da bir gezgin istasyon için sayfalama prosedürü gösterilmiştir.

#### 2.4.4 Fiziksel Kanal-Mantıksal Kanal Haritalaması

Mantıksal kanalın fiziksel kanal üzerine haritalanması frekans ve zamanda haritalama olmak üzere iki kısma ayrılır. Frekansta haritalama TDMA çerçeve sayısını esas alır ve frekanslar BTS ve MS üzerine tahsis edilir. Zamanda haritalama da ise TDMA çerçevelerinin tepesindeki kompleks çok çerçeveli yapı tanımı esas alınmıştır. Şekil 16'da görüldüğü gibi PDCH için çok çerçeveli yapı 52 adet TDMA çerçevesinden meydana gelmiştir (GSM 05.02) Şekildeki T ve X bölmelerinin dışında kalan bölmeler kendi içinde dört bölmeye ayrılmışlardır. Burada dört ardışık çerçeve bir blok oluşturur (B0-B11 =12 blok), PTCCCH iletimi için iki çerçeve (T) ayrılmış ve kalan iki çerçeve (X) boştur.



B0	B1	B2	T	B3	B4	B5	X	B6	B7	B8	T	B9	B10	B11	X
----	----	----	---	----	----	----	---	----	----	----	---	----	-----	-----	---

Şekil 16. 52 TDMA çerçevesine sahip çok çerçeve yapı [ 2 ]

B0-B11 bloklarına haritalanan mantıksal kanallar bloktan bloğa değişir ve PBCCH üzerinde yayılan parametreler tarafından kontrol edilir [6].

## 2.5 Kanal Kodlama

Kanal kodlama iletilen veri paketlerini hatalara karşı korumak için yapılır. GSM sisteminde olduğu gibi GPRS sisteminde de dış blok kodlama, iç konvolüsyon kodlama ve araya katma metotları kullanılabilir. Parametreleri Tablo-5 de listelenen dört farklı kodlama metodu kullanılabilir [6].

Tablo-5. Kanal Kodlama Metotları [6]

Kodlama Metodu	USF'li Ön kodlama	USF'siz bilgi biti	Eşlik biti BC	Hata biti	Çıkış Konv. Kodlayıcı	Delikli bitler	Kod Oranı	Veri oranı kbits/s
CS-1	3	181	40	4	456	0	1/2	9.05
CS-2	6	271	16	4	588	132	2/3	13.4
CS-3	6	312	16	4	676	220	3/4	15.6
CS-4	12	428	16	-	456	-	1	21.4



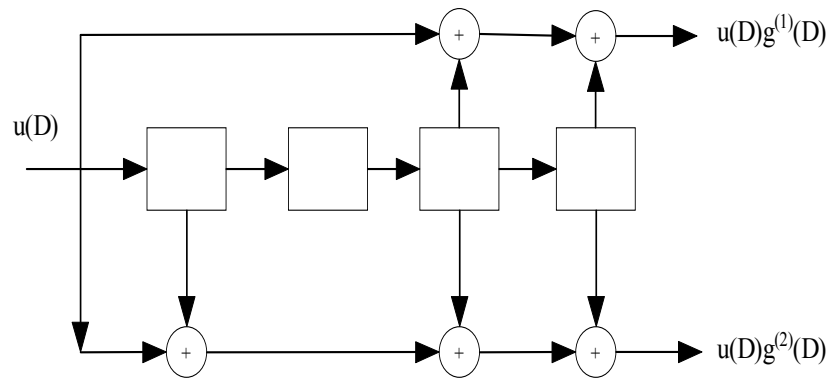
Şekil 17. GPRS veri paketlerinin kodlanması

Şekil 17 ile gösterilen kodlama prosesini incelemek için CS-2 kodlama metodunu ele alalım. İlk önce sistematik blok kodlayıcı kullanılarak 271 bilgi bitine 16 eşlik biti eklenerek 287 bit elde edilir. USF ön kodlama ile bilgi bloğunun ilk üç biti sistematik yolla altı bite kodlanır. Daha sonra dört tane sıfır biti (kuyruk biti) tüm bloğun arkasına eklenir. Konvolüsyonel kodlama için, kısıt uzunluğu dört olan 1/2 oranlı sistematik olmayan kodlayıcı kullanılır. Şekil 18' de verilen kodlayıcının üreteç polinomu ;

$$g^{(1)}(D)=1+D^3+D^4$$

$$g^{(2)}(D)=1+D+D^3+D^4$$

şeklinde tanımlanır. Burada D gecikme operatörüdür.



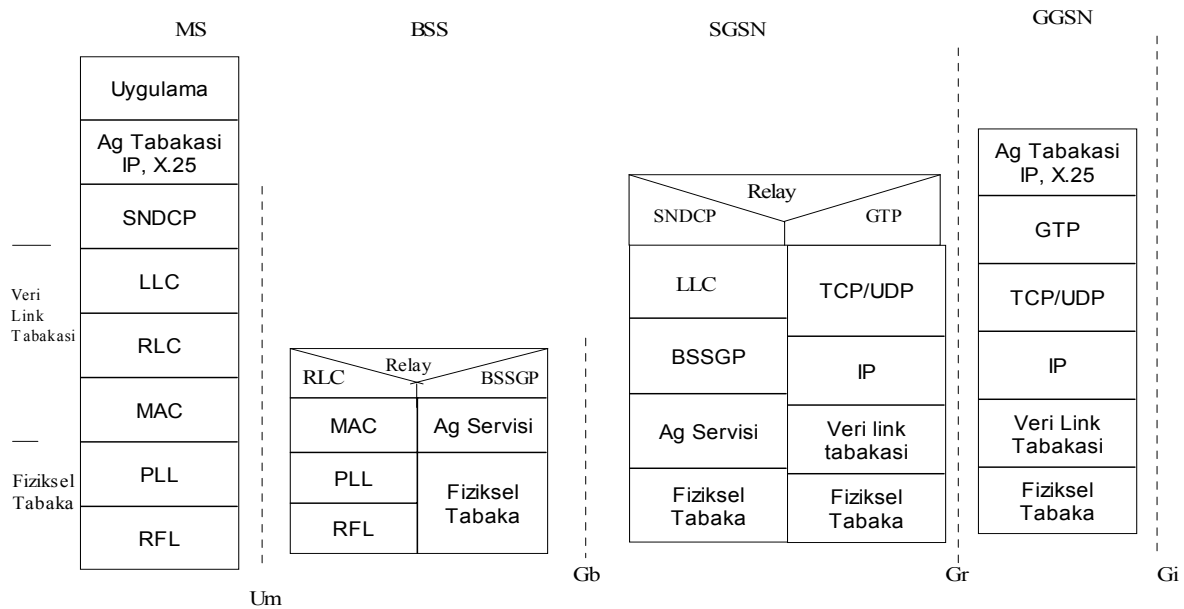
Şekil 18. Konvolüsyon kodlayıcı

Konvolüsyon kodlayıcının çıkışındaki kod kelimesi  $v(D)=(v^{(1)}(D),v^{(2)}(D))$  ile gösterilir ve 588 bit uzunluğundadır. Çıkış bit dizisi  $v^{(1)}(D)=u(D)g^{(1)}(D)$  ve  $v^{(2)}(D)=u(D)g^{(2)}(D)$  şeklinde tanımlanır. Kodlama sonunda 132 bit delinir ve 456 bit uzunluğunda kod kelimesi elde edilir [2].

## 2.6 Protokol Yapısı

### 2.6.1 İletim Düzlemi

Şekil 19 GPRS iletim düzleminin protokol yapısını göstermektedir.



Şekil 19. İletim düzlemi [2]

#### 2.6.1.1 GPRS Omurgası

Kullanıcı veri paketleri GPRS omurga ağı içerisine yerleştirilmişlerdir. GPRS tünel protokolü (GTP) GPRS destek noktaları arasındaki işaret bilgi veri paketleri ile kullanıcı veri paketleri arasında bir tünel oluşturur.

Protokol aynı PLMN içerisinde olabileceği gibi farklı PLMN'ler içerisinde de olabilir. İletim düzleminde GTP kullanıcı paketlerini transfer etmek için bir tünel vazifesi görür. İşaretleşme düzleminde ise tünel kontrol ve yönetim protokolü vazifesi görür. Omurga içerisindeki GTP paketlerinin transferinde TCP ve UDP protokolleri kullanılırken, GTP paketleri kullanıcı IP veya X.25 paketlerini taşır. UDP güvenli bir veri ağına gerek duymayan IP tabanlı veri ağlarına erişmek için kullanılır. X.25 ise TCP protokolü kullanılarak güvenli bir veri hattı kullanımına olanak sağlar. IP, omurga içerisinde paketleri yönlendirmek için gerekli tabakayı oluşturur.

#### **2.6.1.2 Alt Ağ Bağımlı Yakınsaklık Protokolü (SNDCP)**

SNDCP, SGSN ile MS arasında veri paketlerinin alış verişini sağlar. Ağ tabakasındaki bir çok bağlantıyı Mantıksal link denetimi (LLC) tabakası yardımıyla bir sanal mantıksal bağlantı noktasına çoğullama yapar. Gereksiz başlık bilgilerinin ve kullanıcı paketlerinin sıkıştırılmasını ve tekrar açılmasını sağlar.

#### **2.6.1.3 Veri Link Tabakası**

MS ile ağ arasındaki veri link tabakası LLC ve RLC/MAC tabakası olmak üzere iki kısımdan oluşur. LLC MS ile SGSN arasında yer alırken RLC/MAC MS ile BSS arasında yer alır. LLC, gezgin istasyon ile tahsis edildiği SGSN arasında oldukça güvenli bir mantıksal hat oluşturur [10]. LLC akış kontrolü, iletilen hataları ve otomatik tekrar isteği (Automatic Repeat Request=ARQ) gibi olayları içerir ve HDLC protokolünü temel alır. RLC/MAC protokolü iki fonksiyonu yerine getirir. RLC'nin esas görevi MS ile BSS arasında güvenli bir hat oluşturmaktır. Orta erişim kontrol (MAC) tabakası ise gezgin istasyonun bir çok MS tarafından paylaşılmış radyo kanalına erişimini kontrol eder. RLC/MAC tabakası onaylanmış ve onaylanmamış işlemleri destekler.

#### **2.6.1.4 Fiziksel Tabaka**

MS ile BSS arasındaki fiziksel tabaka, fiziksel veri tabakası (PLL) ve fiziksel RF tabakası (RFL) olmak üzere iki kısımdan oluşur. PLL MS ile BSS arasında fiziksel bir kanal oluşturur. Kanal kodlama, harmanlama (interleaving) ve fiziksel hat tıkanıklığının sezilmesi gibi görevleri yerine getirir. RFL ise modülasyon ve demodülasyon görevini yerine getirir ve PLL'in altında işlevini yürütür.

#### **2.6.1.5 BSS-SGSN Arabirimi**

BSS GPRS uygulama protokolü (BSSGP) yönlendirme ve BSS ile SGSN arasındaki QoS bilgilerini taşır. Bu ağ servis protokolünün temelinde çerçeve nakli (Frame Relay) protokolü yatar.

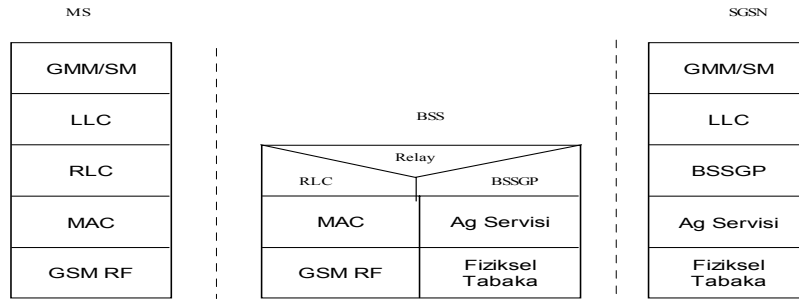
### **2.6.2 İşaretleşme Kapasitesi ve Düzlemi**

Radyo ağındaki diğer önemli bir konu ise işaretleşme kapasitesinin planlanmasıdır. Çünkü işaretleşme kapasitesi, GPRS kanal tahsis metoduna göre değişir. GPRS için sabit kanal yoksa hem devre anahtarlama hem de paket anahtarlama işareti aynı radyo kaynağını kullanır. Sabit kanal tahsisinde BCCH zaman dilimlerinde sekiz blok PCH/RACH için ayrılmıştır. Dinamik tahsis söz konusu olduğunda bu bloklardan bazıları GPRS işaretleşmesi için kullanılır.

Bir paket abonesinin sinyal verme yükü, yaklaşık olarak devre anahtarlama abonesinin yükünden 10 kat fazladır [4]. Buna göre başlangıç fazlarının dinamik tahsisi GSM kapasitesi için herhangi bir sorun oluşturmaz. Ancak, GPRS abone sayısındaki artış, GSM'in kapasitesi paket anahtarlama sinyalleri için yeterli olmayabilir.

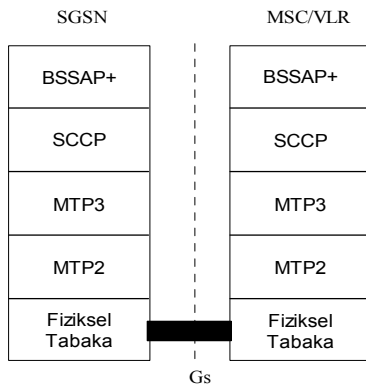
İşaretleşme düzleminin protokol yapısı iletim düzleminin fonksiyonlarının destek ve kontrolü için gerekli protokollerden oluşur. GPRS'e bağlanma ve GPRS'den kopma, PDP bağlamı aktivasyonu, yönlendirme

kontrolü ve ağ kaynaklarının tahsis süreçleri gibi protokoller arasına girmektedir [7]. Şekil 20’de görüldüğü gibi GPRS’e bağlanma ve kopma, güvenlik fonksiyonları, PDP bağlamı aktivasyonu ve yönlendirme alanı güncellemesi gibi fonksiyonlar işlendiği zaman GPRS hareketlilik yönetimi ve oturum yönetimi protokolleri hareketlilik ve oturum yönetimini destekler.

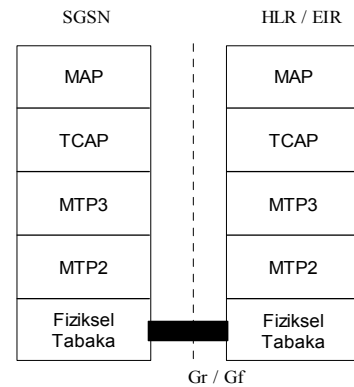


Şekil 20. MS-SGSN İşaretleşme düzlemi [2]

Şekil 21 ve Şekil 22’de görüldüğü gibi SGSN ile HLR, VLR ve EIR kayıtçıları arasındaki işaretleşme yapısı geleneksel GSM ile aynı protokolleri kullanır. SGSN ile kayıtçılar arasında gelişmiş gezgin uygulama kısım (MAP=Mobile Application Part) uygulanır. MAP işaretleşme sistemi 7 (SS7=Signaling System 7)’nin özel bir uzantısıdır. MAP konum bilgisi, yönlendirme bilgisi, kullanıcı profilleri gibi işaretleşme bilgilerinin iletimini gerçekleştirir. MAP mesajlarının değişimi, işlem kapasiteleri uygulama kısmı (TCAP=Transaction Capabilities Application Part) ve işaretleşme bağlantı kontrol kısmı (SCCP=Signaling Connection Control Part) üzerinden gerçekleşir. Baz istasyonu sistemi uygulama kısmı (BSSAP+) GSM BSSAP fonksiyonlarını içerir. BSSAP+, Gs’in arabirim oluşturduğu SGSN ve VLR arasında işaretleşme bilgisi transferini gerçekleştirir.



Şekil 21. SGSN-MSC/VLR işaretleşme düzlemi [2]



Şekil 22. SGSN-HLR veya SGSN-EIR işaretleşme düzlemi [2]

## 2.7 IP Ağları İle Birlikte Çalışması

GPRS IPV4 ve IPV6 protokollerini destekler. Şekil 3’te görüldüğü gibi Gi arabirimi IP ağları ile birlikte çalışma noktasını belirtir. Dışarıdan bakıldığında GPRS ağı IP alt ağ yapısına ve GGSN IP yönlendiriciye oldukça benzemektedir. Veri paketi alacak olan her kullanıcı bir IP adresi almak zorundadır. IP adresi GPRS operatörünün adres alanından alınabilir. Çok sayıda gezgin kullanıcıyı destekleyebilmek için dinamik IP tahsisi (IPV4) kullanılmalıdır. Böylece dinamik host konfigürasyon protokolü (DHCP=Dinamic Host Configuration

Protocol) sunucu olarak kurulur [8]. IP adresi ile GPRS adresi arasındaki adres çözümlülüğü uygun PDP bağlamı kullanılarak SGSN tarafından gerçekleştirilir. DNS GPRS operatörü tarafından yönetilir ve harici IP ağ operatörü IP adres ile sunucu adı arasında eşlemeyi gerçekleştirmek için kullanılır.

### 3. Sonuç

GPRS Üçüncü Nesil (3G) gezgin haberleşme teknolojisinin önemli bir adımıdır. Paket anahtarlama iletim teknolojisi kullanıldığından dolayı İnternet ve İntranet gibi grupsal trafik için oldukça elverişlidir. Gezgin telefonlarla İnternet erişimini kolaylaştırmış, ucuzlatmış, daha kısa sürede daha fazla veri transferine imkan sağlamış ve sonuçta gezgin İnternet kullanımının artmasına neden olmuştur.

Bu makalede, GSM ve GPRS sistemlerinin genel yapısı tanıtılmış, GPRS sistemini meydana getiren elemanlar ve birbirleriyle olan ilişkileri, GPRS protokolünün işlevi sürecindeki oturum yönetimi, hareketlilik yönetimi, yönlendirme ve kanal tahsisi konuları incelenmiştir.

#### 3.1 Kaynaklar

1. Ghribi, B., Logrippo, L., Understanding GPRS: the GSM packet radio service, Computer Networks, **34**, 2000.
2. Bettstetter, C., Vögel, H. J. and Eberspacher, J., GSM phase 2+ general packet radio service GPRS: Architecture, protocols and air interface, IEEE Communications Surveys, **2**, 3, 1999.
3. Rahnema, M., Overview of the GSN system and protocol architecture, IEEE Communications Magazine, 1993.
4. Ericsson GPRS Document, GPRS radio resource management and capacity planning, 2000.
5. GSM 03.64, GPRS Overall description of the GPRS radio interface, Stage 2.
6. GSM 05.02, Multiplexing and multiple access on the radio path.
7. GSM 03.60, GPRS, Service description, Stage 2.
8. Droms, R, Automated configuration of TCP/IP with DHCP, IEEE Internet Computing, **3**, 4, 999.
9. Katzela, I, Naghshineh, M, Channel assignment schemes for cellular mobile communication systems: A Survey, IEEE Personal Communications, 1996.
10. GSM 04.64, GPRS, MS-SGSN, Logical Link Control (LLC) layer.