

T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



# MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN  
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

**ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

**KABLOSUZ AĞ SİSTEMLERİ**

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. KABLOSUZ AĞ SİSTEMLERİ.....	3
1.1. Kablosuz LAN .....	3
1.1.1. Kablosuz LAN Standartları .....	5
1.1.2. HiperLAN.....	7
1.1.3. Kodlama / Modülasyon Teknikleri .....	7
1.1.4. Çoklu Erişim ve Çoğullama Yöntemleri .....	8
1.1.5. Güvenlik ve Şifreleme .....	9
1.2. Kablosuz LAN Teknolojileri .....	10
1.2.1. RF Teknolojileri.....	10
1.2.2. Kızıl Ötesi Teknolojisi .....	10
1.3. Kişisel Alan Ağları.....	11
1.3.1. Bluetooth (Mavidiş) .....	11
1.3.2. Home RF .....	16
1.4. Kablosuz LAN Sistemleri.....	17
1.4.1. Kablosuz LAN Sistemlerinin Çalışma Esasları .....	17
1.4.2. Kablosuz LAN Sistemlerinde Kullanılan Frekanslar .....	18
1.4.3. Kablosuz LAN Sisteminde Kullanılan Cihazlar .....	20
1.4.4. Kablosuz LAN Sistemlerinin Mimari Yapısı .....	23
1.4.5. Noktadan Noktaya Kablosuz Bağlantı .....	26
1.4.6. Kablosuz LAN Uygulaması.....	27
UYGULAMA FAALİYETİ.....	35
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	36
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	38
2. KABLOSUZ MOBİL İLETİŞİM .....	38
2.1. Küresel Mobil İletişim Sistemleri (GSM) .....	38
2.1.1. GSM'in Tarihsel Gelişimi .....	38
2.1.2. Anahtarlama Sistemi .....	39
2.1.3. Hücreli İletişim Sistemleri.....	41
2.1.4. Baz İstasyonları.....	44
2.1.5. GSM Alt Yapısı ve GSM Ağı Bileşenleri .....	45
2.2. Genel Paket Radyo Servisi (GPRS) .....	51
2.2.1. Giriş.....	51
2.2.2. GPRS Sistem Yapısı .....	52
2.2.3. GPRS Sisteminin Çalışması .....	54
2.2.4. Hizmetler .....	56
2.2.5. GPRS Servisini Kullanmak İçin Gerekenler.....	58
2.2.6. Sonuç .....	58
2.3. LMDS ve Kablosuz Uzak Bağlantı.....	58
2.3.1. LMDS (Local Multipoint Distribution System).....	58
2.3.2. LMDS'de Kullanılan Modülasyon Yöntemleri .....	61
2.3.3. LMDS'de Kapasite.....	62
2.4. Kablosuz Uygulama Protokolü (WAP) .....	62
2.4.1. WAP'ın Gelişimi .....	62

2.4.2. WAP Nedir? .....	62
2.4.3. WAP Yapısı.....	63
2.4.4. WAP Modeli.....	63
2.4.5. WAP Ağının Çalışma Esası.....	65
2.4.6. Kablosuz Uygulama Ortamı (WAE) .....	67
2.4.7. Sonuç .....	69
UYGULAMA FAALİYETİ.....	70
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	71
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	72
CEVAP ANAHTARLARI .....	73
ÖNERİLEN KAYNAKLAR .....	74
KAYNAKLAR .....	75

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>481BB0005</b>
<b>ALAN</b>	<b>Elektrik Elektronik Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Otomasyon Sistemleri</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Kablosuz Ağ Sistemleri</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Kablosuz ağ teknolojilerini kullanarak kablosuz ağ kurulum işlemlerini yapmakla ilgili temel bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖN KOŞUL</b>	Ağ Sistemleri ve Ağ Elemanları modülünü almış olmak
<b>YETERLİK</b>	Kablosuz ağ sistemlerini kurmak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Gerekli ortam ve donanımlar sağlandığında kablosuz ağ teknolojilerini kullanarak, kablosuz ağ kurulum işlemlerini gerçekleştirebileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <b>1.</b> Kablosuz ağ teknolojilerini kullanarak, noktadan noktaya kablosuz bağlantı kurulumu yapabileceksiniz. <b>2.</b> Kablosuz ağ teknolojileri ile mobil iletişim işlemlerini yapabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	Çoklu bilgisayar sistemi, kablosuz ağ araçları, kablosuz ağ yazılımları ve iş güvenliği ile ilgili ekipmanlar.
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Her faaliyet sonrasında o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, soru-cevap) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

İnsanlar, tarihin ilk döneminde iletişim için duman, güvercin ve işaret gibi çeşitli yöntemler kullandılar. Bunlar yazının bulunmasıyla yerini kil tabletler ve papirüslere bıraktı. Sonra iletişimin gelişim evreleri yine devam etti. Telgraf, mektup, telefon, fax ve ardından da Internet geldi gündeme. Ve sonra insanlık tarihi araç telefonları ile kablosuz iletişimi başlattı. Son olarak GSM teknolojisiyle dijital, kaliteli, anında, her zaman, her yerde sesli iletişim imkânı oluştu. Şimdi bu teknoloji ile dünyayı cebimizde taşıyoruz.

Günümüzde bilgiye her yerde, hızlı ve özgür bir şekilde ulaşmak o kadar önemli bir hâle gelmesi kablosuz ağ sistemlerinin büyük önem kazanmasına sebep oldu. Bugün insanların büyük bir çoğunluğunun cep telefonları sayesinde kablosuz ağ sistemlerini kullanmaları buna iyi bir örnektir. Bugün olduğu gibi kablosuz ağ sistemleri gelecekte de önemini yitirmeyecek hatta üzerinde çok büyük yatırımlar yapılacak bir teknolojidir.

Kablosuz ortam size bağlanabilirliğinizden ödün vermeden kablosuz olarak çalışma özgürlüğü verir. Yer ve zaman kısıtlamalarını ortadan kaldırdığı için iş yeriniz fiilen herhangi bir yer olabilir. Diğer kablosuz cihazlara bağlanan cihazlar mobil çalışanlara daha kesintisiz çalışma yöntemleri sağlar. İş yeri içi uygulamaları da ağınızı rahatlatmaya yardımcı olur. Kablosuz ortam işinizin daha becerili ve verimli hâle gelmesi demektir.

Bu modülü başarıyla tamamladığınızda kablosuz ağ sistemlerini kurma ve sorunlarını giderme becerisine sahip olacağınızdan dünyanın her yerinde herkesin ihtiyaç duyduğu aranan bir yeterliğe sahip kişi olacaksınız.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında kablosuz ağ teknolojilerini kullanarak noktadan noktaya kablosuz bağlantı kurulumu yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Ø Kablosuz ağ sistemlerinin yapısını ve kullanım amaçlarını araştırınız.
- Ø Kablosuz ağ sisteminde kullanılan araçları ve kullanımını araştırınız.
- Ø Kurulu bulunan bir kablosuz ağ sistemini inceleyiniz.

Araştırma işlemleri için internet ortamı, bilgisayar kitapları ve bilgisayar dergilerine ulaşabileceğiniz ortamlara gidiniz. Çevrenizde bulunan kablosuz ağ araçları satan ve kablosuz ağ sistemi kuran bilgisayar firmalarını araştırıp, bu işi yapan firmalara giderek çalışanlardan bilgi edininiz. Çevrenizde kablosuz ağ sistemini kullanan devlet kurumları veya özel kurumları tespit edip yetkili kişilerden izin alarak kullanılan kablosuz ağ sistemini inceleyiniz.

## 1. KABLOSUZ AĞ SİSTEMLERİ

### 1.1. Kablosuz LAN

Kablosuz iletişim teknolojisi, en basit tanımıyla, noktadan noktaya veya bir ağ yapısı şeklinde bağlantı sağlayan bir teknolojidir. Bu açıdan bakıldığında kablosuz iletişim teknolojisi, günümüzde yaygın olarak kullanılan kablolu veya fiberoptik iletişim yapılarıyla benzerlik göstermektedir. Kablosuz iletişim teknolojisini diğerlerinden ayıran nokta ise, iletim ortamı olarak havayı kullanmasıdır. Metal kablolar, elektrik akımını iletirken kablosuz ve optik iletim sistemleri belli frekanstan elektro manyetik dalga iletmektedir.

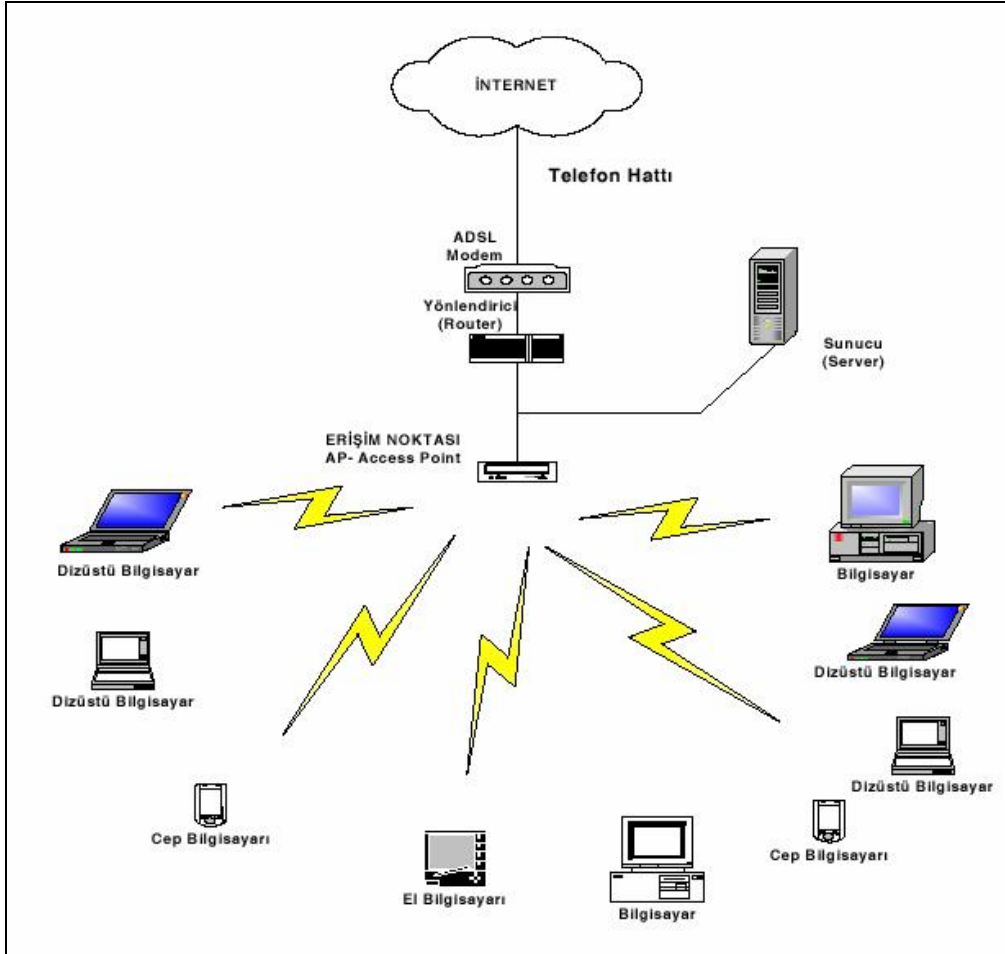
Bir LAN (yerel alan ağı) içinde çok sayıda bilgisayar, yazıcı, çizici, tarayıcı ve diğer bilgisayar çevre birimleri yer alabilir. LAN'lar da bilgisayarlar ve ağ içerisindeki diğer cihazlar arasında iletişimi sağlamak üzere kablo yerine RF veya kızıl ötesi teknolojisi kullanılması durumunda, kablosuz LAN (Wireless LAN-WLAN) olarak adlandırılmaktadır. Bu sebeple kablolu LAN'ların tüm özelliklerine sahiptir.

WLAN sistemleri kullanıcılarına;

- Ø Kablosuz geniş bant internet erişimi,

- Ø Sunucu üzerindeki uygulamalara (programlara) ulaşım,
- Ø Aynı ağa bağlı kullanıcılar arasında elektronik posta hizmeti ve dosya paylaşımı gibi çeşitli imkânlar sağlamaktadır. Ayrıca kablosuz bir sistem olması sebebiyle cadde, sokak, park, bahçe ve benzeri açık alanlarda WLAN sistemleri başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak yerel (lokal) kullanım amacıyla geliştirilmiş olduklarından WLAN sistemlerinin mesafesi 25-100 metre civarındadır.

Kablosuz LAN, yerel anlamda bilgisayar sisteminde var olan LAN teknolojilerine bağlı kalınarak kablosuz olarak iletişimde bulunmalardır. Kablosuz LAN, şekil 1.1’de görüldüğü gibi kendi başına tamamen kablosuz olacağı gibi, var olan ve temelde kablolu altyapısına dayanan bir LAN’ ın parçası ya da uzantısı olabilir.



Şekil 1.1: Kablosuz ve kablolu ağın ortak kullanımı

Bütün iletişim teknolojilerinde olduğu gibi kablosuz LAN' larda da uluslararası düzeyde kabul edilmiş standartlar (protokoller) vardır. Kablosuz LAN cihazları üreten firmalar bu standartların izin verdiği özellikte işlevi olan cihazlar üretmektedirler. Bu standartların bilinmesi sağlıklı ve verimli çalışan kablosuz LAN kurabilmeniz için çok önemlidir. Aşağıda bu standartlar ve yapısıyla ilgili bilgiler verilmiştir.

### 1.1.1. Kablosuz LAN Standartları

Kablosuz LAN, aslında var olan LAN teknolojilerinin fiziksel katmanının (ethernet vb.) ve kısmen veri bağı (data link) katmanının kablosuz hale getirilmesidir denilebilir. Bu amaçla kablosuz LAN için uluslararası standartlar belirtilmiştir. Veri transferlerinin nasıl yapılacağını belirleyen bu standartları günlük hayatımızın içinde kullandığımız trafik kurallarına benzetebiliriz. Trafik kurallarıyla araçların yolun neresinden, ne kadar hızla ve nasıl gidecekleri belirlenmişse, kablosuz LAN sistemlerinde de verilerin nerden, nasıl ve ne kadar hızla gidebileceğini belirleyen standartlar vardır.

Bu standartlara örnek olarak IEEE (The Institute of Electronic Engineers-Elektrik Elektronik Mühendisleri Enstitüsü)' nin belirlediği 802.11, 802.11a, 802.11b ve 802.11g ile ETSI (The European Telecommunication standards Institute) tarafından tanımlanan HiperLAN1 ve HiperLAN2 standartları gösterilebilir. Aşağıdaki tablo 1.1'de Kablosuz Lan' larda kullanılan IEEE ve ETSI tarafından belirlenen standartların özellikleri verilmiştir. Tablodaki verileri dikkatlice inceleyiniz.

Kategori /Standart	Veri Oranı (Data Rate)	Frekans (Hız)
IEEE 802.11 (1997)	1-2 Mbps	2.4GHz
IEEE 802.11b	11 Mbps	2.4GHz
IEEE 802.11a	54 Mbps	5.2GHz
HiperLAN2	54 Mbps	5.2GHz

Tablo 1.1: Kablosuz LAN standartlarının karşılaştırılması

#### 1.1.1.1. IEEE 802.11x Standartları

802.11x ailesi IEEE tarafından Kablosuz LAN uygulamaları için tanımlanmış standartlar kümesidir. 802.11x standardında ilk olarak 1 veya 2 Mbps'lik çalışma hızları ön görülmüşse de daha sonra geliştirilen 802.11b ve 802.11a standartlarında çalışma hızları 11 Mbps, 54 Mbps'e kadar çıkarılmıştır.

Verilen bu hızların, kablosuz ağlar için brüt hızlar olduğu aslında veri aktarımının daha az olduğu unutulmamalıdır. Yani, yararlı veri aktarım miktarı da önemlidir. Bu sebeple kablosuz ağ cihazları birbirleriyle karşılaştırılırken aktarım başarımları da göz önüne alınmalıdır. Tablo 1.2'de 802.11x standartlarının fiziksel aktarım oranı (brüt aktarım oranı) ve veri aktarım oranı (net aktarım oranı) verilmiştir.

Özellik	802.11	802.11a	802.11b
Brüt Aktarım Oranı	2 Mpbs	54 Mpbs	11 Mpbs
Net Veri Oranı	1,2 Mpbs	32 Mpbs	5 Mpbs
Frekans	2,4 GHz	5 GHz	2,4 GHz
Ortalama Erişim	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA
Şifreleme	40 bit RC4	40 bit RC4	40 bit RC4
Modülasyon Yöntemi	FHSS veya DSSS	Tek taşıyıcı	DSSS
Kesişmeyen Kanal Sayısı	3 (dahili/harici)	4 (dahili,U-NII1) 4 (dahili,U-NII2) 4 (dahili,U-NII3)	3 (dahili/harici)

**Tablo 1.2: IEEE'nin 802.11x standartlarının karşılaştırılması**

#### 1.1.1.2. IEEE 802.11b Standardı

802.11b standardı 802.11a standardından daha önce tanımlanmıştır ve desteklediği aktarım oranları 1,2,5,5 ve 11 Mbps'dir. IEEE 802.11b kablosuz ağlarda iletim için en fazla veri aktarım oranı 11Mbps'dir ve 50 metreye dek haberleşebilir ve DSSS teknolojisini kullanır. Gürültü altında aktarım hızı 5.5 Mbps e kadar düşer. 2 Mbps veya 1 Mps bağlantıyı kontrol içindir. IEEE 802.11b noktadan-noktaya (point to point) dolaysız anten haberleşmesi ile 16 kilometreye kadar ulaşabilir.

IEEE 802.11b standartının üstünlüğü ve ana konusu; Bluetooth, HomeRF ve Mikrodalga gibi teknolojiler tarafından kullanılan 2.4 GHz banda işleyebilmesidir. Çünkü Bluetooth ve IEEE 802.11b aynı frekansları için yarışmaktadır.

#### 1.1.1.3. IEEE 802.11a Standardı

802.11a standardı 2.4 GHz'deki kalabalık bant genişliğine 5GHz'lik bant tanımlayarak alternatif oluşturur. 54 Mbps ile gelecekte IEEE 802.11a standardı çoklu ortam uygulamalar için ve yoğun veri aktarımının yapıldığı uygulamalar için çok uygun olacaktır.

802.11b standardında kullanılan dağılmış spectrum teknolojisi yerine 802.11a OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) teknolojisini kullanır. OFDM kablosuz kanalı alt frekanslara bölerek (Paralel olarak gönderip, karşı tarafa da aynı şekilde alıp) hızı artırır ve sinyali kuvvetlendirir.

5 GHz banda kablosuz sistemler daha az parazit oranına ve daha yüksek aktarım oranına sahip olacaklardır (ses ve video uygulamaları gibi).

Hem 802.11a hem de 802.11b'ye erişim için üreticilerin köprüleme erişim noktaları (bridging access point) yaratmaları beklenmektedir. Böylece 802.11b uygulamaları aynı anda ek bir güç harcamaksızın 5GHz'lik kablosuz ağlara geçişi sağlanmış olacaktır.

ABD de büyük ölçüde IEEE 802.11a desteklenmektedir. Symbol Technologies, Breze Com ve Cisco aktif olarak 802.11a uyumlu aygıtlar tasarlamaktadır. Bununla beraber aynı kategorideki rakibi olarak bilinen HiperLAN2 standardı ise, Avrupa'da Nokia ve Ericsonn gibi firmaların da desteği ile büyük gelişim göstermektedir.

### **1.1.2. HiperLAN**

HiperLAN (High Performance Radio LAN-Yüksek Performanslı Radyo Yerel Ağı), ETSI tarafından tanımlanmış, OFDM kodlama ve modülasyon yöntemi kullanılan, 5 GHz bandında çalışan kablosuz LAN standardıdır.

HiperLAN2, ETSI (European Telecommunications Standarts Institute) ve Hiperlan2 Global Forum (Bosh, Nokia, Ericson, Dell, Telra ve Texas Instruments gibi firmalar öncülüğünde kurulmuş bir konsorsiyum) tarafından geliştirilmiştir. IEEE 802.11a standardına rakiptir ve 54Mbs'ı 5.4 GHz'de iletir. HiperLAN2 esas olarak 802.11a'nın rakibi ve Avrupa' da yaygın olarak kullanılan bir standarttır. HiperLAN2 ve 802.11a aynı 5 GHz lik bantı kullanırlar ve her ikisi de 54Mbp/s veri aktarımı yapabilirler.

Hem 802.11b hem de HiperLAN2 yüksek veri hızlarına ulaşmak için OFDM (Dikey Frekans Bölümleme ve Çoğullama) teknolojisine dayanır. 802.11b ve HiperLAN2 arasındaki en büyük fark MAC ( Medya Erişim Katmanı) katmanındadır. HiperLAN2 ağında erişim noktalarından uç sistemlere bağlantıya yönelik bir yaklaşım vardır. Böylece, 802.11 kablosuz LAN uygulamalarının aksine ses ve görüntü aktarımı için gerekli trafik türü desteklenmektedir.

### **1.1.3. Kodlama / Modülasyon Teknikleri**

IEEE 802.11x ailesi standartlarında genel olarak DSSS, FHSS ve OFDM kodlama/modülasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Kodlama/modülasyon yöntemi, kullanıldığı standardın veri oranı, kanal sayısı gibi temel özelliklerini belirlemektedir.

DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) düz sıralı dağılık spektrum tekniği 802.11b standardında kullanılan kodlama ve modülasyon yöntemidir. 11 Mbps veri oranına kadar kodlama yapılabilmektedir.

FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), frekans atlamalı dağılık spektrum 802.11' de tanımlanmıştır, ancak üreticiler tarafından pek rağbet görmemiştir.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) yani dikey frekans bölümlenme çoğullama 802.11a standardında kullanılmakta ve dağılmış spektrum (spread spectrum) sağladığı tüm getirileri kullanmaktadır. Bu getiriler veri aktarım oranı ve kanal sayısıdır. Özellikle kanal sayısı büyükçe kablosuz ağ kurulumunda önem kazanır. Çünkü her bir kanal aslında bağımsız bir iletişim ortamıdır. OFDM’de 20 MHz’lik 8 tane çakışmayan kanal tanımı yapılmıştır. Kanalların her biri 52 alt taşıyıcıya bölünmüştür. Böylece aynı anda yapabilecek bağımsız aktarım sayısı artırılmıştır. Her bir alt-taşıyıcı aynı anda yapabilecek bağımsız aktarıma karşılık düşmektedir. 54 Mbps hıza ulaşmak için 64QAM adlı mekanizma kullanılmaktadır.

#### 1.1.4. Çoklu Erişim ve Çoğullama Yöntemleri

Kablosuz ağların radyo frekansını kullanarak iletişimi sağlamakta olduğunu önceki konularda söylemiştik. Radyo frekansı spektrumu sonlu bir kaynaktır. Bu sebeple, aynı anda aktarım yapmak isteyen farklı uç sistemler kaçınılmaz olarak belirli frekans aralıklarını paylaşmaları gerekir. Frekans spektrumunun bölünmesi ve birçok kullanıcının arasında paylaşılmasının birçok yolu/yöntemi vardır. Aşağıdaki Tablo 1.3’ te kısaca bu yöntemler anlatılmaktadır.

Yöntem	Yöntemin Çalışma Şekli
FDMA (Frekans Bölmeli Çoklu Erişim) Yöntemi	Frekans, alanında birbiri üzerine taşmayan bölmelere ayrılır. Bu bölmeler, uç sistemlerin belirli bir çağrısı için sistemlere atanır. Her bir çağrı için, frekans ayrı bir taşıyıcı işaret bulunur. Yaygın olarak analog sistemlerde kullanılır.
TDMA (Zaman Bölmeli Çoklu Erişim) Yöntemi	Kullanacağı spektrum zaman alanında bölmelere ayrılır. Uç sistemler birim zamanda kendilerine ait bölümüne sırayla erişebilir. Eğer çerçeveler yeterince hızlı tekrar edilirse, uç sistemler haberleşme sırasında bir kesilme ve gecikme hissetmezler. HiperLAN/2 standardı tarafından kullanılıyor.
CDMA (Kod Bölmeli Çoklu Erişim) Yöntemi	Bu yöntemde çağrılar frekans ve zaman alanında kanallanmaz. Bu yaklaşımda iletimde bulunan her uç, her bir ayrı çağrı için benzersiz bir dağıtma kodunu, bilgi işaretini eldeki frekans aralığına yaymak için kullanılır. Alıcı aynı benzersiz kodu kullanarak bilgi işaretini ayıklar; alıcı için diğer işaretler arka alan gürültüsü olarak algılanır. Bu yolla aynı spektrum bloğunda aynı anda birden fazla çağrı gerçekleştirilebilir. 802.11x standartları bu yöntemi kullanır.
FDD ( Frekans Bölmeli Çift Yönlü Erişim) Yöntemi	İki yönlü aktarım anlamına gelir. Var olan spektrum alışı ve verişi yönünde birbiriyle etkileşimde bulunmayacak şekilde ayrılmasıdır.
TDD (Zaman Bölmeli Çift Yönlü Erişim) Yöntemi	İki yönlü aktarım anlamına gelir. Sayısal ortamda iki yönlü iletimin gerçekleştirilmesi için kullanılıyor. HiperLAN/2 standardı tarafından kullanılıyor.

**Tablo 1.3: Çoklu erişim ve çoğullama yöntemleri**

### 1.1.5. Güvenlik ve Şifreleme

Kablosuz ağlarda güvenlik üzerinde en çok durulması gereken unsurlardan birisidir. Radyo frekans dalgalarının havadan iletilmesi istenmeyen kişilerce izlenebilme ve takip edilebilme imkânı sağlar. Güvenliği artırmak için en basit yaklaşım VPN yapılandırmasının, kablosuz haberleşme sistemleriyle birlikte kullanılmasıdır, ancak bu yaklaşım maliyetlerin artmasına sebep olur. 802.11x ailesi standartlarında kablolu ağ düzeyinde fiziksel koruma imkânı sağlanabilmesi amacıyla WEP adlı mekanizma önerilmiştir. Amaç, fiziksel anlamda kablolu ağların doğal olarak sağladığı mahremiyeti sağlamaktır.

WEP (Wired Equivalent Privacy) kısaltması kablolu düzeyde gizlilik/mahremiyet anlamına gelmektedir. Öyle ki, kapsama alanı içerisinde herkes tarafından alınabilen radyo frekans dalgalarından, yalnızca haberleşme yetkisi olanların veri aktarımında bulunabilmesini sağlamaktadır. WEP kullanıldığında, her uç sistemin en çok dört adet anahtarı oluyor. Anahtarlar, veriyi, hava dalgaları üzerinden iletilmeden önce şifrelemesi için kullanılıyor. Büyük kablosuz ağlar için en iyi çözüm, merkez anahtar yöntemidir. Bu mimaride, şifreleme anahtarlarını üreten merkez sunucular kullanılıyor. Birçok ağ cihazı üreticisinin yaklaşımı bu yöndedir. Merkezi anahtar sunucuları, kablosuz ağlarda kullanılacak anahtarları bir merkezden üretirler, dağıtırlar ve sürekli olarak yenilerler. Bu anahtar sunucuları, son kullanıcının onaylaması (authentication) için gerekli RSA açık/özel (public/private) anahtar çiftlerinin üretilmesini sağladıkları gibi havadan iletilecek paketleri şifreleyecek olan RC4 anahtarlarının da oluşturulmasını ve kablosuz kullanıcılara ve erişim noktalarına (Access point) dağıtılmasını sağlar. Bu yöntem, anahtar yöntemini kolaylaştırır ve gizli kalması gereken anahtarların öğrenilmesini engeller. Tablo 1.4' ten şifre oluştururken yararlanabilirsiniz.

Şifreleme Tekniğine Göre Kullanılabilecek Anahtar Uzunlukları		
WEP (Wired Equivalent Privacy)		
	Onaltılık	ASCII
<b>64bit (40+24)</b>	0-9 ve A-F arası 10 karakter	A-Z ve 0-9 arası 5 karakter
<b>128bit (104+24)</b>	0-9 ve A-F arası 26 karakter	A-Z ve 0-9 arası 13 karakter
<b>152bit (128+24)</b>	0-9 ve A-F arası 32 karakter	A-Z ve 0-9 arası 16 karakter
<b>256bit (232+24)</b>	0-9 ve A-F arası 58 karakter	A-Z ve 0-9 arası 29 karakter
<b>128bit-256bit</b>	0-9 ve A-F arası 64 karakter	A-Z ve 0-9 arası 63 karakter

Tablo 1.4: Şifreleme tekniğine göre kullanılabilecek anahtar uzunlukları

## 1.2. Kablosuz LAN Teknolojileri

Kablosuz ağlarda veri iletimi için kullanılan birkaç teknoloji bulunmaktadır. Bunların en önemlileri elektromanyetik dalgaları kullanılan RF ve çıplak gözle görülebilen ışığın altındaki frekansları kullanan kızıl ötesi teknolojilerdir. RF ve kızıl ötesi teknolojileri WLAN sistemlerinde kullanılmakta olup, her birinin kendine özgü üstünlükleri ve mahzurları bulunmaktadır. Kullanıcıların kendi ihtiyaçlarına göre doğru teknolojiyi seçmeleri sistem verimliliğini ve memnuniyeti artırmaktadır. Günümüzde artan çoklu ortam uygulamaları sonucunda oluşan yüksek veri hızı talebi sebebiyle teknolojiler arasındaki rekabette veri hızı en önemli ölçüt olarak görülmektedir.

Uygulamada yüksek veri hızları ve fiziksel engelleri geçebilme özellikleri sebebiyle RF teknolojisi yaygın olarak kullanılmaktadır. WLAN sistemlerinde kullanılan RF ve kızıl ötesi teknolojisi aşağıda verilmiştir.

### 1.2.1. RF Teknolojileri

RF teknolojisinde, kablo yerine elektromanyetik dalgalar kullanılarak kablosuz iletişim gerçekleştirilmekte ve WLAN sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ekonomik sebeplerden dolayı WLAN sistemleri için lisans ve kullanım ücreti gerektirmeyen ISM frekans bantları esas alınmıştır. Bu bantlar öncelikle diğer telsiz servislerinin kullanımı için tahsisli olduklarından WLAN sistemleri muhtemel enterferansı baştan kabul etmek zorundadır. Bu durum WLAN sistemleri için karışım olaylarına (enterferans) karşı dayanıklı teknolojilerin geliştirilmesini ve kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir.

"Enterferans" terimi, ilgili kanun ve tüzüklere uygun olarak sağlanan her türlü haberleşme hizmetini engelleyen, haberleşmede kesinti doğuran veya kalitesini bozan her türlü yayın veya elektromanyetik etkiyi ifade etmektedir.

### 1.2.2. Kızıl Ötesi Teknolojisi

Kızıl ötesi teknolojisi elektromanyetik spektrumda gözle görülebilen ışığın altındaki frekansları ( $3 \times 10^{14}$  kHz / 850-950 nm) veri iletiminde kullanan bir teknolojidir. Alıcı ile verici cihaz arasında açık görüş hattının bulunduğu ortamlarda ve kısa mesafeler için çok uygundur. Kızıl ötesi teknolojisini iki tür kullanmak mümkündür. Birincisi görüş hattı (direct beam, line of sight), ikincisi ise yansıma (diffused beam) yöntemidir. Doğal olarak görüş hattı yöntemi diğerine oranla daha fazla veri iletişimi sağlamaktadır. Ancak uygulamada geniş alan kaplamak ya da çok kullanıcıya ulaşabilmek için yansıma yöntemi tercih edilmektedir. Kızıl ötesi teknolojisi büyük oranda uzaktan kumanda cihazlarında kullanılmaktadır. Profesyonel olarak kızıl ötesi teknolojisi geçici ağ kurma ihtiyacı duyulan toplantılarda veya gezici satış elamanları tarafından kullanılmaktadır. Bu tür kullanımda yerel kablolu ağ ile bağlantı kurarak bilgi alışverişinde bulunmak ve sunucuya bağlı faks ve yazıcı gibi cihazlardan faydalanmak mümkündür. Aynı ortamda çalışan bir grubun yazıcı, faks ve benzeri donanımları ortaklaşa kullanabilmeleri için bir ağ oluşturmaları da mümkündür. Benzer şekilde kullanım örneklerini artırmak mümkündür. Kısa mesafe iletişim için uygun olan kızıl ötesi teknolojisinin üstünlük ve mahzurları tablo 1.5'te verilmiştir.



<b>Kızılötesi (infrared-ırda)</b>	
<b>Üstünlükleri</b>	Serbest kullanıma açıktır. Bir lisans ve ücret gerektirmez.
	RF sinyallerinden etkilemez.
	Güç tüketimi düşüktür.
	Kapalı ortamlarda yetkisiz dinlemeye ve bozucu etkilere karşı tam bir güvenlik sağlar.
<b>Mahzurları</b>	İletişim mesafesi kısadır. İdeal şartlarda 10-15 metredir.
	Sinyaller katı cisimleri geçemez. Bu sebeple kapalı alanlarda duvar, kapı ve büro malzemeleri tarafından kullanım için uygundur.
	Sinyaller kar, sis, toz ve ışık gibi hava şartlarından etkilenir. Bu sebeple açık alanlarda kullanım için uygun değildir.
	Kirlilik sinyalleri etkiler.

**Tablo 1.5: Kızıl ötesi teknolojisinin üstünlük ve mahzurları**

### **1.3. Kişisel Alan Ağları**

Kişisel alan ağları (Personal Area Network, PAN), adından anlaşılacağı gibi kişisel sayısal cihazların (PDA) kablosuz olarak birbirlerini görmesiyle ortaya çıkmış bir kavramdır. Amaç, yakın mesafede olan sayısal cihazların (klavye, fare, kulaklık vb.), çevre birimlerinin birbirleriyle kolayca etkileşimde bulunmasını sağlamaktadır.

Kişisel alan ağları denildiğinde ilk akla gelen Bluetooth ve HomeRF' dir. Bluetooth, daha çok birkaç metre gibi kişinin etrafındaki sayısal sistemlerin birbirini kablosuz görmeleri ve iletişimde bulunabilmeleri için tanımlanmışken, HomeRF kablosuz LAN uygulamasının ev veya küçük iş yerlerinin kullanımı için tanımlanmıştır, denilebilir. Şimdi bu iki kişisel alan ağını yakından inceleyelim.

#### **1.3.1. Bluetooth (Mavidiş)**

Bluetooth (Mavidiş), kısa mesafedeki aygıtları birbirine bağlayan bir kablosuz teknolojidir. Bluetooth cep telefonları, bilgisayarları, PDA' ları, yazıcıları, klavyeleri kablosuz olarak bir araya getirir.

Mavidişin geçmişi, 1994 yılında telefon üreticisi Ericsson'un cep telefonlarını kulaklıklarına kablosuz olarak bağlaması ile başlamıştır. Çözüm, küçük ve ucuz bir yonganın kablosuz sinyalleri alıp gönderebilmesi ile geliştirilmiştir. Ayrıca hareketli (dinamik) kişisel ağlar oluşturulmasını da sağlamaktadır. Tablo 1.6' da mavidiş kablosuz ağ sisteminin genel özellikleri verilmiştir, inceleyiniz. Bluetooth ayrıca ses iletimini de desteklemektedir.

<b>Frekans Aralığı</b>	2.402 – 2.480 GHz
<b>VERİ ORANI</b>	1 Mbps (fiziksel)
<b>KANAL BAND GENİŞLİĞİ</b>	1 MHz
<b>MESAFE</b>	~10 metre
<b>RF ATLAMA</b>	1600 kez/s
<b>ŞİFRELEME</b>	Cihaz ID ve 0/40/64 bitlik anahtar uzunlukları
<b>TX ÇIKIŞ GÜCÜ</b>	Azami 20 dBm (01.W)

**Tablo 1.6: Mavidişin genel özellikleri**

1998 yılında, Ericsson, Nokia, Intel, IBM ve Toshiba biraya gelerek bir konsorsiyum oluşturmuş ve adına Bluetooth Özel İlgi Grubu (Special Interest Group -SIG) denilmiştir. Bluetooth SIG, mavidiş aygıtları için gereken yazılım ve ortak işlevlerin standart hale gelmesinden sorumlu olmuştur.

### 1.3.1.1. Mavidiş ile Neler Yapabilirsiniz?

Mavidiş mümkün olan en basit şekilde sabit veya taşınabilir cihazların aralarında bilgi aktarmalarına, paylaştırılmalarına imkân sağlar. Evde, büroda veya hareket halinde basit bir ağ oluşturarak dosya paylaşımı, bilgi iletimi, elektronik posta, internet erişimi yazıdan çıktı alma gibi işlemler gerçekleştirilebilir. Endüstriyel uygulamalarda cihaz ve makineler kontrol edilebilir. Erişimi zor olan yerlerdeki cihazlara kolayca hizmet verilebilir. Resim 1.1' i inceleyiniz.





Resim 1.1: Bluetooth ile yapılabilen uygulamalar

### 1.3.1.2. Mavidiş Teknolojisi

Hız: Bluetooth'ın maksimum hızı 1 Mbps olarak tanımlanmıştır. Fakat 780 Kbps seviyelerine daha yakındır. Bu pozisyon 56 Kbps lık telefon modemlerinde, DSL veya kablo modemlerde olabilir. Fakat pratikte, mavidişin 780 Kbps'lık kapasitesi haberleşen aygıtlar arasında paylaştırılır. Böylece, gerçek iş gücü ortak kanalı kullanan mavidiş aygıtlarının sayısına bağlıdır. Yeni nesil mavidişlerde başarımda beklenen önemli hız artışı ile 5 GHz bandı hedeflenmiştir.

Mavidiş, 2.4 GHz üzerinde, endüstriyel, bilimsel ve tıbbi radyo dalgalarının lisanssız olarak yayın yapabildiği aralıkta çalışır. Bu bant aynı zamanda kablosuz LAN'lar ve mikrodalga fırınların da kullandığı bir aralıktır.

Mavidişin dünya çapında yaygın kılınabilmesi için, düzenleyiciler, mavidiş teknolojisinin 2.400 MHz ile 2.483,5 MHz aralığında yayın yapmasında görüş birliğine varmış bulunuyorlar. Burada sadece Avrupa ülkelerinden Fransa ve İspanya, bu bölgenin bir kısmını yönetim sebeplerinden dolayı lisansladığı için daha kısıtlı bir alanı kullanır. Endüstri, bu iki ülke için de daha dar bir frekans ve hop'ta çalışan özel bir sürüm geliştirmiş bulunuyor.

Mavidiş entegreleri küçük ve ½ inç kadardır. Bu da onları, cep telefonları ve PDA'ler içerisine rahatlıkla yerleştirilmelerini sağlar. Mavidiş entegreleri, aynı zamanda PCMCIA kartlarında da bulunabilir, böylece taşınabilir bilgisayarlar ve masaüstü PC'lerde mavidiş ağına girebilir.

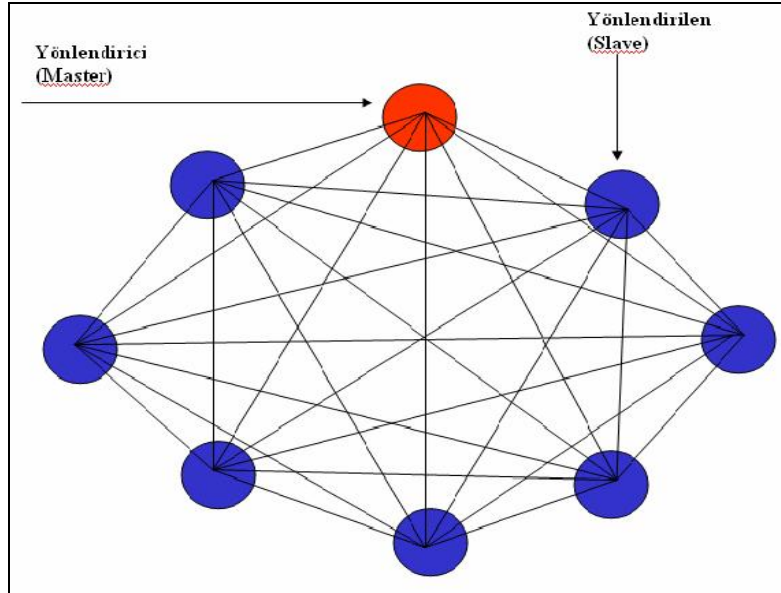
- Ø **Frekans zıplama:** Mavidiş frekans bandında karışmayı önlemek için Mavidiş Frekans Zıplama adında bir teknoloji kullanır. Mavidiş, frekans bandını 79 kanala böler ve her saniye 1600 kere rasgele olarak aralarında değişir.
- Ø **Mavidiş ağları:** Mavidiş, yakın konumdaki iki cihazın birbirlerini tanımlarını ve haberleşmeye başlamalarını destekler. Mavidiş ağları, "Piconets" ve "Scatters" şeklini alır.

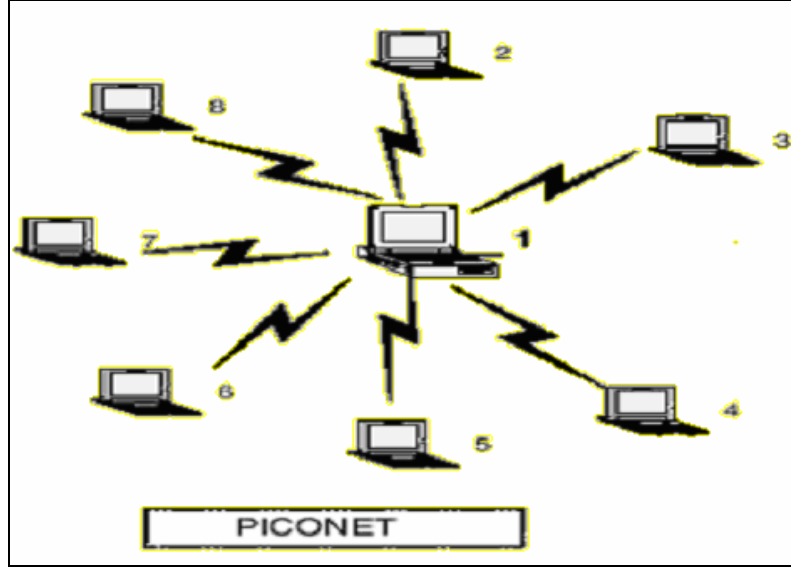
- Ø **Piconets:** 10 metre içerisindeki mavidiş aygıtları birbirlerini bulabilme ve piconets adı verilen yerel ağları oluşturma yeteneğine sahiptir. Bir piconet 8 mavidiş aygıtına destek verebilir. Bir piconet içerisinde şekil 1.2'den de anlaşılacağı gibi, kurulumları kabul eden bir yönetici (usta) cihaz, 7 tane de yönetilen (uydu) denilen farklı görevleri olan aygıtlar bulunur.

Yazıcılar ve tarayıcılar gibi bazı aygıtlar hizmet etmek içindir, masaüstü bilgisayarlar ve PDA'ler ise dinamikler. Mavidiş aygıtları, aktif veya pasif olarak ayarlanabilir. Aktif iken, mavidiş aygıtı ortamı araştırarak bağlanabileceği bir başka mavidiş aygıtı arar. Pasif durumda iken, aktif bir mavidiş aygıtının gelip bağlantı kurmasını bekler.

Mavidiş aygıtları, birbirlerini buldukları zaman, kişilerinin iş kartlarını değiş tokuş yapması gibi tanımlarını değiş tokuş yapar. İlk merhabadan sonra, aygıtlar tek olan mavidiş kimliklerini değiştirir, bu kimliğe Global ID denir.

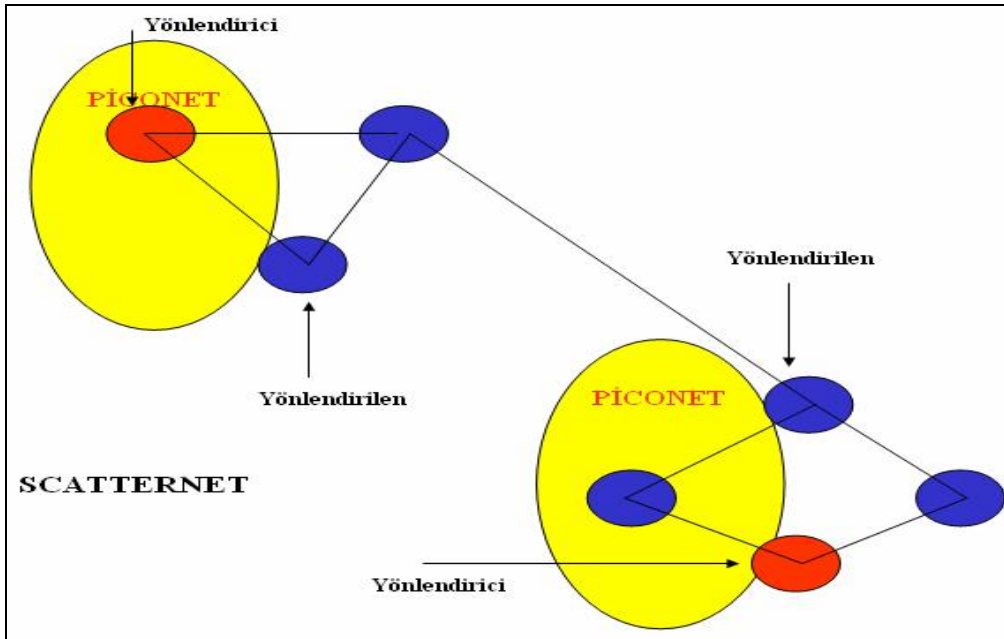
Örneğin, bir cep telefonu, yazıcı veya bir tarayıcı ile bağlantıyı kurduktan sonra yönetici olan, cevap veren aygıtın servislerine ihtiyaç duyup duymadığını kontrol eder, eğer karşılıklı görüşmeye devam etmek isterse çiftine bir cevap gönderir.

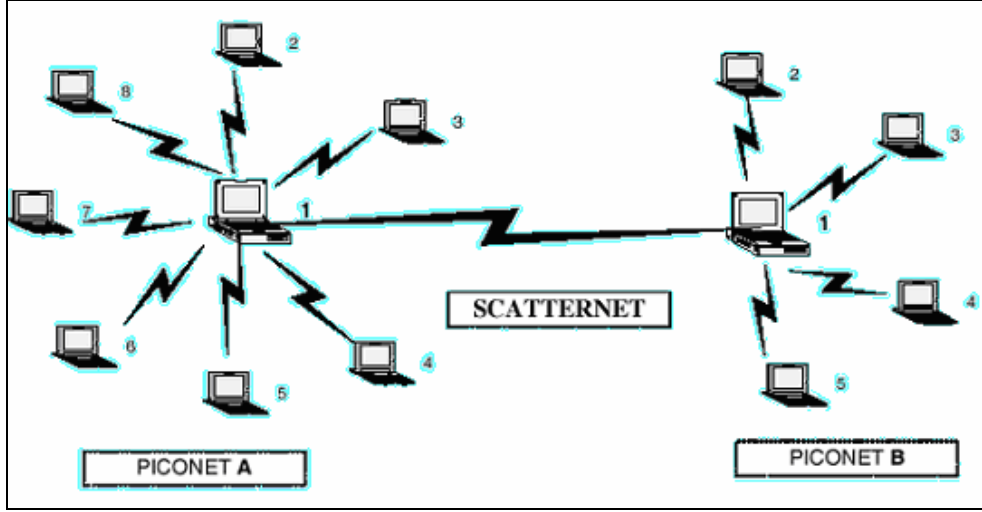




Şekil 1.2: Piconet yapısı

- Ø **Scatternets:** Daha esnek maviş aygıt kurulumu yapabilmek için piconetlerin bir araya geldiği ağıdır. Bir scatternet, şekil 1.3'te görülebileceği gibi, çeşitli küçük maviş cihazlarının bulunduğu kümelerin aynı alan içerisinde haberleşmesini sağlar. maviş aygıtları piconetlere kilitli olmaması yüzünden aygıtlar değış tokuş yapabilir ve farklı piconetlere gönderilebilir.





Şekil 1.3: Scatternet yapısı

- Ø **Eşleşme:** Eşleşme sadece her iki cihaz da isterse oluşur. Başlatıcı, cevap verecek olandan sadece servislerini istemez aynı zamanda cevap veren için gereken onaylama ve güvenlik kısıtlamalarından da memnun olmalıdır. Bu işlem, her cihazın diğeri üzerinde kendisini zorlamasını önler. Eğer her iki taraf da tatmin olursa, eşleşme oluşur ve başlatıcı yönetici, cevap veren de yönetilen olur.

### 1.3.2. Home RF

HomeRF, genel olarak küçük ofis ve ev ihtiyaçları için düşünülmüş kablosuz erişim standardıdır. 2.4 GHz ISM bandında çalışmaktadır. HomeRF'nin IEEE 802.11x standartlarına göre güçlü yanı veri aktarımının yanı sıra ses desteğinin de olmasıdır. Tablo 1.7' de homeRF' nin genel özellikleri verilmiştir. Bakınız.

<b>Frekans Aralığı</b>	2.402 – 2.480 GHz
<b>VERİ ORANI</b>	10 Mbps (v.2 için)
<b>MESAFE</b>	~100 metre
<b>RF ATLAMA</b>	50 kez/s
<b>TX ÇIKIŞ GÜCÜ</b>	Azami 20 dBm (01.W)

Tablo 1.7: HomeRF'nin özellikleri

HomeRF' in katmanlı bir mimarî yapısı vardır. Fiziksel katmanın üzerinde ethernet, ses ve veri akışı için ayrı ayrı teknikler vardır. Ethernet için CSMA/CD, veri akışı için CSMA ve ses için TDMA kullanır.

HomeRF 2.0 sistemlerinde FHSS modülasyon tekniği kullanılmaktadır. Bu teknikte veri kanalı bir frekanstan diğeri saniyede 50 defa atlamaktadır. Bu teknoloji iletişimin izlenmesini ve verilerin çalınmasını oldukça zorlaştırmaktadır. Ayrıca ağa giriş için "ağ şifresi" istenerek güvenlik artırılmaktadır.

HomeRF ne için kullanılabilir sıralayalım;

- Ø Bilgisayarlar arası kablosuz ağ kurulabilir.
- Ø Evin içinde ve etrafında taşınabilir aygıtlar ile internete bağlanabilir.
- Ø Çok bilgisayarlı ortamda dosya, modem, yazıcı paylaşımı sağlanabilir.
- Ø Sadece PC uyumlu el setine konuşarak ev elektronik sistemi aktif hale getirilebilir.

## 1.4. Kablosuz LAN Sistemleri

Temel olarak kablosuz LAN (WLAN) sistemi iki ana unsurdan oluşmaktadır. Birincisi AP (Access point, Erişim Noktası), ikincisi ise kablosuz cihazlardır. Ancak cihazdan cihaza (peer to peer) çalışma modelinde AP'ye ihtiyaç duyulmaz. Bu durumda kablosuz ağ kartına sahip bilgisayarlar, kendi aralarında ilave bir cihaz veya kabloya ihtiyaç olmadan bir ağ oluşturabilir. Kablosuz cihazlar genellikle bir dizüstü bilgisayar, kişisel bilgisayar (PC), cep bilgisayarı (PDA, Personal Digital Assistant, kişisel sayısal yardımcı), veya kablosuz ağ ünitesi (NIC, Network Interface Card ) ile donatılmış benzeri bir cihaz olabilir. NIC'ler RF veya kızıl ötesi kullanarak takılı bulunduğu cihaz ile AP arasındaki bağlantıyı sağlar. AP'ler ihtiyaca göre bir eve, iş yerine, toplantı salonuna veya bir binaya kurulabilir. Halka açık kullanımı sağlamak üzere ise şehir merkezlerine (Taksim, Kızılay gibi), büyük alışveriş merkezlerine, hava alanı, tren istasyonu, otobüs terminali veya restoran gibi kamuya açık alanlara AP kurulabilir. Bu durumda AP'nin oluşturduğu kablosuz internet bağlantısı sağlanan fiziksel alan Erişim Alanı olarak adlandırılmaktadır. Kablosuz cihazlarda bulunan NIC'ler otomatik frekans tarama özelliğine sahip olduklarından kendilerine ulaşan WLAN sinyalinin algılayabilir. NIC tarafından doğru frekans kanalı bulunduğundan sonra AP ile kablosuz cihazlar arasında bağlantı kurulumu başlatılır.

WLAN sistemleri aslında tamamen kablosuz değildir. Çünkü sistemde bulunan AP'nin geniş bant erişim hizmeti veren DSL, Fiberoptik veya benzeri bir kablolu altyapı üzerinden şebekeye bağlanması gerekebilir. Bu sebeple, WLAN sistemleri ile tamamen kablosuz olmaktan ziyade kablolu ihtiyacı en az düzeye indirilmiş olmaktadır. Bu açıdan bakınca WLAN sistemlerinin artışı geniş bant erişim hizmetinin artışıyla bağlantılıdır ya da WLAN sistemlerinin artışı geniş bant erişim hizmetinin yaygınlaşmasını desteklemektedir. Ancak cihazdan cihaza kullanımda herhangi bir kablolu ihtiyacı olmadığından tam bir kablosuz ağ kurulumu gerçekleştirilmektedir. Benzer şekilde şebekeye erişim hizmetinin kablo yerine sabit telsiz erişim (FWA) veya uydu terminali ile sağlanması durumunda da tam bir kablosuz ağ kurulumu gerçekleştirilmektedir.

### 1.4.1. Kablosuz LAN Sistemlerinin Çalışma Esasları

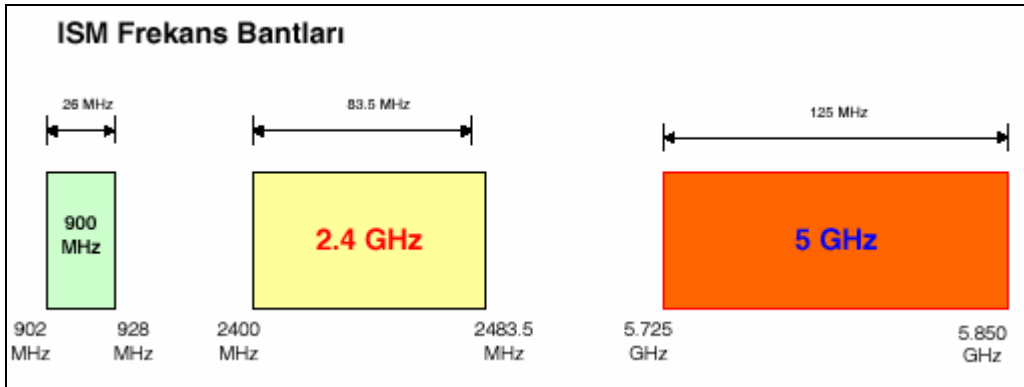
WLAN sistemleri havada yayılan elektromanyetik dalgalarla bir noktadan başka bir noktaya fiziksel bağlantı olmaksızın bilgi iletişimini sağlar. Tipik bir kablosuz yerel ağ kurulumunda, AP olarak isimlendirilen hem alıcı hem verici konumundaki cihaz, kablolu ağa bağlanır ve kablolu ağ omurgası ile kablosuz cihazlar arasında veri alışverişi işlemini

gerçekleştirir. Bir AP, kullanılan ortama bağlı olarak dâhili uygulamalarda 25-100 metre, harici kullanımda ise 200 metreye kadar yarıçaplı bir alanı kapsayabilir. WLAN sistemlerinde kullanılan yüksek frekanslı RF sinyali (2.4 GHz ve 5 GHz) temel özelliği sebebiyle katı cisimlere nüfuz edebilir ve geçebilir. Bu özellik görüş hattının sağlanmadığı bina içi kullanımlarda fayda sağlar. Ancak katı cisimler kullanılan maddeye (tahta, çelik, beton gibi) bağlı olarak sinyal zayıflamasına sebep olur. Bu da sonuçta erişim mesafesini kısaltır.

Lisansız kullanımlar için çıkış gücü düzenlemeler ile sınırlandırılmış (genellikle 100 mW) olduğundan mesafe artırımı için güç yükseltilmesi söz konusu değildir. Bu sebeple iyi bir kapsama alanı için fiziksel ortam iyi etüt edilmeli ve AP montaj yerleri iyi seçilmelidir. AP veya kullanılıyorsa AP'ye bağlı harici anten, genelde yüksek bir noktaya montaj edilir. Bu sadece kapsama alanını genişletmek için gereklidir. Eğer yeterli kapsama alanı sağlanıyor ise AP'ler istenilen her noktaya konulabilir. Kullanıcılar ise kablosuz erişim özelliğine sahip cihazlar ile ağa bağlanabilir. Bu özelliği bulunmayan bilgisayarlar için hariçten takılan kablosuz ağ adaptörleriyle, dizüstü bilgisayarda PCMCIA kartlarla, masaüstü bilgisayarlarda ise ISA/PCI kartlarla kablosuz erişim gerçekleştirilir. Dizüstü bilgisayarda kullanılan PCMCIA kart örneği ve masaüstü bilgisayarlarda kullanılan PCI kart örneği EK-1'de verilmiştir. Ayrıca dizüstü ve masaüstü bilgisayarlarda USB girişinden kablosuz ağ adaptörü (Wireless LAN Adapter) ile kablosuz bağlantı yapılmaktadır. Bir başka ifade ile kablosuz erişim özelliği bulunmayan cihazlar hariçten takılan kablosuz ağ adaptörleri ile WLAN sistemlerinde kullanılabilir.

#### 1.4.2. Kablosuz LAN Sistemlerinde Kullanılan Frekanslar

WLAN sistemlerinde genellikle ISM bandı kullanılmaktadır. ISM bantları ITU tarafından 13560 kHz, 27120 kHz, 40.6 MHz, 915 MHz, 2450 MHz, 5800 MHz ve 24.125 GHz merkez frekanslarında dünya genelinde tahsis edilmiştir. Bu bantlardan teknik olarak WLAN uygulamasına uygun olan ISM bantları şekil 1.4'te verilmiştir.



Şekil 1.4: ISM bant planı

Ancak, 900 MHz bandı sadece ITU-RR ikinci bölge için ISM bandı olarak belirlenmiştir. Bu sebeple, ITU-RR birinci bölgede yer alan Türkiye'de GSM sistemleri için tahsis edilmiş olup WLAN sistemlerinde kullanılmamaktadır.



WLAN sistemleri için 2.4 GHz bandında 2400-2483.5 MHz frekans aralığı, 83.5 MHz bant genişliği ve 13 adet kanal tanımlanmıştır. Bu kanallar ve her kanalın merkez frekans değeri tablo 1.8' de gösterilmiştir.

1	2412 MHz	6	2437 MHz	11	2462 MHz
2	2417 MHz	7	2442 MHz	12	2467 MHz
3	2422 MHz	8	2447 MHz	13	2472 MHz
4	2427 MHz	9	2452 MHz		
5	2432 MHz	10	2457 MHz		

**Tablo 1.8: Kanallar ve her kanalın merkez frekans değerleri**

Ancak bu 13 kanaldan sadece 3 adedi (1, 7 ve 13) aynı ortamda enterferans yaratmadan çalışabilir. Çünkü bu kanalların frekans aralığı 5 MHz olmasına rağmen AP'ler 22 MHz frekans aralığı kullanmaktadır.

1., 5., 8. ve 12. kanalın aynı ortamda (mekanda) kullanılması ile RF sinyallerinin birbirlerini etkiledikleri görülmektedir. Ancak bu durumda genellikle iletişim kesilmez fakat veri aktarım hızı düşer. Bu sebeple kanal seçiminde imkânlar ölçüsünde enterferans yapmayacak kanallar seçilmelidir. Bu amaçla WLAN sistemi kurulacak alanda önceden bir spektrum incelemesi yapılmalıdır. 2.4 GHz bandında olduğu gibi 5 GHz bandında da kanal merkez frekansları belirlenmiştir. Bu bantta kullanılan 5150-5350 MHz ve 5470-5725 MHz frekans bantları için tanımlanan merkez frekans değerleri tablo 1.9' da verilmiştir.

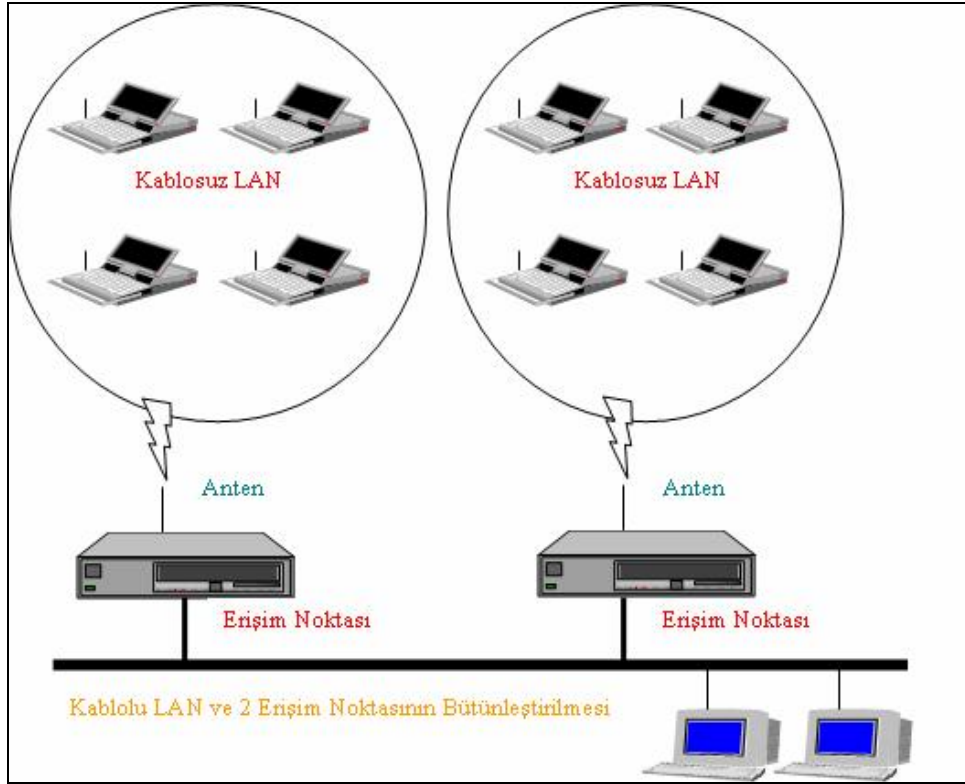
1	5180 MHz	1	5500 MHz	9	5660 MHz
2	5200 MHz	2	5520 MHz	10	5680 MHz
3	5220 MHz	3	5540 MHz	11	5700 MHz
4	5240 MHz	4	5560 MHz		
5	5260 MHz	5	5580 MHz		
6	5280 MHz	6	5600 MHz		
7	5300 MHz	7	5620 MHz		
8	5320 MHz	8	5640 MHz		

**Tablo 1.9: 5150-5350 MHz ve 5470-5725 MHz frekans bantları için tanımlanan merkez frekans değerleri**

### 1.4.3. Kablosuz LAN Sisteminde Kullanılan Cihazlar

#### 1.4.3.1. Erişim Cihazı

Erişim noktası (AP) kablosuz LAN kurulması için merkezi konumda olan ve kapsama alanı içerisindeki tüm trafiği yöneten erişim cihazı köprüleme mantığıyla çalışır. Kablosuz erişimler, üzerinde bulunan antenlerle havadan, kablolu ağa bütünleştirilmesi de ethernet gibi LAN teknolojisiyle yapılır. Uç sistemlerden daha yükseğe monte edilmesi yararlıdır. Erişim noktası cihazları kurulumu ve teknolojiye dayanarak 10 metrelerden 500 metreye kapsama alanına sahip olabilmekteyken, 10 ile 250 arasında kullanıcıyı desteklemektedir. Bir erişim noktası cihazının kapsama alanındaki uç sistemlerin sayısı arttıkça tıkanma olasılığı artar ve kablosuz ağın başarımını düşer. Bu sebeple, şekil 1.5'te görüldüğü gibi hem kapsama alanını genişletmek hem de erişim cihazı başına düşen kullanıcı sayısını azaltmak için aynı ağ içerisinde birden çok erişim cihazı kullanılabilir.



Şekil 1.5: Kablolu LAN ve kablosuz LAN'ların erişim noktaları ile birleştirilmesi

Piyasada kullanılan erişim cihazlarına bir örnek resim 1.2' de ve erişim cihazı alırken dikkat edilecek özellikleri ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir. Kuracağınız kablosuz LAN'ın yapısına uygun erişim cihazı almanız ağınızın sağlıklı çalışması için hayati önem taşır.



**Resim 1.2: Erişim cihazı**

- Ø **Standartlar:** Cihazın desteklediği kablosuz LAN standartları.
- Ø **Modülasyon:** Cihazın desteklediği modülasyon yöntemleri (OFDM).
- Ø **Veri transfer değerleri:** Veri transferi yapabildiği hız değerleri.
- Ø **Ağ bağlantısı tipi:** Desteklediği ağ bağlantı tipi (Infrastructure ve Ad-hoc).
- Ø **Çalışma modları:** Çalışabildiği kablosuz bağlantı modları (Erişim Noktası, AP-to-AP Bridge, Point-to-MultiPoint Bridge(köprü, Wireless Client, Wireless Repeater (WDS))
- Ø **Frekans bandı:** Cihazın çalıştığı frekans aralığı (MHz olarak).
- Ø **Verici çıkış gücü:** Cihazın verici gücü (db olarak).
- Ø **Alıcı hassasiyeti:** Cihazın alıcı hassasiyeti (db olarak).
- Ø **Dış anten tipi:** Cihazın takılabilen anten tipi.
- Ø **Ağ desteği:** Cihazın kullanılabileceği ağlar ( server and Client)
- Ø **Güvenlik:** Cihazın desteklediği güvenlik modları (64-bit, 128-bit 152-bit WEP şifreleme, WPA, 802.x vb.)
- Ø **Çalışma menzili:** Cihazın iletişim kurabildiği menzili (Kapalı alanda,Açık alanda)

### 1.4.3.2. PCMCIA Adaptörü

Bir başka kablosuz bilgisayar ağı parçası, son kullanıcıların bilgisayarına takılabilen WLAN arayüzü ve dâhili alıcı verici anteni bulunan PCMCIA kartıdır. Gerekli durumlarda güçlü antenlerin de takılabilmesi için üzerinde yuvası bulunan bu kart, köprü cihazlarının kablosuz ağ bağdaştırıcısı olarak kullanılabilirdiği gibi ISA veya PCI adaptörleri aracılığı ile günümüz kişisel bilgisayarlarına da takılabilmektedir.

Piyasada kullanılan PCI adaptörlerine bir örnek resim 1.3' te ve PCI adaptörü alırken dikkat edilecek özellikleri ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir. Kuracağınız kablosuz LAN'ın yapısına uygun PCI adaptörü almanız ağınızın sağlıklı çalışması için hayati önem taşır. Dikkatlice inceleyiniz.



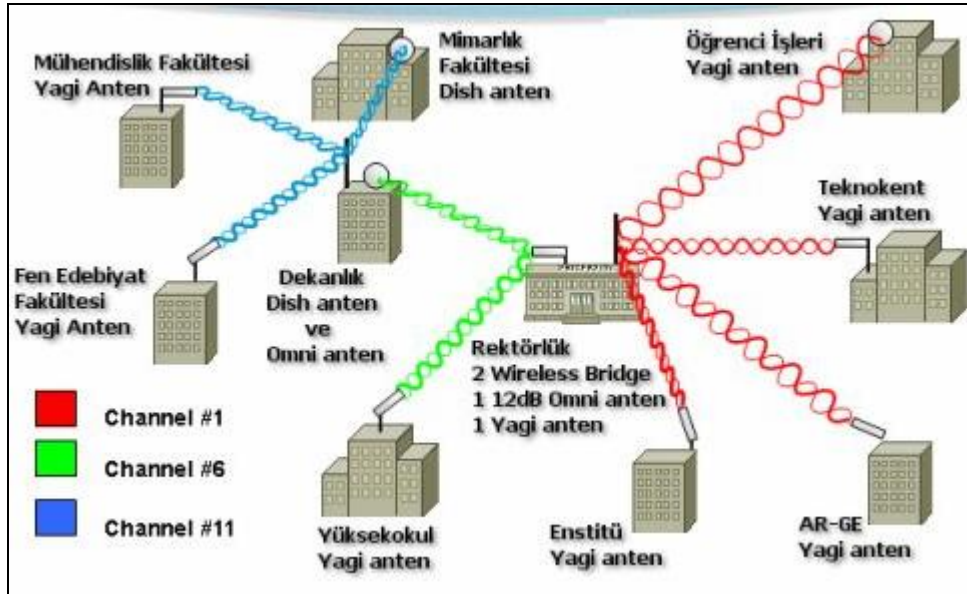
Resim 1.3: 32 Bit PCI slot

- Ø **Standartlar:** Aygıtın desteklediği kablosuz LAN standartları.
- Ø **Modülasyon:** Aygıtın desteklediği modülasyon yöntemleri (OFDM).
- Ø **Veri transfer değerleri:** Veri transferi yapabildiği hız değerleri.
- Ø **Ağ bağlantısı tipi:** Desteklediği ağ bağlantı tipi (Infrastructure ve Ad-hoc) .
- Ø **Frekans bandı:** Aygıtın çalıştığı frekans aralığı (MHz olarak).
- Ø **Verici çıkış gücü:** Aygıtın verici gücü (db olarak)
- Ø **Alıcı hassasiyeti:** Aygıtın alıcı hassasiyeti (db olarak).
- Ø **Dış anten tipi:** Aygıtın takılabilen anten tipi.
- Ø **Güvenlik:** Aygıtın desteklediği güvenlik modları (64-bit, 128-bit 152-bit WEP şifreleme, WPA, 802.x vb.)

- Ø **Çalışma menzili:** Aygıtın iletişim kurabildiği menzili (kapalı alanda, açık alanda).
- Ø **Uyumluluk:** Çalışabildiği kablosuz LAN standartlı aygıtlar.
- Ø **İşletim sistemi desteği:** Windows 98SE/ME/2000/XP

### 1.4.3.3. Anten

802.11 standardındaki cihazlar temel olarak iki tür anten kullanmaktadır. Noktadan çok noktaya iletim için “omnidirectional” ve noktadan noktaya iletim için yönlendirilmiş “omnidirectional” anten için tipik olarak erişim mesafesi 45 m civarındadır. Yerel düzenlemelerin elverdiği durumlarda yüksek kazançlı antenler ve güçlendiricilerle mesafe 40 Km ve üstüne çıkabilir. Noktadan noktaya iletim için kullanılan antenler LAN’ lar arası köprüleme için tercih edilmekte olup görüş hizasının sağlanmasını gerektirir. “Omnidirectional” uygulamalarda erişim cihazının (bas istasyonunun) yerleşimi çok önemlidir. Radyo frekans girişimlerine dikkat edilmelidir. Resim 1.4’te bir üniversite kampüsünde kurulan kablosuz LAN görülmektedir.



Resim 1.4: Bir üniversite kampüsünde uygulanan kablosuz LAN’da kullanılan antenler

### 1.4.4. Kablosuz LAN Sistemlerinin Mimari Yapısı

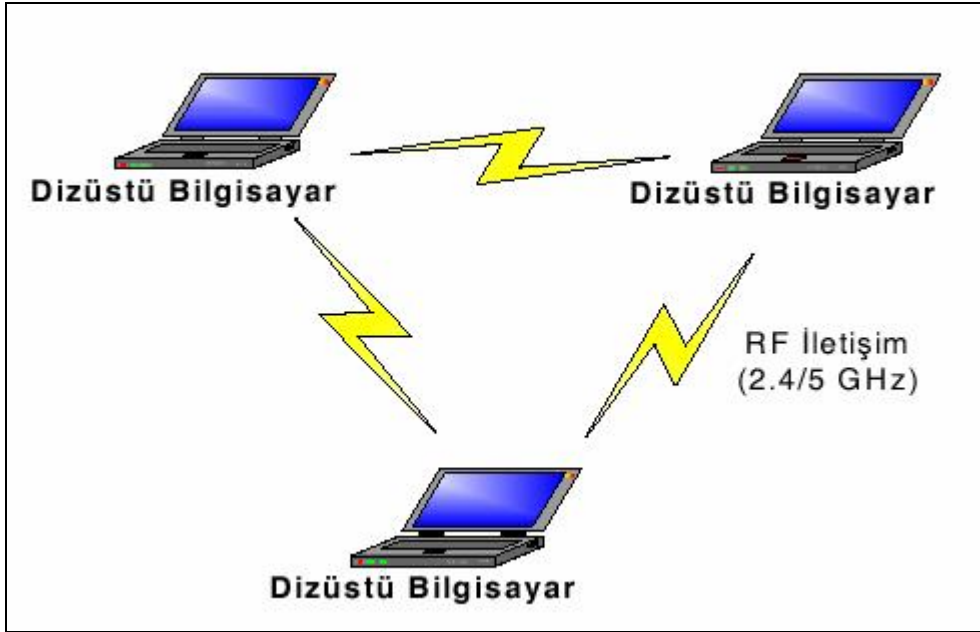
Bilgisayarların birbirleri ile iletişiminin hangi hiyerarşik düzende olduğu mimari yapı (Topoloji) olarak ifade edilmektedir. Kablosuz LAN sistemlerinde cihazdan cihaza (Peer-to-peer, Ad/Hoc) ve altyapı (Infrastructure, Client/Server) olmak üzere 2 çeşit mimari yapı kullanılmaktadır.

WLAN sistemlerinde kullanılan mimari yapılar ve temel özellikleri aşağıda verilmiştir.

#### 1.4.4.1. Cihazdan Cihaza Çalışma (Ad Hoc) Modeli

Cihazdan cihaza çalışma modeli iki ya da daha çok kablosuz iletişim özelliğine sahip bilgisayarın, bir sunucu kavramı olmadan birbirine bağlandığı ağ yapılarıdır. Bu tür ağlarda bulunan bilgisayarların sahip oldukları program, veri ve dosya gibi tüm kaynaklar ağdaki diğer bilgisayarlar tarafından kullanılabilir. Bu model prensip olarak daha hızlı kurulabilen ve kablo veya AP gibi herhangi bir altyapı ihtiyacı olmayan en basit ağ kurulum yöntemidir. İstemci veya sunucu olmasına bakılmaksızın ağda yer alan tüm bilgisayarlarda sadece kablosuz çalışma özelliğinin olması yeterlidir.

Cihazdan cihaza çalışma modelinde kablolu bir ağ bağlantısı bulunmaz. Dolayısıyla internet veya intranet bağlantısı söz konusu değildir. Cihazdan cihaza çalışma modelinde ağ içindeki bütün bilgisayarlar eşit düzeydedir. Yani istemci sunucu ayrımı olmayıp tüm bilgisayarlar aynı önceliğe sahiptir. Ağdaki her kullanıcı diğer kullanıcının kaynaklarına kolaylıkla erişebilir ve kullanabilir. Bu mimari yapı çok yaygın kullanılmamakla birlikte geçici ve hızlı bir ağ ihtiyacı duyulan grup çalışmalarında ve toplantılarda kullanılmaktadır. Cihazdan cihaza çalışma modeli şekil 1.6' da görülmektedir.

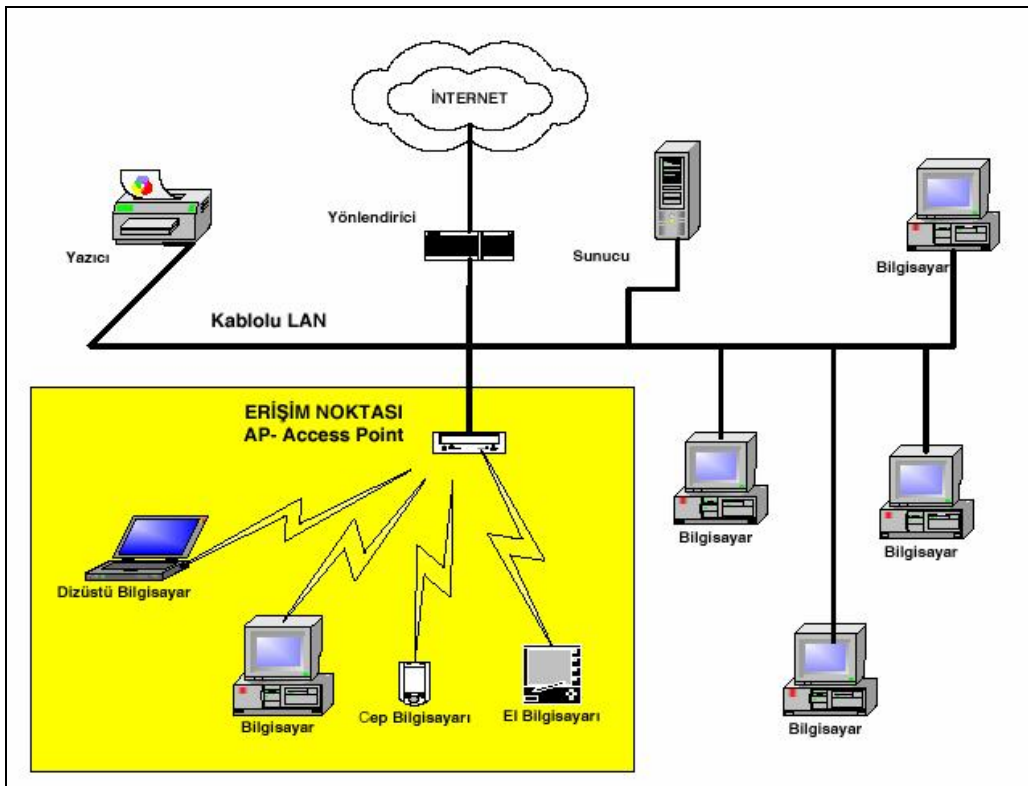


Şekil 1.6: Cihazdan cihaza çalışma modeli

#### 1.4.4.2. Altyapı Çalışma (Infrastructure, Client/Server) Modeli

WLAN sistemlerinin temel ve en yaygın kullanım şekli olan altyapı çalışma modeli; kablolu ağa bağlı bir AP ve istenilen sayıda kablosuz erişim özelliğine sahip cihazdan oluşur. Kablolu ağda ihtiyaca göre genellikle bir geniş bant internet erişimi ve sunucu bilgisayar bulunabilir. Bu durumda ağda bulunan tüm bilgisayarlar AP aracılığıyla kablosuz olarak mevcut kablolu ağa ve internete bağlanabilir. Ev ve küçük iş yeri uygulamaları için temel altyapı çalışma modeli yeterli ve uygundur. Bu tür çalışma modelinde paylaşılan bütün kaynaklar sunucuda yer alır ve işlemler sunucu aracılığıyla yürütülür.

Sunucu işlemleri hızlı bir şekilde yaparak sonuçları istemciye yollar. Böylece işlem hızı ve kapasitesi artırılmış olur. Aksi durumda ise her bir bilgisayarın kendi programları ile verileri işlemesi gerekecektir. Bu durumda ise işlem hızı iş istasyonunun performansına bağlı olacaktır. Altyapı çalışma modelinde geniş bant internet erişimi genellikle kablolu sistemler ile sağlanmakla birlikte kablosuz olarak da sağlanması mümkündür. Kablolu erişim olarak ADSL, Fiberoptik, Kablo TV şebekesi; kablosuz erişim olarak ise FWA kullanılmaktadır. Temel altyapı çalışma modeli şekil 1.7’de gösterilmiştir.



Şekil 1.7: Temel altyapı çalışma modeli

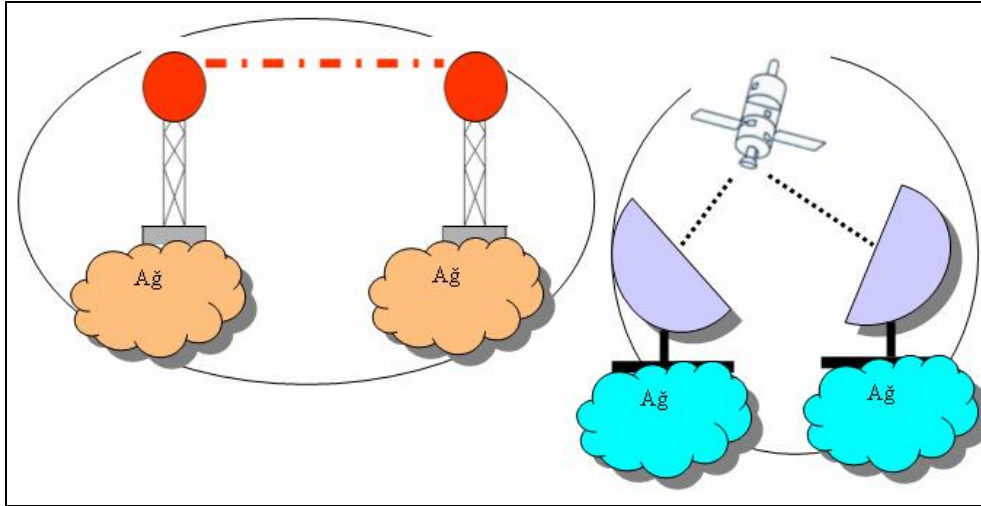


WLAN altyapı çalışma modelinde kullanıcı sayısının veya iletişim mesafesinin artırılması gereken durumlarda sisteme yeni AP'ler ilave edilebilir. Örneğin, bir toplantı salonundaki yoğun kullanımı karşılamak üzere ikinci veya üçüncü AP sisteme ilave edilebilir.

Kullanım alanını genişletilmesi ise hücre sistemine göre değişik noktalara AP'lerin kurulması ile gerçekleştirilir. AP'lerin sayısının ve montaj yerlerinin tespiti istenilen veri iletişim hızı, kullanıcı sayısı, iletişim alanının boyutu ve benzeri ölçütlere bağlı olarak belirlenir.

#### 1.4.5. Noktadan Noktaya Kablosuz Bağlantı

Noktadan noktaya (point to point) kablosuz erişim ağ uygulamasında ve veri haberleşmesinde birçok alanda kullanılmaktadır. Her ne kadar kablosuz LAN uygulamalarında sistemler birbirini doğrudan noktadan noktaya görebilse de, noktadan noktaya bağlantı sözcüğü daha çok şekil 1.8'de görüldüğü gibi iki nokta arasındaki ana hattın (trunk) kablosuz bağlantısı şeklinde değerlendirilir. Bu şekildeki bağlantılarda uç sistemlerin antenleri doğrudan birbirini görmesi gerekirken uydu sistemleri aracılığıyla da bağlantı sağlanabilir. Uydu sistemleri, kablosuz haberleşme teknolojileri arasında en çok bilinen ve yaygın olan türlerden biridir. Uydu hizmetleri coğrafi olarak elverişsiz noktalarla haberleşmeyi mümkün kılmaktadır fakat, işletimi ve hizmetleri pahalıdır.



Şekil 1.8: Noktadan noktaya kablosuz bağlantı çeşitleri

Şekil 1.8'de görüldüğü gibi, noktadan noktaya kablosuz bağlantı, kablosuz LAN standartlarına göre daha basittir denilebilir. Çünkü en azından antenler birbirlerine yönlendirilmiş durumdadır ve yalnızca bir çift uç sistem vardır. Bu tür kablosuz bağlantı, bağlanacak uç düğümlere ait ATM, ethernet gibi teknolojilerin fiziksel katmanının kablosuz olmasıyla gerçekleştirilir.



Noktadan noktaya bağlantı ihtiyacı, kablosuz LAN standardı olan 802.11x ailesi tarafından desteklenmektedir. Bu durumda, ortada erişim noktası cihazı olmadan sistemler ad hoc modunda birbirleriyle veri alışverişinde bulunabilir. Bu tür bağlantı daha küçük uygulamalarda ve taşınabilir bir sistemin bulunduğu ortamda izin verilen bir sisteme bağlanmasında tercih edilmektedir.

#### 1.4.6. Kablosuz LAN Uygulaması

Kablosuz LAN kurulmasında ve kurulduktan sonra sağlıklı ve verimli çalışmasını sağlamak için bilinmesi ve dikkat edilmesi gereken noktalar vardır. Aşağıda bu noktalar kısaca açıklanmış ve Windows XP işletim sisteminde kablosuz LAN oluşturulması ile ilgili bir uygulama yapılmıştır.

##### 1.4.6.1. Kablosuz Yerel Ağ Oluşturmada İzlenecek Temel Adımlar

Kablosuz yerel ağ oluşturmanın tek bir yolu yoktur. Kablosuz ağ teknolojilerini ağ yapınıza tümleştirme şeklini ve zamanını ihtiyaçlarınız ve bütçeniz belirler. Bu sebeple, kendi kablosuz yerel ağınızı oluşturmaya daha çok adım adım işleyen bir süreç denebilir ve aşağıdakileri içerir:

- Ø **Almak istediğiniz donanımı belirleme:** İstek listenizde kablosuz dizüstü bilgisayarlar, erişim noktaları, kablosuz yerel ağ bağdaştırıcıları ve kablosuz kartlar gibi kablosuz özelliği etkinleştirilmiş cihazlar bulunmalıdır. Alacağınız donanım miktarı kullanıcı sayısına bağlıdır.
- Ø **Ağa erişmesi gereken kullanıcı sayısını belirleme**
- Ø **Kablolu yerel ağınıza bağlantıyı planlama:** Erişim noktalarını kuracağınız yerleri belirlemeniz gerekir. Erişim noktasını, etrafında kablosuz cihazların yerel ağa erişebileceği sınırlı bir kablosuz bölge bulunduğundan büyük ihtimalle merkezî bir konuma kurmak istersiniz. Ayrıca erişim noktasıyla kullanım noktaları arasında çok az engel bulunmasını sağlamak için erişim noktasını olabildiğince açık bir ortama kurduğunuzdan da emin olmak istersiniz. Bu, erişim noktasının kablosuz kapsama alanını en üst düzeye çıkarır.
- Ø **Kablosuz cihazlarınızı ağınızla birlikte çalışacak şekilde yapılandırma:** Erişim noktasını kurmak için yerel ağa bağlı bir ethernet kablosu takınız ve ağ adı ve şifre kodu atamak üzere erişim noktasıyla birlikte gelen yazılımı kullanınız.
- Ø **Hayata geçirmeden önce kurulumu sınaama:** Tüm donanımınızı aldıktan ve yapılandırdıktan sonra yeni kablosuz kurulumunuzu sınaamanız gerekir. Kablosuz yerel ağda birkaç kullanıcı ve cihaz kullanarak veri alışverişini yapmak üzere gerçekçi bir senaryo üzerinden uygulama yapınız.
- Ø **Kablosuz yerel ağ yönetimi yordamı oluşturma**

### 1.4.6.2. Kablosuz LAN' larda Karşılaşılan Sorunlar

#### Ø Performans

Radyo dalgaları gerçekte bütün yönlerde aynı mesafeye erişemezler. Duvarlar, kapılar, insanlar, asansör boşlukları ve diğer engeller, radyo frekansı yayılmasının bozulmasına ve düzensiz olmasına sebep olur.

Performansı etkileyen temel ölçütler:

- Kablosuz cihazlar arasındaki mesafe, erişim noktası ile kablosuz ethernet kartı arasındaki mesafe
- Transmisyon (aktarım) güç seviyesi
- Bina ve evdeki elemanlar
- Radio frekanslarının birbirine karışması
- Sinyal yayılımı
- Anten tipi ve yerleşimi

Kablosuz LAN uygulamalarından iyi bir performans alabilmek şu noktalar göz önünde bulundurulmalıdır.

- Kablosuz uygulama alanında, AP ile kullanıcılar arasındaki mesafe performansı doğrudan etkiler. Mesafe arttıkça aktarım hızı düşer.
- Kablosuz cihazların yerleşimi ve doğrultusu da önemli bir etkidir.
- Uygulamanın yapıldığı binanın yapısı, bina malzemesi, inşaat tipi sinyalin kalitesini ve sinyal hızını etkiler.

AP ile kullanıcı arasındaki duvarın yapısına göre zayıflama değerleri Tablo 1.10'da verilmiştir.

Engel Tipi	Zayıflama
Alçı Duvar	3dB
Tuğla Duvar	4dB
Metal Çerçeve Cam Duvar	6dB
Cam Çerçeve	3dB
Metal Kapı	6dB

\*Her 3 dB zayıflama sinyal gücünün yarıya düşmesine sebep olur

**Tablo 1.10: Duvarın yapısına göre sinyallerin zayıflama değerleri**

Fiber duvarlar, alüminyum yüzeyler, boru ve elektrik kabloları, mikrodalga fırınlar ve kablosuz telefonlar ise, kablosuz sistemin etkin olabileceği mesafeleri ve kaplama alanını olumsuz etkiler.

## Ø Elektromagnetik Etkileşim

2.4Ghz radyo frekans spektrumunda çalışan diğer kablosuz cihazlar, 802.11b kablosuz cihazlarla aynı ortamda kullanıldığında elektromanyetik etkileşime sebep olabilir.

2.4GHz kablosuz telefonlar, mikrodalga fırınlar, yakın mesafedeki floresan aydınlatma sistemleri ve yakın mesafedeki başka bir 802.11b kablosuz ağ bunlara örnek olarak verilebilir.

## Ø Güvenlik

Kablosuz sistemlerde dikkat edilmesi gereken en önemli özellik güvenlidir. Standart güvenlik sağlayan ürünler yerine kendi gelişmiş güvenlik algoritmalarını kullanan ürünler tercih edilmelidir. Ancak paketlerin yüksek seviyede ( 128bit, 256bit ) kodlanması ve alıcıda tekrar kodların çözülmesi, iletişimde gecikmeye ve dolayısıyla ağ performansında azalmaya sebep olur.

### 1.4.6.3. Win XP İşletim Sisteminde Cihazdan-Cihaza ve Alt Yapı Kablosuz Ağ Kurulumu

İlk başta fiziksel bağlantıları halletmelisiniz, kablosuz ağ kartlarının montajı ve erişim noktasını konumlandırma gibi. Bu hususta dikkat etmeniz gereken, mümkün olduğunca görüş alanı açık yerlerden faydalanmak ve cihazların engellerle boğulmasından kaçınmaktır. Bunlardan sonra cihazların sürücülerinin kurulumunu gerçekleştirmelisiniz.

Biz ağ kurulumunu Windows XP SP2 ile gelen "Kablosuz Sıfır Yapılandırma (Wireless Zero Configuration Service)" diye adlandırılan hizmeti ile yapacağız. Hem ortak bir noktaya değinip hem de olayın genel mantığını kavramanızı sağlayacağız. Aşağıdaki adımları sırayla takip ediniz.

- Ø **ADIM 1:** Ağ kartlarınızla gelen yazılımlar çoğunlukla bu Windows hizmetini devre dışı bırakır. Bunun için, ağ kartınızın yazılımını Program Ekle/Kaldır 'dan silmelisiniz. Merak etmeyiniz kartın sürücülerini büyük ihtimal silinmeyecektir. Eğer böyle birşey olursa ya da ağ kartı kurulumunu hiç yapmadıysanız Windows donanım ekleme sihirbazı yeni aygıtı bulduğunda ona sadece elinizdeki sürücülerini göstererek kurulumu sağlayabilirsiniz. Hâlâ "Kablosuz Sıfır Yapılandırma" çalışmıyorsa, "Denetim Masası>> Yönetimsel Araçlar>> Hizmetler" 'den başlatabilirsiniz.



Resim 1.5: Kablosuz ağ bağlantı durum simgesi

- Ø **ADIM 2:** Çeşitli pürüzleri ortadan kaldırdıktan sonra Denetim Masası>> Ağ Bağlantıları 'na girerek kurduğumuz aygıtın oluşturduğu bağlantının özelliklerine girmemiz gerekiyor. Buradan "Kablosuz Ağlar" sekmesine gelerek yolu yarılmış olduk bile. Eğer elinizde ethernet girişli bir erişim noktası varsa bilgisayarlardan önce onu ayarlamanız size zaman kazandırır ve olası sorunları çözümlenizi kolaylaştırır.



**Resim 1.6: Kablosuz ağ bağlantısı özellikleri penceresi**

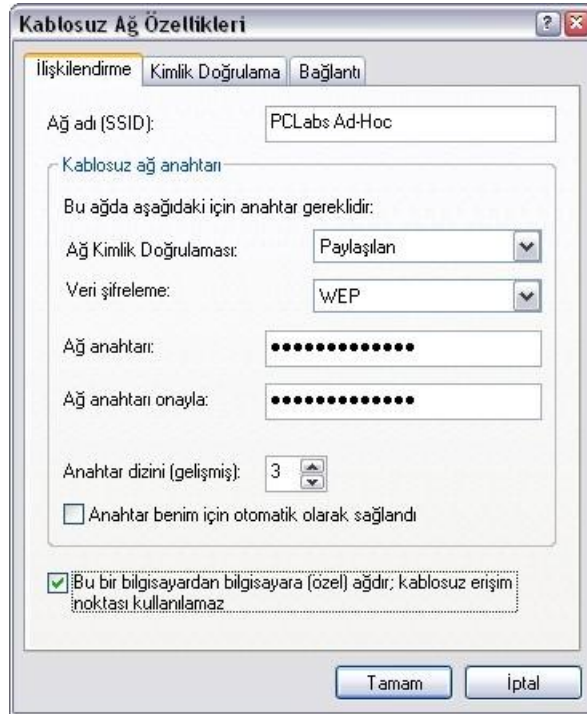
- Ø **ADIM 3:** Bu noktada kurmak istediğimiz ya da bağlanmak istediğimiz kablosuz ağa göre yapılabilecek birçok seçenek mevcuttur. Eğer sadece daha önce kurulmuş bir Erişim noktasına ya da bağlantı bekleyen bir Ad-hoc bağlantıya bağlanacaksak, aşağıda görebileceğiniz Gelişmiş ayarlardan uygun ağ türünü bulabilmek için gereken ayarlamaları yapmalısınız.



Resim 1.7: Gelişmiş ayarlar penceresi

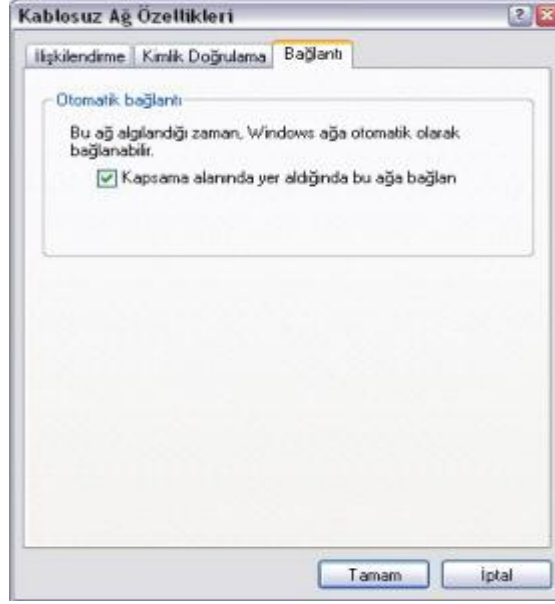
"Tercih edilmeyen ağlara otomatik olarak bağlan" seçeneğini aktif yapmadığımız durumlarda bazen Ad-hoc bağlantıları göremiyorsunuz, aklınızda bulunsun. Bağlantıları bulduktan sonra seçeneği tekrar kapatabilirsiniz.

- Varolan ağları aramak için artık yapmanız gereken tek şey "Kablosuz Ağları Görüntüle" butonuna basmaktır. Burada hemen son bağlantıyı kurmaya geçmeden nasıl bağlantı oluşturacağımız konusuna değinelim. Yeğlenen ağların altındaki "Ekle.." ye tıklayarak yeni bağlantı oluşturacağız. Aşağıdaki gibi bir pencere açılacaktır. Bizim kullandığımız ayarlara dikkat ediniz.



Resim 1.8: Kablosuz ağ özellikleri penceresi ilişkilendirme sekmesi

- Ø **ADIM 4:** Burada bir Ad-hoc ağ oluşturduk. Infrastructure bağlantıyı bu şekilde yapmak gerekmiyor. Erişim noktasını ayarladıktan sonra onu Kablosuz Ağlar arasında görebilirsiniz. İki şekilde de güvenliği kesinlikle elden bırakmayınız. Aygıtlarınızın desteklediği en uzun ve karmaşık anahtarları kullanmayı tercih ediniz. Ne kadar uzun o kadar güvenli.



Resim 1.9: Kablosuz ağ özellikleri penceresi bağlantı sekmesi

- Ø **ADIM 5:** Son sekmedeki seçenek ayarladığımız bağlantının menzile girdiğinizde otomatik olarak bağlanmasını sağlar. Birden fazla bağlantı olan ya da oluşturduğumuz yerde bu otomatik bağlantıların önceliklerini de bu sayede ayarlayabilirsiniz. Tamam 'a bastıktan sonra son bir iki adım kalıyor.

TCP/IP ayarları, düzgün olmadığı takdirde kablosuz ağlar arasında gördüğünüz halde bu bağlantıları kuramazsınız. Bu sorunu halletmek için birkaç yöntem var. Eğer Ad-hoc bir bağlantı ise Windows'a IP adresini otomatik olarak vermesini sağlayabilirsiniz. Bu durumda Windows iki tarafa da 169.254.xxx.xxx şeklinde aynı alt ağda IP adresi atayarak sorunu çözer. Eğer Erişim noktası kullanıyorsanız ve aktifse, DHCP sunucusundan yararlanabilirsiniz ama değilse, her bağlantı için teker teker Erişim Noktası ile aynı alt ağ içinde IP adresleri atamanız gerekiyor.



Resim 1.10: Kablosuz ağ bağlantısı penceresi

- Ø **ADIM 6:** Bütün ayarlamaları yaptığımıza göre geriye sadece bağlanmak kaldı. Oluşturduğumuz Ad-hoc bağlantıya bağlanmak için diğer bilgisayarı kullanmalıyız. Kablosuz ağları görüntülediğimizde isminden ve türünden istediğimiz ağı tespit edebiliriz. Ağımız güvenli olduğu için bizden bir anahtar isteyecektir. Ağı oluştururken kullandığımız anahtarı kullanarak bağlantıyı tamamlayabilirsiniz.



Resim 1.11: Kablosuz ağ bağlantısına giriş penceresi

- Ø **ADIM 7:** Eğer bağlantınızı buraya kadar doğru yaptıysak bağlantı durumunu yandakine benzer şekilde gözlemleyebiliriz. Hala bazı sorunlar varsa pes etmeyiniz yaptıklarınızı ve adımlarınızı tekrar gözden geçirin. Sonunda uğraşlarınıza değecektir.



**Resim 1.12: Kablosuz ağ bağlantısı durumu penceresi**



## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Ø Kablosuz Ağ düzeninin yerleşimini seçiniz.</p> <p>Ø Windows XP işletim sisteminde bu cihazların sürücülerinin kurulumunu ve sunucu ve istemci işlevini dikkate alarak ağ yazılımını çalıştırınız.</p> <p>Ø Windows XP işletim sisteminin Kablosuz Ağ Bağlantı Özellikleri penceresinden oluşturulacak ağ yapısını, gerekli frekans adres tanımlama işlemlerini yapınız.</p> <p>Ø İşletim sisteminin kablosuz ağ özellikleri penceresini kullanarak güvenlik ve erişim tanımlamasını yapınız.</p> <p>Ø Kesme ve kırma işlemleri için daha güçlü ve büyük matkapları (kırıcıları) kullanınız.</p> <p>Ø Kesme delme işlemleri sırasında mutlaka toz tutucu, kulaklık, gözlük gibi emniyet malzemelerini kullanınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kablosuz ağ özelliklerini dikkate alarak kablosuz ağ kartının ve erişim cihazının montajını kablosuz ağ cihazlarının arasında olan engelleri göz önünde bulundurarak uygun yerlere montajını yapınız.</li><li>• Windows XP işletim sisteminin Yeni Donanım Ekle seçeneğini kullanarak cihazlarınızın sürücülerini yükleyiniz ve Ağ Bağlantılarım seçeneğinden kurduğumuz cihazın oluşturduğu bağlantının özelliklerine girip Kablosuz Ağlar sekmesini aktif yapınız.</li><li>• Kablosuz Ağ Bağlantı Özellikleri penceresinin Kablosuz Ağlar sekmesine giriniz ve Gelişmiş butonuna tıklayınız. Açılan Gelişmiş penceresinden Erişim ağ tipinizi seçiniz ve Tercih Edilmeyen Ağlara Otomatik olarak Bağlan seçeneğini aktif hale getiriniz.</li><li>• Kablosuz Ağ Özellikleri penceresinin İlişkilendirme sekmesini aktif hale getiriniz. Veri Şifreleme seçeneğinde uygun veri şifreleme yöntemini seçiniz ve ağ anahtarlarını aygıtlarınızın desteklediği en uzun ve karmaşık anahtarlarını oluşturunuz. Bağlantı sekmesini açınız ve Kapsama alanında Yer Aldığında Bu Ağa bağlan seçeneğini işaretleyiniz.</li><li>• Kablosuz Ağ Bağlantısı penceresinde kablosuz ağınızın oluştuğunu görebilirsiniz. Eğer oluşmamışsa işlem basamaklarını en baştan sabırlı ve titiz bir şekilde yeniden kontrol ediniz ve sorunları gideriniz.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

1. Kablosuz LAN' larda veri iletimi nasıl gerçekleşir?
  - A) Fiberoptik kablolarla – Elektrik Sinyalleriyle
  - B) Havadan – Elektrik Sinyalleriyle
  - C) Fiberoptik kablolarla – Radyo Dalgalarıyla
  - D) Havadan – Radyo Dalgalarıyla
2. Aşağıdakilerden hangisi kablosuz LAN standartlarından değildir?
  - A) IEEE 802.11a
  - B) IEEE 802.11b
  - C) IEEE 822.g
  - D) HiperLAN2
3. Aşağıdakilerden hangisi kablosuz LAN' larda kullanılan bir güvenlik mekanizmasıdır?
  - A) FSSS
  - B) DSSS
  - C) WEB
  - D) OFDM
4. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi Bluetooth kablosuz kişisel ağ teknolojisinin özelliklerinden değildir?
  - A) Uzak mesafedeki aygıtları birbirine bağlar.
  - B) Ses iletimini desteklemektedir.
  - C) Kısa mesafedeki aygıtları birbirine bağlar.
  - D) Bluetooth ağları piconet ve scatternet şeklindedir.
5. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi erişim cihazının (Access point, AP) işlevlerinden değildir?
  - A) Kablosuz LAN' ları birbirine bağlayabilir.
  - B) Fiberoptik kablolarla bağlantıyı sağlayabilir.
  - C) Aygıtları birbirine bağlayarak kablosuz LAN oluşturabilir.
  - D) Kablosuz LAN' ları Kablolu LAN' lara bağlayabilir.
6. Cihazdan cihaza (Ad Hoc) modeli ile oluşturulmuş kablolu ağlar için aşağıdakilerden hangisi söylenemez?
  - A) Bilgisayarlar eşit yetkiyle birbirlerine bağlanır.
  - B) Bilgisayarların kablosuz çalışma özelliğinin olması yeterlidir.
  - C) Kablolu LAN' larla bağlantı kurabilir.
  - D) Erişim cihazı kullanmaya gerek yoktur.

7. Altyapı çalışma (Infrastructure, Client/Server) modeli ile oluşturulmuş kablolu ağlar için aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

- A) Sunucu (Server) istemci (Client) mantığıyla çalışır.
- B) Kablolu LAN' lara bağlanamaz.
- C) Kullanıcı sayısına bağlı olarak erişim cihazı ilave edilebilir.
- D) İletim mesafesini artırmak için erişim cihazı ilave edilebilir.

8. Noktadan noktaya (point to point) bağlantı için aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

- A) Uydu sistemleri aracılığıyla bağlantı yapılamaz.
- B) 80211.x kablosuz LAN standartları tarafından desteklenir.
- C) Ad hoc modunda noktadan noktaya bağlantı oluşturulabilir.
- D) Antenlerin birbirlerini doğrudan gördüğü bağlantıdır.

9. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi kablosuz LAN' ların performansını olumlu yönde etkiler?

- A) Binalarda metal aksamın olmaması
- B) Radyo frekanslarının birbirine karışması
- C) Anten yerleşiminin uygun olmayışı
- D) Aygıtlar arasındaki mesafenin artması

10. Kablosuz LAN kurulurken aşağıdakilerden hangisi en son yapılacak adımdır?

- A) Almak istediğiniz donanımı belirleme
- B) Kullanıcı sayısını belirleme
- C) Kablolu Yerel Ağınıza bağlantıyı planlama
- D) Hayata geçirmeden önce kurulumu sınaama

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında GSM alt yapısını kullanarak, mobil cihazlar ile ( Cep telefonu, PDA vb.) veri gönderip/alma, internette gezinme, stok takip, sipariş verip/alma, elektronik posta ve bankacılık işlemlerinizi, GPRS ve WAP aracılığı ile gerçekleştirebileceksiniz. Ayrıca yine uygun ortam sağlandığında, geniş bant noktadan çok noktaya sistemleri kullanarak kablosuz uzak bağlantı işlemlerini gerçekleştirebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken araştırmalar şunlar olmalıdır :

- Ø Ülkemizde hizmet veren GSM operatörlerini ve kullanıcılarına hangi hizmetleri sunduklarını araştırmalısınız.
- Ø GSM operatörlerinin sunduğu hizmetlerden faydalanabilmek için mobil iletişim araçlarında bulunması gereken donanımı ve yazılımı araştırmalısınız.
- Ø Mobil cihazların, GPRS ve WAP hizmetlerini kullanabilmeleri için cihazda yapılması gereken ayarları, GSM operatöründen öğrenmelisiniz.

## 2. KABLOSUZ MOBİL İLETİŞİM

### 2.1. Küresel Mobil İletişim Sistemleri (GSM)

GSM (Global Systems for Mobile Communication), mobil haberleşme için kabul edilmiş ikinci nesil, sayısal hücreli bir sistemdir. GSM, basit olarak devre anahtarlamalı sayısal ve analog veri bağlantısı hizmetleri sunan bir sistemdir. İnsan hayatını kolaylaştıran ve yeni nesil haberleşme teknolojilerinin gelişmesinde basamak olan GSM sisteminin çalışma esaslarını anlatmadan önce bu sisteme ihtiyacı doğuran olaylardan kısaca bahsetmek GSM teknolojilerinin önemini anlamak açısından isabetli olacaktır.

#### 2.1.1. GSM'in Tarihsel Gelişimi

Gelişen teknoloji ve insanoğlunun beklentileri 1970'li yılların başlarında bilim adamlarını Kablosuz Mobil İletişim konusunda çalışmaya zorlamıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda hücreli sistemlerin ortaya çıkarılması Kablosuz Mobil İletişim teknolojisi adına en büyük atılım olmuştur. Bu düşünce ilk olarak 1972 yılında Bell Laboratuvarları tarafından üretilmiştir ve 1979 yılında Kuzey Amerika'daki mobil iletişim için geliştirilen ilk hücreli sistem olan AMPS (Advanced Mobile Phone Service-Gelişmiş Mobil Telefon Servisi)

hayata geçirilmiştir. Kuzey Avrupa'da ise İskandinav ülkelerini kapsamayı amaçlanan NMT (Nordic Mobile Telephone) sistemi geliştirilmiştir. AMPS'in bir türevidir olan TACS (Total Access Communication System – Tam Erişimli İletişim Sistemi ) İngiltere'de 1985'te hizmete sokulmuştur. Bu haberleşme standartları, otoriteler tarafından, Kablosuz Mobil İletişim standartlarının birinci jenerasyonu olarak adlandırılmıştır.

Ancak kablosuz iletişimin başladığı bu yıllarda her ülke ayrı bir standart uygulaması, iletişim için kullanılan mobil cihazların kullanım alanının sadece o ülke sınırları ile kısıtlı kalması sorunu ortaya çıkarmıştır. İletişim standartlarındaki bu farklılık mobil telefon üreticilerini de sıkıntıya sokmuş ve her ülke için farklı özelliklerde telefonlar üretmek zorunda bırakmıştır. Bunun yanı sıra artan talepleri karşılamak amacıyla yeni sistemlerin tasarlanması ülkelerin bütçelerini zorlamaktaydı. Artan bu talebi karşılamak ve ortaya çıkan ekonomik sıkıntıları gidermek amacıyla 1980'li yılların başlarında, tüm Avrupa çapında çalışabilecek bir mobil sistemin geliştirilmesi için bir çalışma grubu faaliyete geçmiştir. Bu çalışma grubunun öncelikli hedefleri aşağıda belirtilen hususlara çözüm getirmektir.

- Ø Yüksek ses kalitesi
- Ø Düşük telefon ve görüşme ücretleri
- Ø Uluslararası dolaşım (roaming) için destek
- Ø Yeni ürün ve hizmetlere açık bir yapı
- Ø Kara haberleşmesine ilave olarak deniz haberleşmesinin de sağlanması
- Ø Sistem güvenilirliğinin yükseltilmesi ve şifreleme tekniklerinin kullanılması

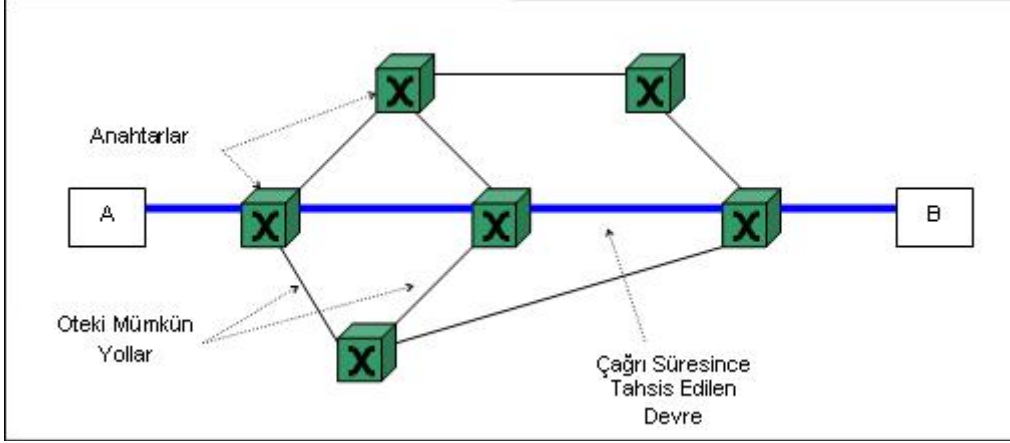
GSM, 1987 yılında, 30 Avrupa ülkesi tarafından standart olarak kabul edilmiştir. 1989 yılından itibaren çalışma grubunun yükünü ETSI (European Telecommunication Standards Institute - Avrupa İletişim Standartları Enstitüsü) üstlenmiş ve bir yıl sonra da ilk GSM standartları yayınlanmıştır. Bir Avrupa standardı olarak başlamasına rağmen GSM, kısa sürede benimsenmiş, dünya genelinde kabul edilen ve uygulanan bir standart haline gelmiştir.

### **2.1.2. Anahtarlama Sistemi**

Anahtarlama, bir haberleşme şebekesinde, birbirleriyle birçok bağlantı kurmaya çalışan iki nokta arasında bilgi aktarımı sağlamak amacıyla bağlantı kurmak ve bu bağlantıyı istenildiği sürece devam ettirmektir. Bir GSM şebekesinde, binlerce cep telefonu arasında sadece arayan ve aranan cep telefonlarının birbiri ile bağlantıya geçmesi ve görüşme bittikten sonra bağlantının kesilmesini gösterebiliriz. Bu işlem yapılırken diğer bağlantılar ile karışıklık olmamasını yine anahtarlama sistemi sağlar. Günümüzde Devre ve Paket anahtarlama olmak üzere kullanılan iki anahtarlama sistemi kullanılmaktadır.

### 2.1.2.1. Devre Anahtarlama

Devre anahtarlama, ses şebekelerinde yıllardır kullanılmaktadır. Devre anahtarlama şebekelerinin en önemli özelliği, bir çağrıya ayrılan şebeke kaynaklarının sadece ve sadece o çağrı için kullanılabilir olmasıdır. Çağrı bittikten sonra şebeke kaynağı serbest bırakılır.



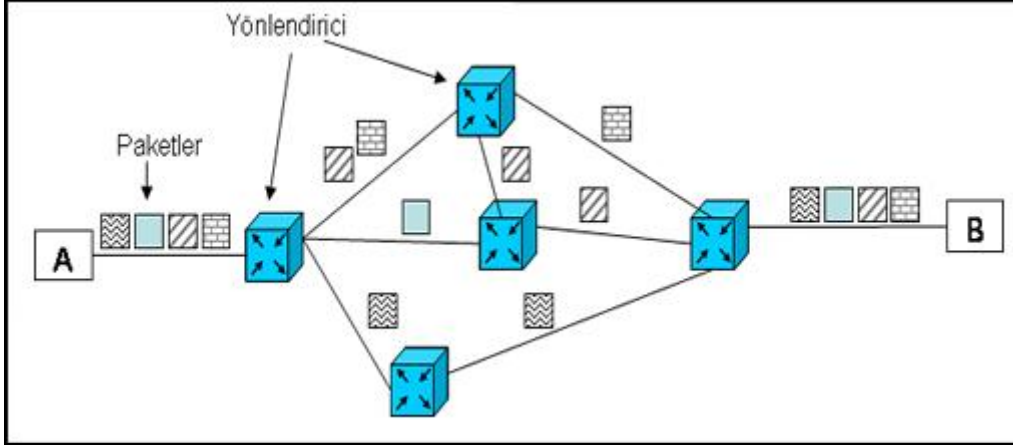
Şekil 2.1: Devre anahtarlama modeli

Devre anahtarlama şebekelerinde, çağrı kurulmadan önce şebeke kaynakları çağrı için ayrılır ve kaynaklar çağrı süresince kullanılıp çağrı sonunda bırakılır. Veri akışı için kaynak ayırma ve serbest bırakma işlemine sinyalleşme denilmektedir. Şekil 2.1'de A ve B noktaları arasındaki haberleşme için örnek bir devre anahtarlama modeli gösterilmiştir. Devre anahtarlama şebekelerinde, gecikme minimumdur, çünkü çağrının gerçekleşeceği yol bir kez en başta belirlenir ve çağrı süresince bu yol değişmez. Devre anahtarlama şebekeler yüksek kalitede telefon hizmeti sağlamak için tasarlanmıştır. Çağrının izleyeceği yol önceden belirlendiğinden çağrının hangi santrallerden ve aktarım yollarından geçtiği belirlenebilmektedir. Bundan dolayı devre anahtarlama şebekelerinde, mesafeye ve çağrı süresine göre ücretlendirme yapılabilmesi mümkün olmaktadır.

### 2.1.2.2. Paket Anahtarlama

Devre anahtarlama daha çok telefon iletişimi için kullanılırken paket anahtarlama veri haberleşmesinde kullanılmaya daha uygun bir anahtarlama modudur. Veri haberleşmesinde trafik patlamalıdır. Yani iletim ortamından her zaman veri iletilmez, sadece bilgi alıp gönderme işlemleri sırasında iletim söz konusudur.

Veri bitlerini taşıyan kümeye paket denilir. Paketler farklı bit sayısında olabilir. Paketler veri bitlerinin yanında varış adresini, kaynak adresi ve kullanılan protokolün kontrol bitlerini de taşır. Paket anahtarlama şebekelerinde anahtarlama şebeke düğümlerini teşkil eden yönlendiriciler ya da anahtarlar tarafından yapılır. Paketler, düğüm noktalarında sırayla analiz edilir ve varış adresine göre gideceği fiziksel aktarım yoluna gönderilir. Dolayısıyla düğüm noktalarında anahtarlama dolaylı gecikme oluşur.

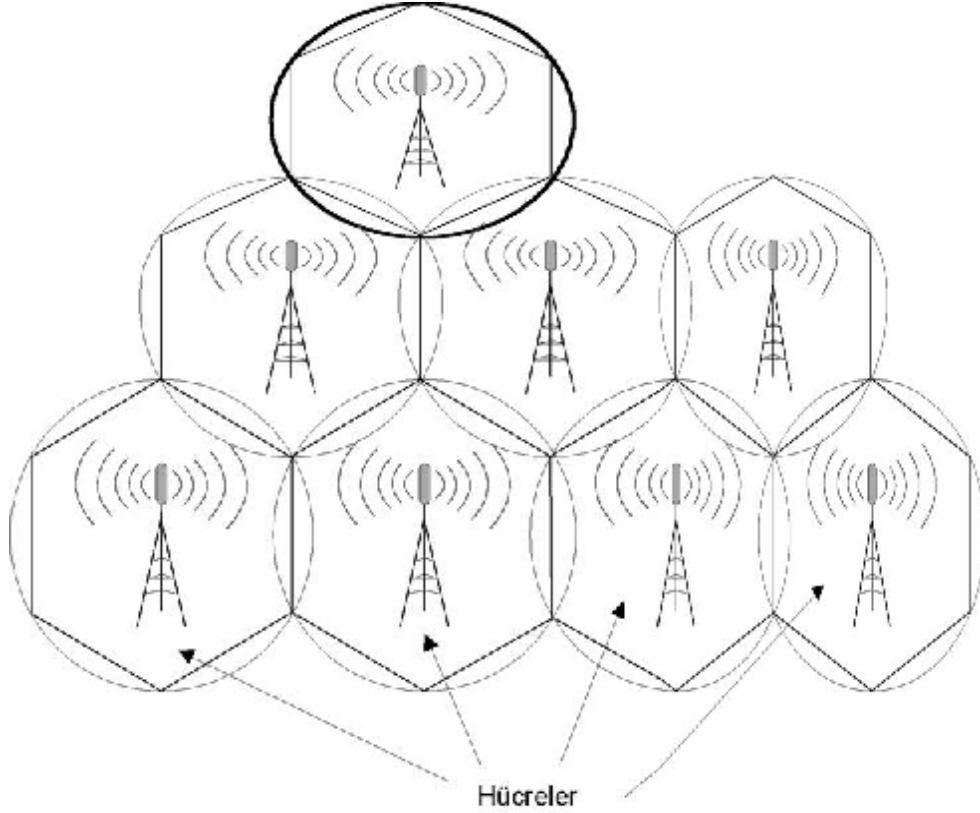


**Şekil 2.2: Paket anahtarlama şebeke**

Paket anahtarlama şebekelerde her bir paket teker teker analiz edilir. Normalde paketlerin aynı hedefe farklı yollardan ulaşması mümkündür. Bu sebeple ardışık paketler hedefe aynı sırada ulaşamayabilir. Üstelik paketlerin bir kısmı düğüm noktalarında sıkışıklıktan dolayı şebekeden atılabilir. Eksik paketlerin yenilenmesi paketlerin sıralanması için ilave işleme ihtiyaç vardır. TCP (Transmisyon Kontrol Protokol – İletim Kontrol Protokolü), IP şebekelerde bu işlemi gerçekleştiren bir kontrol protokolüdür. Bu ve benzeri bilgi aktarım kontrol sistemleri ile paketlerdeki eksiklikler giderilebilir. Örnek vermek gerekirse; İnternet, TCP/IP protokol kümesini kullanan en bilinen Paket Anahtarlama şebekedir.

### 2.1.3. Hücresel İletişim Sistemleri

Mobil telefon sistemlerinde, haberleşmenin yapılacağı alan, hücre adı verilen küçük coğrafi alanlara bölünmüştür. Her hücrenin merkezinde bir baz istasyonu bulunur. Mobil telefonlar haberleşmelerini baz istasyonu üzerinden yapar. Baz istasyonları şekil 2.3'te görüldüğü gibi birbirlerine bir ağ yapısı şeklinde bağlıdır. Herhangi bir mobil telefondan gelen çağrı isteğinin ilgili kullanıcıya ulaştırılması bu ağ yapısı tarafından gerçekleştirilir. Baz istasyonları, Mobil Anahtarlama Merkezlerine bağlıdır. Mobil Anahtarlama Merkezleri de farklı anahtarlama merkezleri ile birbirlerine bağlıdır. Bu bağlantılar kablo ya da yönlü radyolinklerle sağlanır. Mobil telefonlarla baz istasyonları arasındaki iletişim, elektromanyetik dalgalar yoluyla gerçekleştirilmektedir. Hücresel yapı sayesinde aynı anda daha çok kullanıcı haberleşebilir.



Şekil 2.3: Baz istasyonlarının hücresel yapısı

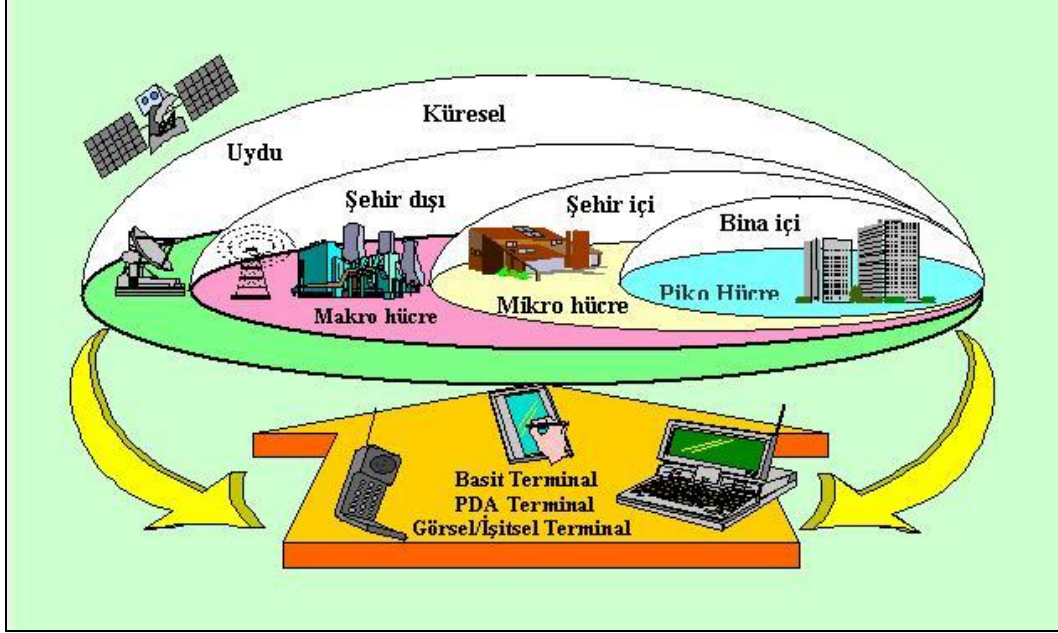
Türkiye’de kullanılan hücresel haberleşme sistemleri GSM900 ve DCS 1800 (Sayısal Hücresel Sistem-Digital Cellular System 1800)’dür. DCS1800 sistemini GSM’in 1800 MHz’de çalışan türü olarak tanımlayabiliriz. GSM 1800’dir. GSM900’ün çalışma frekans bandı 880-960 MHz, GSM1800’ün frekans bandı ise 1710-1880 MHz’dir. Ayrıca, araç telefonlarında kullanılan NMT’de hücresel bir haberleşme sistemidir ve çalışma frekansı 450 MHz’dir.

GSM hücrelerinin planlanması yerleşim bölgelerinin özelliklerine göre yapılır. Hücre planlaması, hücrenin şehir içinde ya da şehir dışında olması ve kapsanacak bölgedeki GSM abone sayısı gibi faktörler göz önüne alınarak belirlenir. GSM hücresel sisteminde, kapsama alanına göre dört tip hücre vardır: Mega (Uydu), Makro, Mikro ve Piko hücre.

- Ø **Mega hücreler:** Geniş alanları kaplamada ve özellikle trafik yoğunluğunun düşük olduğu uzak alanlarda kullanılır. Hücre boyutları itibarıyla, mega hücreler uzak alanlardan şehir merkezlerine hatta karasal iletişim şebekelerine ve erişim yapılamayan alanlar gibi çok çeşitli ortamlar için kullanılabilir. Gelişmekte olan ülkelerde, tek uygulanabilen hücre tipi olarak, şehir merkezlerinde de kullanmak mümkündür. Mega hücreler uydular tarafından sağlandığı için bazı zamanlarda mega hücreler yerine uydu hücreleri ifadesi de



kullanılmaktadır. Bununla birlikte makro hücre kaplamasının gelecekte uydular ile de sağlanabilecek olması sebebiyle mega hücre kavramını kullanmak daha uygun olacaktır. Hücre boyutları uydu yüksekliğine, çıkış gücüne ve anten yüksekliğine bağlıdır ve çok büyüktür.



Şekil 2.4: Küresel mobil iletişimde hücre yapıları

- Ø **Makro hücreler:** Hücre yarıçapları 35 km'ye kadar ulaşabilen hücrelerdir. Yönlü anten kullanımı gibi bazı yöntemlerle bu mesafeyi artırmak mümkündür. Ancak bina, ağaç ve tepe gibi engellerin çok olduğu yerleşim yerlerinde oluşturulan makro hücrelerin yarıçapları daha küçük olmak zorundadır. Makro hücreler, trafik yoğunluğunun fazla olmayıp orta düzeyde olduğu ve mobil istasyon hızlarının çok olmadığı, dar bant hizmetlerinin sunulduğu ortamlarda tercih edilir. Genelde kırsal ve banliyö bölgelerinde kullanılır. En büyük makro hücre şebekesi 900 MHz frekans bandında çalışan GSM900'dür. Makro hücrelerde GSM900 baz istasyonu antenlerinin çıkış güçleri 40-60 Watt arasında olabilir.
- Ø **Mikro hücreler:** Genellikle yerleşimin yoğun olduğu ve makro hücresel kapsamayı geliştirici ve tamamlayıcı olarak kurulan sistemlerdir. Mikro hücreler havaalanı, büyük alışveriş merkezleri gibi yerlerde kurulur. Bir kilometreye kadar yarıçapı olan alanları kapsar ve baz istasyonlarının çıkış güçleri makro hücrelere göre düşüktür. Bu tip hücrelerde binalar engelleyici olabilir. Bu durumlarda hücre yarı çapını küçültmek dolayısıyla daha çok hücre kullanmak gerekir. Bu tip hücrelerdeki baz istasyonlarının çıkış gücü GSM900 için 5-10 Watt arasındadır.

- Ø **Piko hücreler:** Daha çok bina içi haberleşmelerde kullanılır ve bu tip hücrelerde kullanılan baz istasyonlarının çıkış gücü birkaç watt civarındadır.

#### 2.1.4. Baz İstasyonları

Baz istasyonları, hücresele haberleşme sistemlerinde merkezî istasyon olarak görev yaparlar ve her hücrenin merkezinde mutlaka bir baz istasyonu bulunur. Baz istasyonları olmadan mobil telefonlar iletişim sağlayamaz. Mobil telefonlar, diğer mobil telefonlarla ve sabit ağ telefonlarıyla baz istasyonları sayesinde görüşme yapabilir.

Bir baz istasyonunun aynı anda hizmet verebileceği görüşme sayısı sınırlıdır. Bunun sebebi baz istasyonuna tahsis edilen taşıyıcı frekans sayısıdır. Baz istasyonuna ayrılan frekans sayısı ile yapılabilecek görüşme sayısı doğru orantılıdır. Ancak her bir baz istasyonuna tahsis edilebilecek toplam taşıyıcı frekans sayısı sınırlı olduğu için baz istasyonlarının aynı anda hizmet verebileceği kullanıcı sayısı da sınırlıdır. Hücresele yapı ile birbirini etkilemeyecek uzaklıktaki diğer hücrelerdeki baz istasyonlarda aynı taşıyıcı frekanslar tekrar kullanılarak daha çok sayıda kullanıcının şebekeden yararlanabilmesi sağlanır. Bu özellik sayesinde, kullanıcı sayısının yüksek olduğu yerlerde daha küçük hücreler oluşturularak şebekenin kapasitesi artırılır. Bu amaçla kapsama alanı daha dar olan fakat daha sık aralıklarla baz istasyonları kurulur. Bu şekilde hem kapasite artırımı sağlanmış olur hem de şehir merkezlerinde binalardan oluşabilecek kapsama sorunlarının önüne geçilmiş olur.

Eğer sık aralıklar ile hücre oluşturmayıp, şehrin merkezine ya da dışındaki yüksek bir noktaya kurulacak tek bir hücre sistemi ile kullanıcı sayısının yoğun olduğu bir bölgeye iletişim hizmeti verilmek istenmesi bir takım sorunları da beraberinde getirecektir.

Bu sorunlardan birincisi baz alıcı ve vericilerin çıkış güçleri ile ilgilidir. GSM sistemlerinde mobil telefonlar ve baz istasyonu arasında karşılıklı iletişim olması gerekir. Bundan dolayı baz istasyonu ve mobil telefon arasındaki uzaklık arttıkça, iletişimin sağlanabilmesi için hem baz istasyonunun hem de mobil telefonların çıkış güçlerinin artırılması gerekir. İletişimin tek bir hücresele yapı kullanarak, şehir dışına kurulan bir kule ile sağlanacağı bir yapıda, kuleye yakın mesafelerde ve kuleye uzak olan mobil telefonlarda çok yüksek elektromanyetik alan seviyeleri oluşur. Bu seviyeler günlük hayatımızda kullandığımız diğer cihazları etkileyebileceği gibi etkisi tam olarak kanıtlanmış olmasa da insan sağlığı üzerinde de olumsuz etkiler yaratabilir.

İkinci sorun da telefon ve istasyon arasındaki bina veya tepe gibi büyüklüklerin elektromanyetik dalgaları kesmesi ve iletişimi engellemesidir. Bir diğer sorun ise tek bir istasyonun haberleşme trafiğinin yoğunluğuna cevap verememesidir. Daha önce bahsettiğimiz gibi, her bir istasyona ayrılan taşıyıcı frekans dolayısıyla aynı anda yapılabilecek görüşme sayısı sınırlıdır. Böyle bir sistemde şebeke tıkanıklıkları ortaya çıkacaktır.

Saydığımız bu sebeplerden dolayı tek bir baz istasyonu kullanarak bir şehrin iletişimde kullanmak doğru değildir. Bunun yerine sık aralıklarla, hücre kullanarak çıkış güçleri makul seviyelerde tutulmuş olur. Bunun yanı sıra hücre sayısındaki artış ile kullanılabilir frekans sayısını artırdığı için hem daha fazla kullanıcıya hizmet verilebilir hem de binalardan kaynaklanabilecek engellemelerin önüne geçilmiş olur.

### **2.1.5. GSM Alt Yapısı ve GSM Ağı Bileşenleri**

GSM için belirlenen standartlar, işlevleri ve erişimler için gerekli olan bağdaştırma ihtiyaçlarını da kapsamaktadır. Altyapıda kullanılacak olan donanım üzerine bir sınırlama getirilmemiştir. Böylece GSM altyapısı hazırlayan kuruluşlar marka bağımsız çalışma şansına sahip olmuşlardır. Bir GSM ağı aşağıda belirtilen 4 ana sistem olarak tasarlanmıştır.

- Ø Mobil İstasyon (MS – Mobil Station)
- Ø Anahtarlama Sistemi (SS – Switching System)
- Ø Baz İstasyonu Sistemi (BSS – Base Station System)
- Ø İşletme / Destek Sistemi (OSS – Operation / Support System)

#### **2.1.5.1. Mobil İstasyon**

Mobil birim veya mobil istasyon, mobil telefon ve akıllı karttan oluşmaktadır. Akıllı kart kullanıcı bağdaştırma (arayüz) modülünü taşır ve SIM (Abone Kimlik Numarası Modülü - Subscriber Identity Module) olarak adlandırılır. Servis sözleşmeleri sonucunda kullanıcı SIM ile çağruları ve farklı servisleri kullanabilir. SIM kart üzerinde; uluslararası mobil abone kimliğini içeren IMSI (International Mobile Subscriber Identity) ve uluslararası mobil cihaz kimliğini içeren IMEI (International Mobile Equipment Identity) birlikte yer alır. Mobil istasyonlar, hava ortamı vasıtası ile BSS (Base Station Subsystem) sistemiyle iletişim kurar.

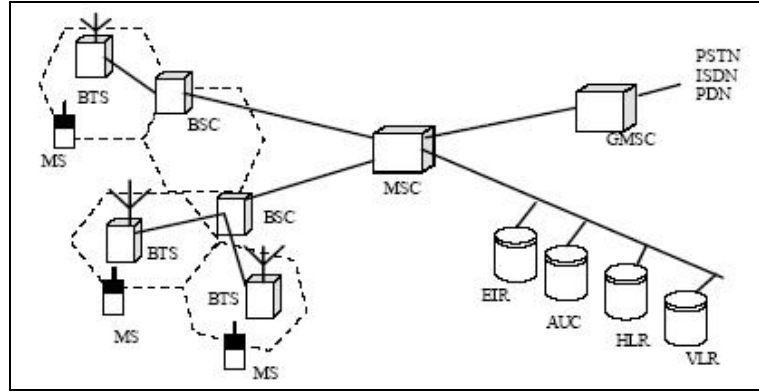
#### **2.1.5.2. Anahtarlama Sistemi**

Anahtarlama sistemi daha önce de bahsedildiği gibi, aboneler arası bağlantıyı sağlamak için kullanılır. Başka bir deyişle, çağrı ve abone işlemleri için kullanılır. GSM’de kullanılan anahtarlama sisteminin devre anahtarlama bir sistemdir. GSM’de kullanılan anahtarlama sistemi aşağıda belirtilen işlevsel birimleri içermektedir.

- Ø Merkez Konum Kaydı (HLR – Home Location Register)
- Ø Mobil Hizmetler Anahtarlama Merkezi (MSSC – Mobile Services Switching Center)
- Ø Ziyaretçi Konum Kaydı (VLR – Visitor Location Register)
- Ø Doğrulama Merkezi (AUC – Authentication Center)

Ø Cihaz Kimlik Kaydı (EIR – Equipment Identity Register)

Anahtarlama sisteminde işlevsel birimler arasında SS7 (Signalling System 7- 7 Numaralı Haberleşme Sistemi) haberleşme protokolü kullanılır. SS7 sisteminin çalışma esası kısaca şu şekilde açıklanabilir; Bir a numarası, b numarasını aradığında, numara adım adım değerlendirilip her seferinde bir diğer santrale sorularak arama yapılır.



Şekil 2.5: GSM sistem yapısı

SS7 sisteminde, dijital haberleşme yapılırken bir santraldan diğerine özel bir frekans aracılığı ile sanal bir kanal oluşturulur ve hiçbir zaman konuşma kanalı meşgul edilmez. Sonuçta b numarası santrale ulaşıp telefonun boş olduğu görülünce, konuşma kanalı alınır ve atanır. SS7 teknolojisi ile;

- Ø Anahtarlama sistemi kendi elemanları arasında SS7 üzerinden haberleşir.
- Ø Konuşma kanalı daha ekonomik kullanılır.
- Ø Özel ayrılmış frekans bandı üzerinden dijital haberleşme yapılır.
- Ø Baz istasyonundan sonra yere inen konuşma bilgisi SS7 teknolojisi ile ait olduğu santrale aktarılır.
- Ø **Merkez Konum Kaydı:** HLR, aboneliklerin depolandığı ve yönetildiği bir veri tabanıdır. Abonelerin hizmet profilleri, konum bilgisi ve aboneler yakındaki sabit bilgiler bu veri tabanında saklanır. Kullanıcılar GSM operatörüne abone olduklarında HLR veri tabanına kayıtları yapılır.

GSM şebekesinin kullanılabilmesi için ilk önce mobil abonenin kaydedilmesi (registration–tescil) gerekir. Kayıt işlemi, mobil abonenin önceden kayıtlı olup olmadığına ve roaming yapıyor olmasına göre değişiklik gösterir. Kayıtlı olan bir abone için MS biriminden MSC/VLR'a gönderilen mesajla güncelleme işlemi gerçekleştirilir. Roaming yapılması halinde ise, SIM karta ait IMSI bilgileri MSC/VLR'a gönderilir. İki farklı şebekenin arasında roaming anlaşması olması halinde, roaming yapan kullanıcının ülkesi ve şebekesine ilişkin bilgiler, kullanıcının abonelik durumuna göre roaming yapılıp yapılamayacağı araştırılmasını teminen ana şebekenin HLR birimine gönderilir. Ana şebekeden gelen bilgiler daha sonra ziyaret edilen şebekenin VLR birimine işlenir.

- Ø **Mobil Hizmetler Anahtarlama Merkezi:** MSSC, sistemin telefon anahtarlama işlevlerini yerine getirir. Diğer telefon ve veri sistemlerinden ya da diğer telefon ve veri sistemlerine olan çağrılarını denetler. Kontör sayımı, ağ arayüzü bağlantısı ve işaretleşme bilgisinin aktarımı gibi diğer santrallere özgü işlemler burada gerçekleştirilir.
- Ø **Ziyaretçi Konum Kaydı:** Ziyaretçi Konum Kaydı (VLR–Visitor location Register), MSSC'nin ziyaretçi abonelere hizmet verebilmesi için, söz konusu aboneler hakkında geçici bilgileri içeren bir veri tabanıdır. VLR, MSSC ile bütünleştirilir. Bir mobil kullanıcı yeni bir MSSC alanına girdiğinde MSSC'ye bağlı VLR söz konusu Mobil İstasyon yani cep telefonu hakkında HLR'den bilgi ister. Daha sonra, eğer bu Mobil İstasyon bir çağrı gerçekleştirirse VLR her seferinde HLR'a başvurma gereği duymadan çağrı kuruluşu için gerekli bilgiye sahip olur. Ziyaretçi mobil istasyon yani cep telefonu, MSSC alanından çıktıktan bir süre sonra o alana ait VLR'den kaydı silinir ve yeni girdiği MSSC'nin VLR'sine kaydı yapılır.
- Ø **Doğrulama Merkezi:** AUC, kullanıcı kimliğinin doğrulanması ve çağrı gizliliğinin sağlanması için doğrulama ve şifreleme parametrelerini sağlar. AUC, GSM ağlarının, değişik türde saldırılardan korunmasını sağlar.
- Ø **Cihaz Kimlik Kaydı:** EIR, çalıntı yetkisiz veya arızalı kullanıcılardan çağrı yapılmasını engelleyen ve ağıdaki kullanıcı cihazlar hakkında bilgi içeren bir veri tabanıdır. AUC ve EIR ayrı ayrı olabileceği gibi ikisi bütünleştirilmiş de olabilir.

### 2.1.5.3. Baz İstasyonu Sistemi

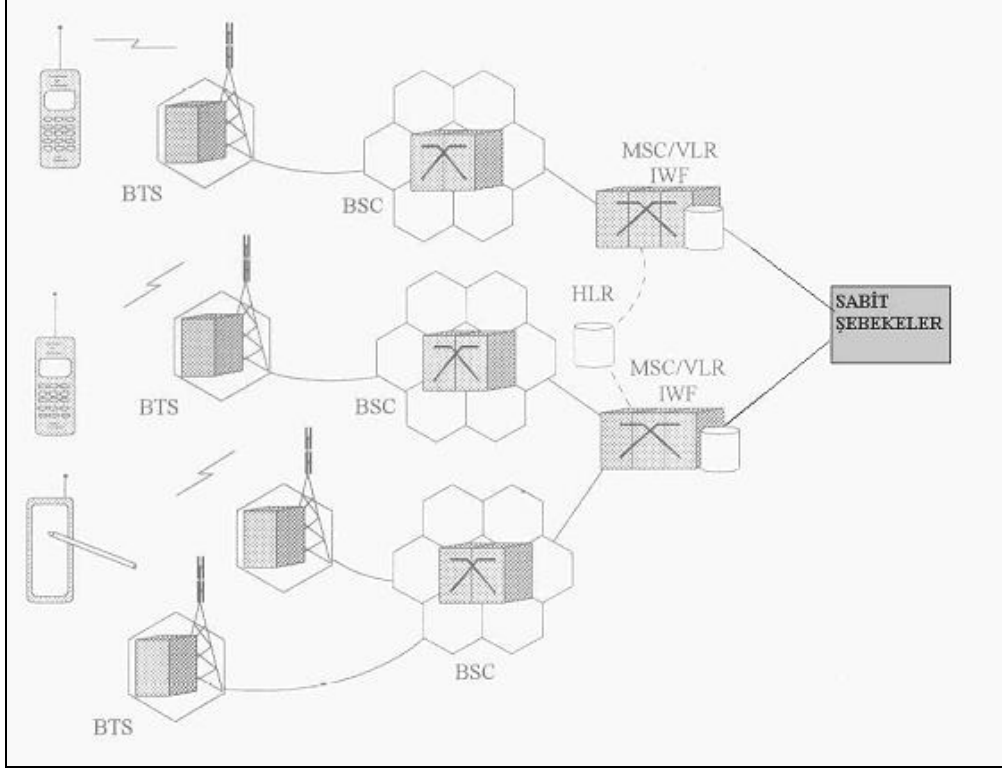
Abonenin şebekeye girişini ve cep telefonu ile santral arasındaki bağlantıyı sağlayan sistemdir. Baz istasyonu sistemi aşağıdaki birimlerden oluşur;

- Ø Baz İstasyonu Denetleyicileri (BSC - Base Station Controller)
- Ø Baz Alıcı / Verici İstasyonları (BTS – Base Transceiver Station)

GSM, TDMA (time division multiple access) teknolojisini kullanarak, her konuşma kanalını 8 adet time slot'a ayırarak, bu slotlar üzerinden data taşır. 8 time slot, aynı anda 8 kişi için görüşmeyi sağlar.

- Ø **Baz istasyonu denetleyicileri:** BSC ünitesi BTS'lerin denetlenmesinde kullanılır. Abone tarafından yapılan bir arama, BTS'ler tarafından onaylandığında; BSC'ler, BTS ve MSSC (Mobil Hizmetler Anahtarlama Merkezi) arasında iki yönlü bir kanalı açar. Ayrıca, BSC'ler aramalarda enterferans (gürültü) olaylarının yaşanmaması için BTS'lerin çıkış gücünü sürekli olarak denetler. Baz istasyonları arasında, trafik ve kapsama alanına bağlı olarak abonenin Handover (geçiş) işlemlerini kontrol eder.

Handover kavramı kısaca şöyle açıklanabilir; GSM sisteminin, her hücre alanı içerisindeki baz istasyonları için ayrı ayrı frekansların tahsis edilmesi mantığı üzerine çalıştığından daha önce bahsetmiştik. Bu sebepten ötürü konuşma esnasında yer değişimi söz konusu olduğunda radyo kanallarının sabit link olarak tahsis edilmesi mümkün değildir. Bu durum Handover kavramını ortaya çıkarır.



Şekil 2.6: GSM'in lojik mimarisi

HANDOVER; süregelen bir konuşmanın farklı kanallarda ya da hücrelerde bağlantısının kopmadan sürdürülebilmesi için bir geçiş olayıdır. Ya da kısaca; aynı Konum Alanı (LA- Location Area) içinde bir hücreden diğerine devir olma durumudur. 2 farklı Handover olayı bulunmaktadır; aynı içerisinde Handover ve farklı hücreler arasında gerçekleştirilen Handover. Aynı hücre içerisinde Handover BSC tarafından, farklı hücreler arasında handover MSC tarafından yapılır. Handover yapılabilmesi için, gidilen hücrede boş frekans tahsisinin yapılması gerekir. MSC önce gidilecek hücrede boş frekans olduğuna bakıp ondan sonra Handover işlemini gerçekleştirir.

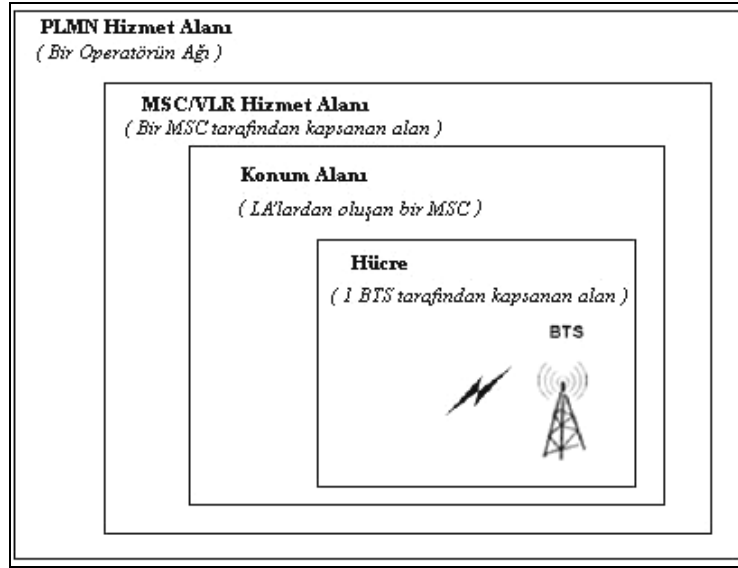
- Ø **Baz Alıcı / Verici İstasyonları:** BTS, mobil istasyonlara radyo bağdaştırması yapar ve bunları denetler. BTS, ağdaki her hücreye hizmet sunabilmek için ihtiyaç duyulan alıcı / verici üniteleri ve alıcı / verici antenlerinden oluşur.

#### 2.1.5.4. İşletme / Destek Sistemi

İşletme merkezi, anahtarlama sistemindeki tüm cihazlara ve BSC' lere bağlıdır ve kısaca OSS olarak adlandırılır. OSS, GSM ağının izlenmesi ve denetlenmesini sağlayan mekanizmadır. Bütün bu donanımlara ek olarak GSM sisteminde kullanılan birçok yardımcı donanım bulunmaktadır. Bu donanımları şu şekilde sıralayabiliriz;

- Ø Mesaj Merkezi (MXE – Message Center)
- Ø Mobil Hizmet Ucu (MSN – Mobile Service Node)
- Ø Geçityolu Mobil Hizmetleri Anahtarlama Merkezi (GMSC – Gateway Mobile Services Switching Center)
- Ø GSM Ara Bbağlaşım Birimi (GIWU – GSM Internetworking Unit)

GSM alanları iç içe coğrafi alanlardan oluşur. Bu alanlar Şekil 2.7'de görüldüğü gibi hücreler, konum alanları, MSC/VLR hizmet alanları ve kamusal karasal mobil ağ alanları olarak genişlemektedir.



Şekil 2.7: GSM coğrafi alanları

Şekil 2.7'den de anlaşılacağı gibi hücre, bir Baz Alıcı/ Verici İstasyonu (BTS) tarafından kapsanan radyo alanıdır. GSM ağı her hücreyi o güceye atanmış bir hücre kimliği ile tanımlar. Konum Alanı (LA) bir grup hücrenin bir araya gelmesi ile oluşur. Bu alan aynı zamanda aboneye çağrı yapılan alandır. MSC/VLR hizmet alanı ise GSM ağının bir MSC'si tarafından kapsanan ve MSC'nin Geçici Konum Kaydı (VLR)'nda kaydedildiği gibi erişilebilir bir hizmet alanını temsil eder.



### 2.1.5.5. GSM ile Adım Adım İki Mobil Telefonun Haberleşmesi

GSM sisteminde iki mobil istasyon arasında konuşma her zaman 2 safhadan oluşur.

- Ø **Sinyalizasyon safhası:** Bu aşamada a numarası tanımlanır, güvenlik denetimi yapılır, b numarasının yeri tespit edilip onun serbest veya meşgul olup olmadığı denetlenir.
- Ø **Konuşma safhası:** Denetlemelerden sonra izin verilen ve iletişim sağlanan zaman dilimidir.

Bu iki aşamanın gerçekleşmesi ve konuşmanın sağlanması için geçen çok kısa zaman diliminde aşağıdaki işlemler gerçekleştirilir.

- Ø (A) numarası öncelikli olarak bir baz istasyonu servis alanı (hücre) içerisinde olmalıdır. Hücreden alınan arama bilgisi radyo arabirimi üzerinden BS (Baz İstasyonu) vasıtası ile yere indirilir.
- Ø Baz istasyonu bu yolla sinyali MSC'ye iletir.
- Ø Cep telefonu sinyalizasyon kanalı üzerinden tanıtım anahtarı ile beraber IMSI / MSISDN ve görüşme yapmak istediği b-numarasını yollar.
- Ø MSC, gelen talebi kontrol ettikten sonra onaylamasını yapar (IMSI, Ki) ve aranan (B) numarasını inceleyerek onun hangi konumda olduğunu bulmak amacı ile VLR'dan bilgi alır.
- Ø Eğer (B) numarası VLR'ın kendi servis alanında değil ise, HLR'a sorulur. HLR, sayesinde bu cep telefonunun ülkenin neresinde ve hangi konumda olduğu tespit edilir.
- Ø Kontrol safhasında MSC, EIR (equipment identity register) veri tabanından aboneyi sorar. EIR, GSM ağı üzerinde servis alan abonelerin ve aynı zamanda çalıntı telefonların ve giriş izni olmayan abonelerin numaralarının olduğu bir veri tabanı olduğu için telefon tanımlı kullanılan bir numara ise onay verilir, çalıntı ya da borç yüzünden kapalı ise onay verilmez.
- Ø Son olarak, AUC (authentication center) veri tabanından abone araştırılır. AUC, abonenin SIM kartında bulunan güvenlik numarasını denetler ve abonenin radyo kanalının kullanımı aşamasında, onay ve kod çözme işlemlerini gerçekleştirir.
- Ø Bu denetlemelerden geçen abone için (A) abonesine ait MSC-A, aldığı bilgi ile diğer servis alanına yani (B) abonesinin bulunduğu alana bakan MSC-B'ye başvurur.



- Ø MSC-B gelen aramayı devam ettirmek için önce (B) numarasının meşgul olup olmadığını ve o hücre içinde tahsis edilecek boş kanal olup olmadığını denetimini yapar.
- Ø Tüm denetlemelerin yapılması sonucu, gerekli şartların sağlanması durumunda (A) numarasının, (B) numarası ile konuşması için gereken trafik kanalı verilir ve konuşma başlar.
- Ø Konuşma boyunca A+ arabiriminde (hava telsiz yüzü) yapılan tüm konuşma Kc şifresi ile gönderilir. Bu şifre ancak cep ile MSC arasında bilinir ve MSC gelen şifreli mesajları bu anahtar ile açar. Konuşma bitince tahsis edilen tüm trafik ve sinyalizasyon kanalları geri alınır.

## 2.2. Genel Paket Radyo Servisi (GPRS)

Son yıllarda dünya genelinde İnternet popülaritesindeki artış, sabit telefon ağlarında veri trafiğini oldukça artırmıştır. 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. Bu bölümde bu ihtiyaca cevap vermek için geliştirilen GPRS'den (Genel Paket Radyo (Telsiz) Servisi – General Packet Radio Service), çalışma esasları ve kullanım alanlarından bahsedilecektir.

### 2.2.1. Giriş

GSM, ETSI (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. 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 yetersiz olmuştur.

Mevcut hücresel veri hizmetleri, kullanıcıların ve hizmet sağlayıcıların isteklerini tam olarak yerine getirememektedir. Kullanıcılar açısından veri akışı çok yavaş olmakta, bağlantı süreci çok zaman almakta ve oldukça karmaşıktır. Bunların ötesinde hizmet oldukça pahalıdır. Teknik açıdan ise, mevcut kablosuz veri hizmetleri, devre anahtarlamalı radyo iletişimi esasına dayanması sakıncalarına sahiptir. Hava arabiriminde tek kullanıcı için, tam bir çağrı periyodunda trafik kanalının tamamı tahsis edilmiştir. Grup trafiği sebebiyle

(meselâ internet trafiği) yüksek derecede kaynak yetersizliğine sebep olur. Grupsal trafik kanallarında, paket anahtarlama taşıyıcı hizmetler devre anahtarlama trafik kanallarının kullanımından daha iyidir. Çünkü, ihtiyaç duyulduğunda sadece bir kanal tahsis edilecek ve paketin iletiminden sonra aniden serbest kalacaktır. Böylece birçok kullanıcı tek bir fiziksel kanalı ortaklaşa kullanabilecektir. Bu olay istatistiksel çoğullama olarak adlandırılır. Bu yetersizlikleri gidermek için iki tür hücresele paket veri teknolojisi geliştirilmiştir;

- Ø AMPS, IS-95 ve IS-136 için Hücresele Sayısal Paket Verisi (CDPD)
- Ø Genel Paket Radyo Servisi (GPRS) 'dir.

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 anahtarlama 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 anahtarlama servislerden daha uygundur. Devre anahtarlama hizmetlerde, ücretlendirme bağlantı süresince yapılmaktadır. Bu durum grupsal trafik uygulamalarında oldukça sakıncalıdır. Kullanıcı bir WEB sayfasında sörf yaparken bile yani herhangi bir veri transfer etmezken de ücret ödemektedir. Buna karşılık paket anahtarlama hizmetlerde, ücretlendirme transfer edilen veri miktarına göre yapılmaktadır. Kullanıcı uzun süre çevrim-içi kalsa bile eğer veri transfer etmiyorsa ücretlendirmeye tabi tutulmayacaktır.

GPRS son birkaç yıl içerisinde ETSI tarafından standartlaştırılmıştır. İlk ortaya atıldığı günden bu yana çok fazla talep almış 2000 yılı ortalarında birçok ülkede bu sistem kullanılmaya başlanmıştır

### 2.2.2. GPRS Sistem Yapısı

GPRS, ETSI tarafından var olan GSM yapısı üzerinde değişiklikler yapılarak meydana getirilmiş ve hizmete sunulmuştur. GPRS sistem yapısı şekil 2.8'de görüldüğü gibidir. GPRS, kullanıcıya bir MS (Mobil İstasyon) ile internete erişim imkânı sağlar.



gönderir. Tersi istikametinde 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 birçok SSGN için harici paket veri ağları için bir arabirimdir. SGSN ise sahip oldukları paketleri farklı GGSN'ler üzerinden farklı ağlara gönderir.

### 2.2.3. GPRS Sisteminin Çalışması

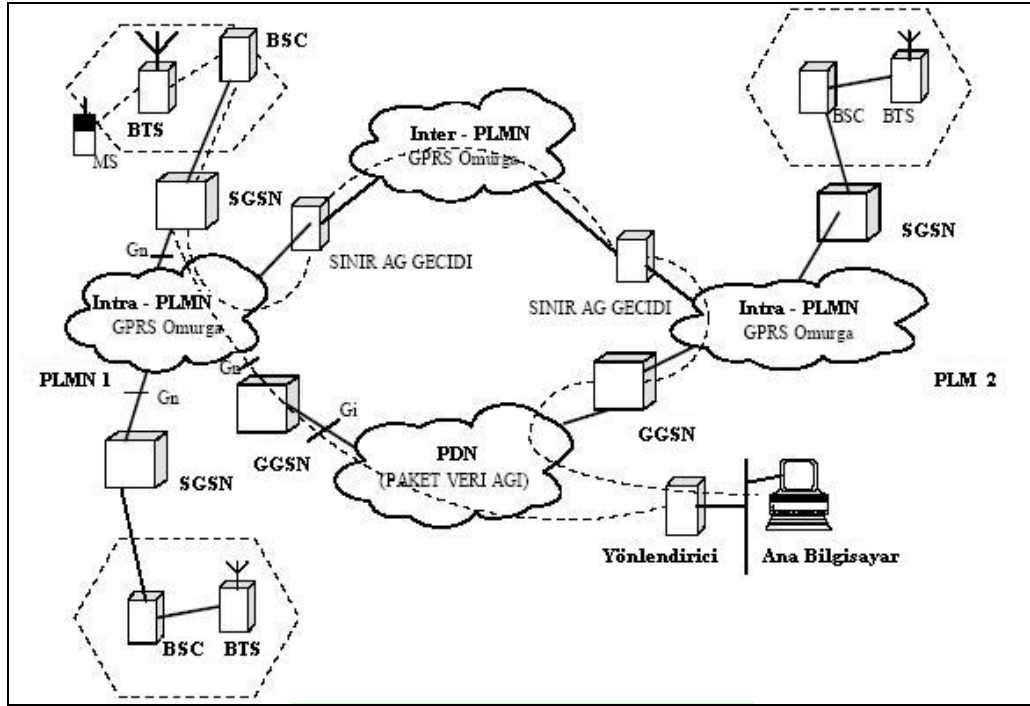
Şekil 2.8'deki Gb arabirimi BSC ile SGSN arasında bağlantı kurar. Gn ve Gp arabirimleri vasıtası ile kullanıcı verileri ve işaret verilerinin GSN'ler arasında transferi gerçekleşir. Eğer SGSN ve GGSN aynı PLMN içerisinde ise Gn arabirimi, farklı PLMN içerisinde ise Gp arabirimleri kullanılır. Bütün GSN'ler bağlantılarını IP tabanlı GPRS omurgaları ile gerçekleştirir. GSN'ler PDN paketlerini GPRS tünel protokolünü (GTP=GPRS Tunneling Protocol) kullanarak iletir. GPRS omurgaları iki gruba ayrılabilir.

- Ø Intra-PLMN omurga ağları aynı PLMN ( Yerel Karasal Mobil Telefon Ağı ) içerisindeki GSN'leri bağlar.
- Ø Inter-PLMN omurga ağları ise farklı PLMN içerisindeki GSN'ler arasında bağlantı kurar.

Şekil-2.9'da ise 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.

HLR, PLMN içerisindeki her GPRS kullanıcıları için PDP adreslerini, mevcut SGSN adreslerini ve kullanıcı profil bilgilerini saklar. Gr arabirimi HLR ve SGSN arasında bilgi alışveriş görevini üstlenir. SGSN bir gezgin istasyonun mevcut konumu hakkında HLR'yi bilgilendirir. Kullanıcının konumu ve profilini sorgulamak için ve dolayısıyla konum kayıtçısındaki bilgileri güncelleyebilmek için GGSN ile HLR arasındaki iletişim 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 alışverişini gerçekleştirebilmek için Gd arabirimi tanımlanmıştır. Gd arabirimi SGSN ile SMS-GSMN kısımlarını birbirine bağlar.



Şekil 2.9: GPRS sisteminde yönlendirme

### 2.2.3.1. Yönlendirme

Şekil 2.9, 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 kaydeder, PDP bağlamını denetler ve paketleri intra-PLMN GPRS omurgası içerisinde uygun GGSN'e yönlendirir. GGSN paketleri ayırır ve IP ağı üzerinden dışarı gönderir.

Paketlerin hedef ağına yönlendirilmesine erişim için IP yönlendirme mekanizmaları kullanılır. Şekil 2.9'daki 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.

### 2.2.3.2. GPRS Terminalleri

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

- Ø A sınıfı gezgin istasyon, kullanıcıya herhangi bir kesinti olmaksızın devre anahtarlamalı ve paket anahtarlamalı bağlantıları aynı anda destekler.
- Ø 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.
- Ø C sınıfı gezgin istasyon ise herhangi bir anda protokollerden sadece bir tanesine erişime imkânı 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.

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

## 2.2.4. Hizmetler

### 2.2.4.1. Taşıyıcı ve Ek Hizmetler

GPRS'in taşıyıcı hizmeti uçtan uca paket anahtarlamalı veri transferini gerçekleştirir. Bu işlemi iki farklı şekilde gerçekleştirir.

- Ø Noktadan noktaya (PTP)
- Ø Noktadan çok noktaya (PTM)
- Ø **Noktadan Noktaya (PTP):** PTP hizmeti iki kullanıcı arasında veri paketlerinin transferini gerçekleştirir. Bağlantısız kip (PTP-CLNS) ve bağlantılı kip (PTP-CONS) olmak üzere iki kipi destekler.
  - PTP-CLNS (PTP Bağlantısız - PTP Connectionless) bir veya daha fazla paketin A abonesinden B abonesine gönderildiği bir servistir. Her paket birbirinden bağımsızdır. Datagram modundadır ve patlamalı uygulamaları desteklemektedir. Güvenilir bir dağıtım için, radyo arayüzü üzerinde PTP-CLNS, onaylanmış transfer modunu destekler. PTP-CLNS hizmetleri ile kredi kartı onaylama, elektronik ekranlama, telnet uygulamaları ve veri tabanı erişimi uygulamaları gerçekleştirilebilir.
  - PTP-CONS (PTP Bağlantılı) çoklu paketlerin A abonesinden B alıcısına gönderildiği bir hizmettir. Kullanıcılar arasında lojik bir bağlantı sağlar. Patlamalı transaktif veya interaktif uygulamaları destekler. Radyo arayüzü üzerinde onaylanmış transfer modundan güvenilir bir dağıtım için yararlanır. PTP-CONS hizmetleri ile elektronik posta ve internet kullanım işlemleri gerçekleştirilebilir.

### Ø Noktadan Çok Noktaya (PTM)

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

- **PTM-M (PTM - Multicast)**, çoklu yayın hizmeti kullanılarak, veri paketleri belirli coğrafik alan içerisine yayılır. Bu hizmette tek yönlü iletim söz konusudur. Bu hizmet ile kullanıcılara, günlük haberler, hava ve yol durumları gibi bilgiler ulaştırılır.
- **PTM-G (PTM - Group)**, grup çağrı hizmeti kullanılarak, veri paketleri bir kullanıcı grubuna adreslenir ve grup üyelerinin bulunduğu bölge olan coğrafik bölge dışına gönderilir. Mesaj alımı gerçek zamanlıdır. Veri iletimi tek yönlü, çift yönlü ya da çok yönlü olabilir. Bu hizmet sayesinde konferans işlemleri gerçekleştirilebilir.
- **IP-M (IP - Multicast)**, çağrıları üyelerin bulunduğu coğrafyadan bağımsızdır. Bu hizmette de mesaj alımı gerçek zamanlıdır ve çok yönlü iletim desteklenir. Bu hizmet sayesinde canlı multimedya iletimi sağlanabilir.

### 2.2.4.2. Hizmet Kalitesi (QoS – Quality of Service )

Gezgin veri uygulamalarının, hizmet kalite ihtiyacı çok çeşitlidir. Bu ihtiyaçlar içerisinde gerçek zaman çoklu ortam, Web’de sörf yapma, e-posta aktarımı önem arz etmektedir. GPRS, QoS profil tanımlamalarında aşağıda belirtilen dört parametre kullanır.

- Ø Hizmet önceliği diğer hizmetlere nazaran bir hizmetin önceliği demektir. Yüksek, normal ve düşük olmak üzere üç seviyesi bulunmaktadır.
- Ø Güvenilirlik gerekli iletim karakteristiklerini gösterir. Belirli bir maksimum değeri sağlama, kopyalama ve paketlerin bozulmasına karşı olmak üzere üç çeşit güvenilirlik söz konusudur.
- Ø 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 arabirimleri arasındaki uçtan uca aktarım zamanı olarak tanımlanır. Bu gecikme GPRS ağlarındaki istek, radyo kaynaklarının tahsisi ve omurgadaki gecikmeleri içerir. Bu kavrama GPRS ağı ile harici ağ arasındaki gecikme dâhil edilmez.
- Ø 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.



## 2.2.5. GPRS Servisini Kullanmak İçin Gerekenler

GPRS hizmetlerinden faydalanabilmek için kullanıcıların aşağıda belirtilen şartları yerine getirmiş olması gerekir.

- Ø Kullanıcının GPRS hizmetinden faydalanabilmesi için GPRS uyumlu bir mobil telefona ihtiyacı vardır. Günümüzde birçok mobil telefon, kullanıcılara bu hizmeti kullanma imkânı sağlar.
- Ø Kullanıcının ayrıca GPRS desteği sağlayan bir mobil telefon şebekesini kullanıyor olması gerekir.
- Ø GPRS uyumlu mobil telefonu kullanarak GPRS hizmetlerini kullanabilecek bilgiye sahip olmalıdır.

## 2.2.6. Sonuç

GPRS üçüncü nesil (3G) gezgin haberleşme teknolojisinin önemli bir adımıdır. Paket anahtarlama iletim teknolojisi kullanıldığından dolayı İnternet ve İnternet gibi grupsal trafik için oldukça elverişlidir. Gezgin telefonlarla İnternet erişimini hızlandırmıştır. Ücretlendirme, transfer edilen veri miktarına göre yapıldığından GSM'e göre veri aktarım hizmetlerini ucuzlatmıştır. Daha kısa sürede daha fazla veri transferine imkân sağlamış ve sonuçta gezgin İnternet kullanımının artmasına sebep olmuştur.

## 2.3. LMDS ve Kablosuz Uzak Bağlantı

### 2.3.1. LMDS (Local Multipoint Distribution System)

LMDS genişbant, noktadan çok noktaya ve 20 GHz üzerinde frekanslarda işletilen haberleşme sistemleridir. Kullanılan frekans bandı sistemin kurulduğu ülkedeki lisanslama modeline göre belirlenir. Bu tür sistemler ses, görüntü ve veri iletimi için geniş bant genişliği sunar. Sabit kablosuz teknolojiler genelde, karasal altyapının ulaşamadığı veya iyileştirmesinin yapılamadığı bölgelerde tamamlayıcı bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla bunlar geniş bant iletişim için hızlı çözüm arayan şirketler ve kurumlar tarafından tercih edilebilir.

LMDS'nin yerel oluşu bu frekans bandında yapılan yayının bir hücre oluşturacak şekilde sınırlı bir alanda kalması anlamına gelir. Bu mesafe sistemin çıkış gücüne ve coğrafi yerleşime bağlı olarak merkezî sistemle kullanıcı arasında 3-4 km'lik bir mesafedir. Kullanılan birimler uzun yıllardır hali hazırda noktadan noktaya kullanılan ve oldukça olgunlaşmış cihazlardan türetilmişlerdir. LMDS lisanslarının verildiği ülkelerde, lisans sahibi kurumun vereceği hizmet türlerine herhangi bir kısıtlama getirilmiş olmamasına rağmen ilk uygulamaların internet erişimi için olacağı öngörülmektedir.

#### 2.3.1.1. LMDS'nin Sağladığı Faydalar

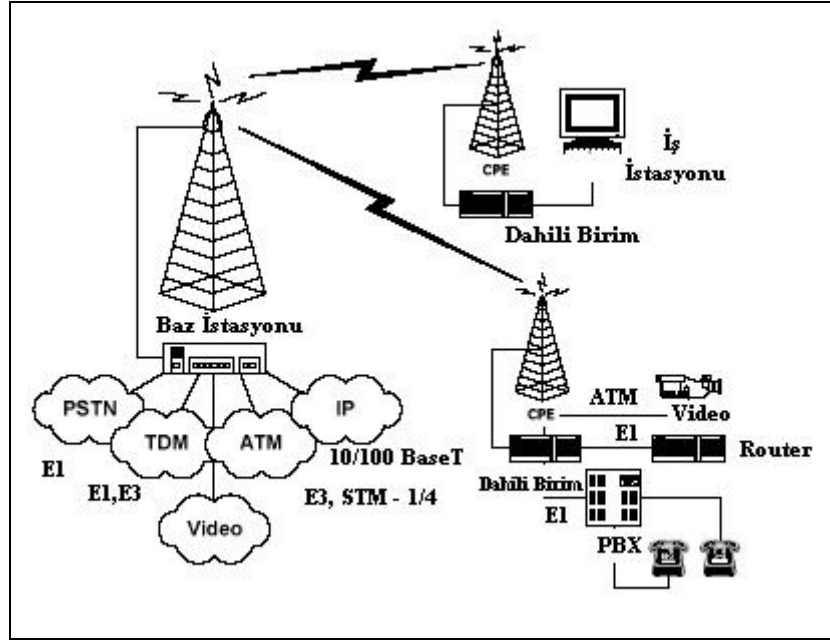
LMDS' kablosuz iletişim konusunda sağladığı faydalar aşağıdaki gibi sıralanabilir.



- Ø Başlangıç maliyetlerinin düşük olması
- Ø Uygulamanın kısa sürede çalışır hale getirilebilmesi
- Ø Talebe göre yapının ölçeklenebilmesi
- Ø Maliyetin müşteri tarafında konuşlandırılan ekipmana kayması. Karasal sistemlerde maliyetin önemli bir bölümünü hatlarını çalışır durumda tutulması için gereken çalışmalar oluşturur.
- Ø Bakım yönetim ve işletme maliyetlerinin düşük oluşu

### 2.3.1.2. LMDS Ağ Mimarisi

LMDS ağ modellerinde değişik türde mimariler öngörülebilir. Noktadan noktaya (PTP) veya noktadan çok noktaya (PTM) işletim mümkündür. Ayrıca yapı, ATM ve IP iletimi için de kurulabilir. Sayısal veri iletiminin dışında yayıncılığı içinde uygulamalar bulunmaktadır. En tipik yaklaşım 3-3,5 km'lik hücreler ve bunları birbirine bağlayacak fiberoptik hatlardan oluşan karasal bir omurga sistemi olabilir. Karasal omurga SONET ve SDH iletim sistemlerinin kullanıldığı, yıldız, ağaç veya halka yapıda gerçekleştirilebilir. Omurganın genişletilmesi için noktadan noktaya (PTP), RF (Radyo Frekans) linklerinin de konuşlandırılması mümkündür. E3 (34 Mbps), STM-1 (155 Mbps) veya STM - 4 (622 Mbps) kapasitesindeki linkler hücre başına ihtiyaç duyulan bant genişliklerinin taşınması için ihtiyaç duyulan omurga bağlantılarıdır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Örnek bir LMDS yapılandırması

Kurulacak olan bu omurga yapısı üzerinde POS (Packet Over SONET) veya ATM protokolünün kullanımı mümkündür. Ancak QoS gereksinimleri ve servis çeşitliliğinin artırılabilmesi açısından ATM protokolünün kullanılması daha uygundur.

LMDS' nin ağ mimarisi aşağıdaki dört temel bileşenden oluşur.

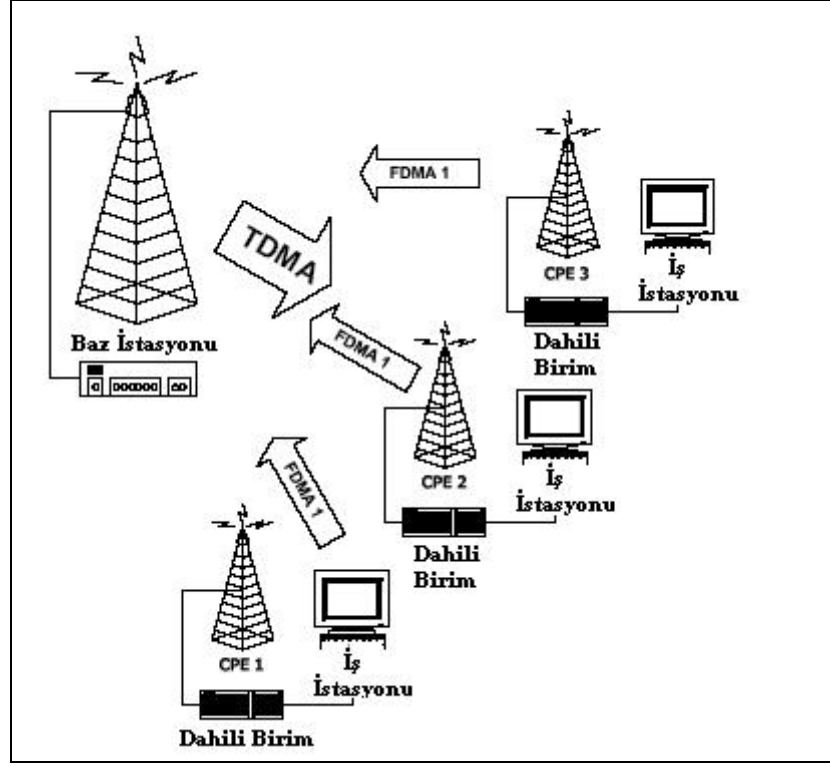
- Ø Ağ operasyon merkezi
- Ø Fiber tabanlı omurga
- Ø Baz istasyonları
- Ø Kullanıcı cihazları (CPE – Customer Premises Equipment )

Yüksek bant genişliklerinin taşındığı omurgalar için karasal fiber bağlantıları kullanılmaktadır. Omurgaya bağlantı için nxE1,E3 veya STM-1 bağlantıları kullanılabilir. Ağ operasyon merkezlerinde ATM ve IP anahtarlama cihazları ile ağ yönetim yazılımlarının çalıştığı sunucular bulunmaktadır.

Baz istasyonları, omurga bağlantısının sonlandırıldığı ve kablosuz alt yapıya geçiş yapıldığı konumlardır. Baz istasyonları harici ve dâhili birimlerden oluşur. Harici birim mikro- dalga frekanslarında alışverişin gerçekleştirildiği noktadan noktaya bir anten veya çok sayıda aboneye hizmet eden sektörel antenlerden oluşur. Harici birime bağlı dâhili birimde omurga bağlantısı için bağdaştırıcılar bulunur. Bunlar modülasyon ve demodülasyonu gerçekleştirir.

### **2.3.1.2. LMDS Veri Gönderip / Alma**

LMDS, kablosuz bağlantı sistemleri için ATM Forum, DAVIC, ETSI ve ITU tarafından standartlaştırma çalışmaları devam etmektedir. Bu çalışmaların çoğunda, temel taşıma birimi ATM hücreleridir. Baz istasyonları ile oluşturulan hücrelerde erişim yoğunluğunu artırmak için sektörel antenler kullanılmaktadır. Bu çerçevede 90, 45, 30, 22,5 ve 24 derece açılı antenler üzerinde çalışılmaktadır. Her bir baz istasyonunun tek bir antene sahip olduğu veya bir baz istasyonuna fiber ara bağlantılarla birçok antenin bağlı olduğu yapılar kullanılabilir. Baz istasyonlarındaki anten ile kullanıcı antenlerinin görüş hizasında olmaları gerekir. Diğer iletişim sistemlerinden etkilenmemeleri için bina çatıları veya yüksek kuleler tercih edilmelidir.



Şekil 2.11: LMDS’de veri alıŖta TDMA, veriŖte FDMA kullanımı

CPE ve baz istasyonu arasında eriŖim için kullanılabilecek oullama yöntemleri TDMA, FDMA veya CDMA yöntemlerinden birisi olabilir. EriŖim yapılandırması için genel yaklaŖım alıŖ kanalının TDMA ile ortaklaŖa kullanılması, gönderme iŖlemi için FDMA ile kullanıcı baŖına ayrı bir bant geniŖlięi tahsisinin sağlanmasıdır (Ŗekil 2.11). İnternet eriŖim hizmetinin verildiği durumlarda asıl trafik, ağdan kullanıcıya ve kullanıcıdan da ağa doğru zamanla çok az bir trafik olacağından bu yaklaŖım istenen sonucu sağlayabilir, çünkü TDMA zamanla deęiŖen patlamalı trafiğin gözlemediği aę yapılandırmaları için daha uygun bir seçimdir.

### 2.3.2. LMDS’de Kullanılan Modülasyon Yöntemleri

LMDS sistemlerinde modülasyon yöntemi olarak faz (PSK – Phase Shift Keying) ve genlik (AM – Amplitude Modulation) modülasyonu yöntemleri kullanılmaktadır. FDMA ve TDMA için yaklaŖık olarak aynı modülasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Kullanılan sembol uzayın geniŖlięi, birim bant geniŖliğinde taŖınabilen verinin miktarını artırır ancak bu durum durumda iletim mesafesini kısaltmaktadır. LMDS’de eriŖim mesafesi, kullanılan modülasyona bağlı olduğu kadar nemlilik ve yaęıŖ miktarı ile de yakından ilgilidir.

### 2.3.3. LMDS'de Kapasite

LMDS sistemlerinde kapasite, veri oranı ve desteklenen kullanıcı sayısı ile ölçülmektedir. Her hücredeki kapasite, hücredeki sektör sayısı ve sektör başına kullanıcı sayısının çarpımına eşittir.

## 2.4. Kablosuz Uygulama Protokolü (WAP)

### 2.4.1. WAP'ın Gelişimi

WAP (Wireless Application Protocol-Kablosuz Ağ protokolü), İnternet içeriğini ve servislerini hareketli telefonlara ve kablosuz aygıtlara ulaştıran küresel bir standarttır.

Kablosuz uygulama protokolü, kablosuz iletişim ile ilgilenen şirketlerin birleşerek WAP forumu meydana getirmeleriyle oluşmuştur. Bu forum grubunun kurulması ile kablosuz mobil bir ortamda herkesin serbestçe bilgi transferi sağlaması ve uygulama geliştirmesi amaçlanmıştır. Gelişmekte olan internet protokolleri bu yönde de geliştirilerek internet ve WWW tabanlı olarak tasarlanmıştır. Böylece küresel bir kablosuz ağ protokolü olarak ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda WAP, internet ve mobil protokollerinin bir kesimini olarak da tanımlanabilir.

**WAP Forum**, 26 Haziran 1997 yılında Ericsson, Motorola, Nokia ve Unvired Planet (şimdiki adı Openwave Systems )'in bir araya gelerek WAP standartlarını belirlemek için oluşturdukları ve bünyesinde, altyapı sağlayıcıları, yazılım firmaları ve içerik sağlayıcılarını da barındıran bir endüstri konsorsiyumudur. Amacı, kablosuz erişimin gelişime açık olması ve taşıyıcı, satıcı ve ağ teknolojisinden bağımsız olmasını sağlamaktır.

### 2.4.2. WAP Nedir?

WAP, İnternet içeriğini ve servislerini hareketli telefonlara ve kablosuz aygıtlara ulaştıran küresel bir standarttır. WAP'ın bant genişliği kısıtlı cep telefonlarına WEB içeriği sunma konusundaki çözümü, aygıtlar, sunucular, diller ve protokolleri kaynaştıran tam bir çözümdür. WAP bir servis veya ürün değildir. WAP, uygulama ve taşıma (dağıtım) standardıdır.

WAP standardı, İnternet içeriğini HTML'e yakın bir standart yöntemle WAP uyumlu aygıtlara ulaştırır. Buradaki sorun HTML'in küçük ekranlı aygıtlara pek çok veriyi beraberinde getirmesidir. Bu sebeple WAP yeni bir format tanımlamıştır. WML (Wireless Markup Language-Kablosuz İletişim İçin İşaretleme Dili)'in tasarlanmasındaki amaç hızlı ve verimli içerik dağıtımdır.

WAP, cep telefonları, PDA'lar, el bilgisayarları ve hatta geleceğin yeni nesil kablosuz aygıtlarında çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır ve aygıt bağımsızlığı konusunda büyük bir başarıya ulaşmıştır. Bu başarının temelinde yatan; her aygıtın WAP destekli olabilmesi için neler yapması gerektiğinin Kablosuz Uygulama Ortamı (WAE-Wireless Application Environment)' nda tanımlanmış olmasıdır.

Tüm bunların yanı sıra WAP, GSM, GPRS, TDMA ( Time Division Multiple Access), CDMA (Code Division Multiple Access) veya yeni geliştirilmiş ikinci nesil (2.5 G) ve üçüncü nesil (3G) global ağların hepsinde çalışabilir. Daha önemlisi WAP devre ve paket anahtarlamalı ağların herhangi birinde de çalışabilir. WAP'ın esnekliği altyapısının çeşitli ağ protokollerinin üzerine kurulmuş olmasından kaynaklanmaktadır.

### 2.4.3. WAP Yapısı

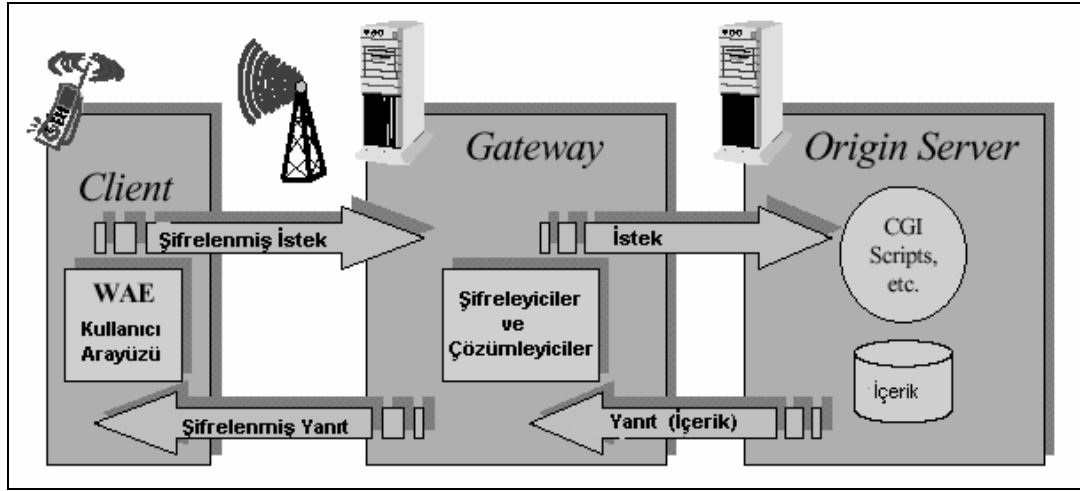
WAP'ın tanımı Nisan 1998'de yayınlanmıştır. Bu ilk tanım WAP'ın aygıtlar, sunucular, protokoller ve diller olmak üzere tüm yönlerini kapsayan 30'un üzerinde tanımını içermektedir. WAP, WEB içeriğini dağıtmak için kendi yapısını şu sebeplerden dolayı geliştirmiştir;

- Ø **Aygıt kısıtlamaları:** Daha küçük pil, daha rahat taşınabilir aygıt ihtiyacı, WAP içerik dağıtımını enerji tüketimini küçültmek ve kablosuz bağlantının ömrünü uzun tutmak için planlanmıştır.
- Ø **HTTP:** Gereksiz bilgiler ve genellikle çokça script ve karakter içermektedir. WAP dağıtım protokolü ise bu iş için optimize edilmiştir.
- Ø **Ağ'lar:** İstekler arasındaki uzun sürelerde kopmaya/kesilmeye eğilimidir. WAP'ın içerik dili olan WML birden fazla WAP sayfasını **card-and-deck** (kart ve deste) metaforu (ödünç alma) olarak adlandırılan yöntemini kullanarak ağ kesintilerinin üstesinden gelebilecek şekilde tasarlanmıştır.

### 2.4.4. WAP Modeli

#### 2.4.4.1. WAP Programlama Modeli

WAP programlama modeli, WWW programlama modeli ile benzerlik gösterir. Bu sebepten daha önceden geliştirilmiş çeşitli uygulamaları, bilinen programlama modellerini ve www modeli için kullanılan (Web sunucu, XML, HTML, TCP/IP vb.) çeşitli uygulamaların kullanılmasına imkân sağlar. Ayrıca kablosuz mimarinin karakteristik özelliklerinin optimizasyonuna ve ilavelerine izin verir. Mümkün olan her yerde WAP teknolojisinin kullanılmasına ve adapte edilmesine imkân sağlar.



Şekil 2.12: WAP programlama modeli ve WAE yapısı

WAP içerik ve uygulamaları bilinen WWW tabanlı formata uygun olarak tanımlanmıştır. İçeriğin transferinde kullanılan protokoller ise WWW tabanlı haberleşme protokolleridir ve uygulamalar mobil cihazlarda bulunan mikro tarayıcılar tarafından çalıştırılarak kullanılır. WAP, mobil cihaz ile network sunucuları arasında bağlantıyı aktif kılabilen için çeşitli özellikler tanımlanmıştır:

- Ø Standart İşleme Modeli -WWW- standart URL isimleri merkezi bir sunucuda bulunacak WAP içeriğine ulaşmak için kullanılabilir.
- Ø Tüm WAP içeriğinin formatı WWW tabanlı olduğundan bu durum kullanıcıların hatasız olarak içeriğe ulaştırılmasını sağlar.
- Ø WAP içeriği, WWW tabanlı olduğundan markup (işaret), takvim bilgileri, elektronik iş kartı objeleri, resimler ve script dilleri içerir.
- Ø Standart haberleşme protokollerini kullanan WAP haberleşme protokolleri mobil cihazdaki tarayıcı ile ağ WEB sunucusu arasındaki bağlantıyı mümkün kılar.

WAP içerikleri ve kullandığı protokoller geniş bir market olan kablosuz cihazlar için optimize edilmiştir. WAP sistemi mobil domain ile WWW arasındaki bağlantıyı kurmak için proxy teknolojisini kullanır. Bu teknolojinin tipik özellikleri aşağıda anlatılmıştır:

- Ø Protokol köprüsü; WAP protokol yığınından gelen isteği WWW protokol yığına (HTTP ve TCP/IP) dönüştürerek aktarır.
- Ø İçerik şifreleme ve çözme; WAP içeriğini kodlayarak network ağında taşınabilecek bir veri boyutuna indirir.

Bu yapı mobil terminallerin WAP içerik ve uygulamalarını çalıştırabilmelerini sağlar ancak bu uygulamalar geniş özellikleri olan mobil cihazlar için geliştirilmektedir. WAP proxy tüm WAP uygulamalarının bir WEB sunucusu üzerinden çalıştırılabilmesini ve CGI gibi script dillerinin kullanılmasını sağlar.

WAP sisteminin kullanılmasında WEB sunucusu, WAP proxy ve WAP cihaz birbiri ile ilişkili olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında WAP mimarisi diğer yapıları da desteklemektedir. Bu durum merkezi bir WAP proxy sunucu yolu ile araya herhangi bir (WEB sunucusu gibi) teknoloji sokmadan son kullanıcıya yönelik uygulamalar ve içerik sağlama hizmetinin verilebilmesini sağlar.

#### **2.4.4.2. WAP Program Modelinin Çalışma Prensibi**

WAP yapısı WEB uyumlu tasarlanmış olsa da, aygıtlar ve içerik sağlayıcılar arasındaki ilişkiler bakımından WAP mimarisi WEB'den çeşitli yönleri ile ayrılır.

- Ø WAP kendi İnternet protokolünü ( IP ) kullanır, bunun bir sonucu olarak WAP aygıtları WEB'e doğrudan bağlanamaz. Bunun yerine şekil 2.12'de gösterildiği gibi WAP gateway (ağ geçidi) olarak adlandırılan bir aracıya gereksinim duyar. WAP'ta gateway, WAP aygıtlarına gelip giden bilgi akışında kritik bir rol oynar.

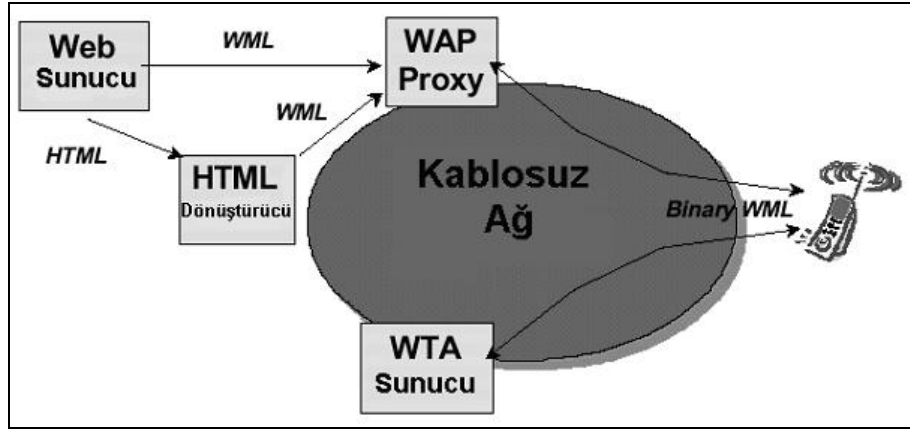
Şekil 2.12'de görüldüğü gibi WAP aygıtlarından çıkan işlem isteğinin WEB'e gidip gelme esnasındaki gezintisini görülebilir. Buradaki 3 anahtar yapıtaş; WAP istemci aygıt, WAP Gateway'i ve WEB sunucudur (Origin Web Server).

WAP aygıt, WAP protokolünü kullanarak Gateway'e isteğini şifrelenmiş olarak yollar. Bu istek, WEB tarayıcının herhangi bir WEB sunucuya HTTP isteği yollaması ile benzerdir. Aradaki farklılık, WAP'ta, isteğin bir WAP Gateway (proxy)'ye gönderilmesi ve onun tarafından HTTP iletisine çevrildikten sonra WEB sunucuya gönderilmesidir.

Eğer WEB sunucu istenen bilgiyi barındırıyor ise bu WAP Gateway'ine HTTP protokolü kullanılarak yollanır. Bundan sonra ne yapılacağı WAP Gateway'e kalmıştır. Eğer içerik WML biçiminde ise, Gateway içeriğe dokunmadan WAP protokolü aracılığı ile WAP aygıtına iletir. Eğer içerik HTML biçiminde ve WAP Gateway, otomatik çeviri desteği veriyorsa, içerik WML biçiminde çevrilip aygıtı yollanır. Bu şekilde WAP içerisinde bilgi gönderme ve alma işlemi tamamlanmış olur.

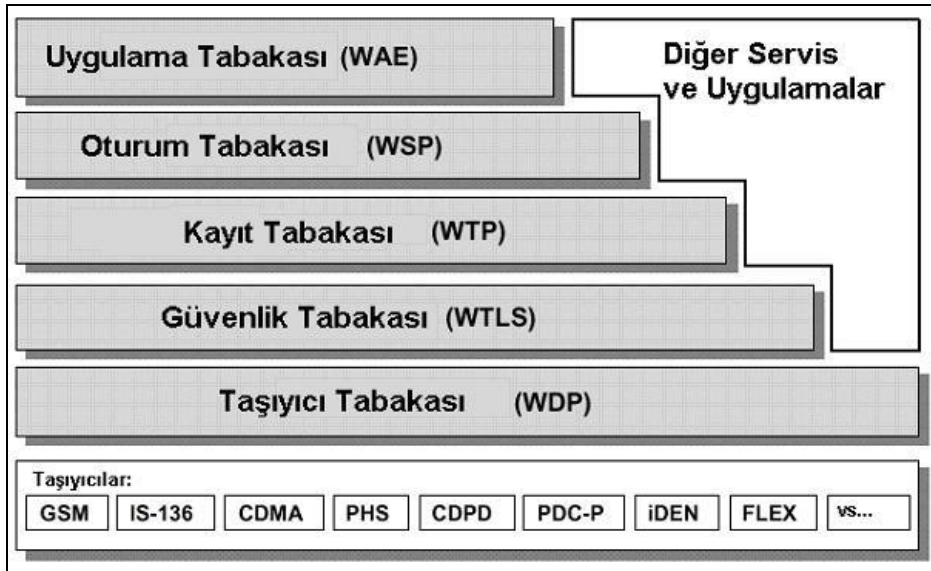
#### **2.4.5. WAP Ağının Çalışma Esası**

WAP kullanıcı ağda iki sunucu ile bağlantı kurar. WAP Proxy, WAP isteğini WEB isteğine çevirir. Böylece WAP kullanıcı WEB sunucusuna isteğini bildirebilir. Bunun yanında proxy WEB sunucusundan almış olduğu yanıtı WAP kullanıcısının anlayabileceği bir binary modda kodlayarak WAP kullanıcıya gönderir. Eğer WEB sunucusundaki bilgiler WAP içerikliyse (WML gibi) o zaman WAP proxy direkt WEB sunucusu ile bağlantı kurar. Fakat sunucudaki bilgiler, WWW formatlı HTML dokümanları ise bu durumda HTML dilini WAP cihazlarının anlayabileceği WML diline çevirmek gerekir. Şekil 2.13'te bu işlem blok olarak açıklanmıştır.



Şekil 2.13: WAP ağı çalışma örneği

WAP mimarisi mobil haberleşme cihazlarına program ve uygulamaların geliştirilebilmesine izin vermek amacıyla esnek ve genişletilebilir bir mimari protokol yapısına sahiptir. Bu durum protokollerin şekil 2.14'te görüldüğü gibi tabakalandırılmasıyla mümkün olur. Her tabaka diğer servislerde ve uygulamalarda olduğu gibi üzerindeki tabaka ile etkileşimlidir. WAP tabaka mimarisi diğer servislerin ve mimari yapıların, iyi tanımlanmış bir arayüz ile WAP'ın getirilerinden faydalanmalarına imkân sağlar. WAP mimarisi bu özelliklerinden dolayı mevcut uygulamaları destekler ve yeni geliştirilecek uygulamalara da kolayca uyum sağlar. WAP günümüzde paket anahtarlamalı sistemler olan 2.5G GPRS ve benzeri sistemleri ile uyumlu çalışmakta, gelecekte kullanılmaya başlanacak olan 3G sistemler ile de sorunsuz bir şekilde çalışması için çalışmalar yapılmaktadır.



Şekil 2.14: WAP mimari tabaka yapısı



## 2.4.6. Kablosuz Uygulama Ortamı (WAE)

WAE, WWW modelinin sisteme adapte edilmesini sağlamaktadır. Tüm içerik internet formatında tanımlanmıştır. İçerik standart WWW protokolleri tarafından taşınır. WAE, mümkün olan her yerde kullanılmak üzere yönetim ve yayınlama metotlarını WWW standartlarından almıştır.

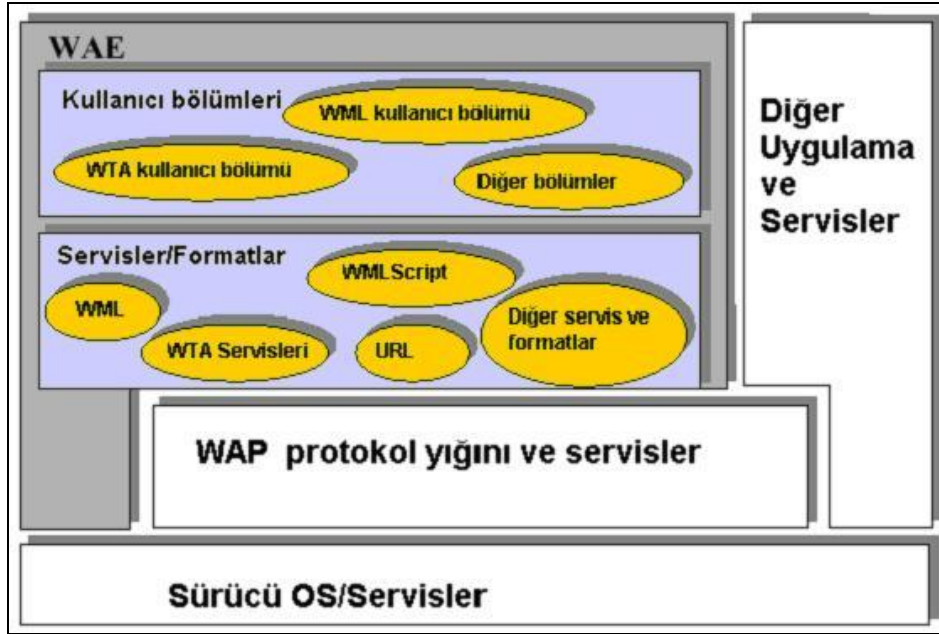
WAE, cihazlarda ve ağ özelliklerinde kullanılan WWW standartlarını geliştirmiştir. Ayrıca WAE'ye Mobil Network servislerini, arama kontrolü ve mesajlaşmayı destekleyebilmesi için ilaveler yapılmıştır. Fakat dikkat edilmesi gereken en önemli husus ise mobil cihazlarda bulunan düşük hafıza ve işlemci hızıdır. Bu yüzden mimari alçak bant genişlikli ve yüksek gecikmeli hatları destekleyen bir özelliğe sahiptir. WAE, şifrelemeden sorumlu geçidin tüm işlevsel özelliklerini bünyesinde barındırır ve mobil abonenin şifrelenmiş veri aktarımını sağlar. Mobil kullanıcıya içeriğin şifrelenerek dağıtılmasının amacı havadan gönderilecek verinin daha az bir boyuta sahip olması ve bunun sonucunda daha az enerji kullanılarak mobilin cihazın bilgiyi alabilmesini sağlamaktır. Daha öncede bahsedildiği üzere (gateway) geçit fonksiyonları Şekil 2.12'de görüleceği üzere merkezî bir sunucuya yerleştirilebilir.

WAE'nin temel yönetim özellikleri şöyle sınırlanabilir.

- Ø **WAE kullanıcı kısmı:** Kullanıcı cihazında bulunan yazılım sayesinde kullanıcılar yazılımın desteklediği içeriği gösterme gibi özellikleri kullanabilir. Kullanıcı kısmı (tarayıcı gibi) WAP mimarisi içine entegre edilmiştir. URL yoluyla ulaşılan WAP içeriğini yorumlar. WAE kullanıcı bölümü için iki çeşit standart kullanır: Kodlama için Wireless Markup Language (WML) ve uygulama çalıştırma için ise Wireless Markup Language Script (WMLScript.)
- Ø **İçerik sağlayıcılar:** Mobil terminal içinde bulunan kullanıcı kısmından gelen isteğe merkezi sunucuda bulunan uygulamaları (CGI script gibi) standart formatta yanıtın içinde gönderir. WAE herhangi bir standart içerik üreticisini tanımlamaz. Fakat yakın bir gelecekte günümüzde yaygın olarak WWW içinde kullanılan HTTP tabanlı sunucularda yapılacak değişikliklerle yaygın uygulamalar söz konusu olacaktır.
- Ø **Standart içerik şifreleme:** İyi tanımlanmış şifrelenmiş içerik bir WAE kullanıcı kısmının (bir tarayıcı gibi) uygun şekilde WEB içeriğine ulaşılmasını sağlar. Standart içerik şifreleme WML için sıkıştırılmış şifreleme, WMLScript için sıkıştırılmış byte kodu, standart imaj formatları birçok parçalı taşıyıcı format ve adapte edilmiş iş ve takvim veri formatları içerir.
- Ø **Wireless Telephony Applications (WTA):** Gelecek kontrol mekanizmaları ve arama için özel telefon eklentileri topluluğu daha ileri mobil network servislerinin oluşmasını sağlar.

### 2.4.6.1. WAE Servisleri ve Formatları

WAE servisleri ve formatları WAE'nin etkili olmasını sağlayan birçok teknik yapıyı içermektedir. WAE bünyesinde WML ve WMLScript dillerini ve buna bağlı WAE uygulamalarını ve WAE destekli format yapılarını içerir.



Şekil 2.15: WAE alıcı yapıları

#### 2.4.6.2. Kablosuz İletişim İçin İşaretleme Dili (WML)

WML, WAP uygulamalarında kullanılan, etiket tabanlı ve uygulamaların işaretlerle tanımlandığı bir çeşit dildir. WML için WWW için tanımlanan HTML ve HDML (handheld markup language) dillerinin mirasını paylaşıyor diyebiliriz. WML bir XML (eXtensible Markup Language) dokümanı gibi tanımlanmıştır. XML dili yöresel ya da sunuculara ya da kullanılacak farklı bir tarayıcıya özel yeni işaretler ve bu yolla da yeni işaretleme dillerinin geliştirilmesine imkân sağlayan ve günümüzde yeni yeni gelişme göstermekte olan bir çeşit işaretleme dilidir. WML özel sunum, telefon ve kablosuz iletişim araçları için standartlaştırılmıştır.

WML ve desteklediği çevre birimleri ufak ve dar bantlı cihazlar, küçük ekran, sınırlı kullanıcı girişi, darbant network bağlantıları, sınırlandırılmış hafıza kaynakları ve sınırlı hesap yapabilen birimler için tasarlanmıştır. WAP tarafından hdeflenen ise yönetim ve browser araçları arasındaki veri alışverişini olabildiğince esnek ve etkili kılmaktır.

WML yapıtaşlarını taşıdığı HDML dilinin bazı elementlerini değiştirmiş ve buna yeni elementler eklemiştir. Bunların bazıları HTML dilinin elementleri gibi modellenmiştir. Sonuçta ise kart ve deck yapısında WML dili oluşmuştur. Bu yapı içeriğin çoklu kart yapıları içinde sunulmasını sağlamaktadır. Kartlar ise mobil cihazın ekranında görülen içeriğin kademeli olarak ulaştırılmasını ve yayınlanmasını sağlar. WML'in bu şekilde tanımlanmış olması birçok şirketin kendi özel cihazlarını geliştirebilmesini mümkün kılmıştır.

### **2.4.6.3. WMLscript**

WMLScript, kullanıcıların dar bantlı bağlantı hatlarında kullanabilmeleri için bu sınırlandırma ve programlayabilme yeteneklerini geliştirmek amacıyla tasarlanmıştır. WML tarafından yerine getirilebilen birçok servis küçük mobil cihazlarda kullanılabilir. Sunucuya bilgi transferi ya da çeşitli aktif uygulamalar için bu program parçacıkları kullanılabilir.

WMLScript, WAP mimarisinin genel script yapısını geliştirmek amacıyla geliştirilmiştir. WMLScript, WML yapısını geliştirmek ve tamamlayıcı bir unsur olarak kullanılabilir.

### **2.4.7. Sonuç**

WAP'ın ortaya çıkış aşamalarını, geçirdiği gelişim sürecini, mimari yapısını, bu yapıyı oluşturan birimleri ve bu yapının çalışmasını inceledikten sonra şu sonuçlara varabiliriz. WAP, birçok kuruluşun ortak çalışma grubu olan WAP Forum tarafından sürekli yenilenmekte ve bu sayede yeni hayata geçirilen teknolojilere ayak uydurup bu teknolojilerle uyumlu çalışabilmektedir.

Bu şekilde esnek yapıya sahip olması, mobil cihazlar kullanarak internet erişimi sağlamak isteyen kullanıcılara yeni imkânlar sunması WAP'ı mobil internet erişimi konusunda vazgeçilmez kılmaktadır. Özellikle GPRS ve benzeri paket anahtarlamalı uygulamaları kullanmaya başladıktan sonra hizmet ücretlerindeki ucuzlama kullanıcıları memnun etmiştir. Bu açıdan bakıldığında WAP teknolojisi uzun yıllar kullanılmaya ve yeni nesil uygulamalarda kullanılmaya devam edecektir diyebiliriz.

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Ø GPRS ve WAP, hizmetlerini kullanabilmek için uygun bir mobil telefon seçiniz.</p> <p>Ø GPRS hizmetleri sunan bir GSM operatörü kullanınız.</p> <p>Ø Telefonunuzun GPRS ve WAP ayarlarını yapınız.</p> <p>Ø Operatörün sağladığı veri hizmetlerinden (haberler, hava durumu ekonomi, spor, vb.) istediklerinizi, operatörden talep ediniz.</p> <p>Ø WAP sitelerini geziniz.</p> <p>Ø Sayfalarda gezinmek için telefonunuzun tuşlarını ya da joystick'ini kullanınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Telefonunuzun, ayarlar bölümünden, internet ve GPRS ayarlarının yapıldığı bölüme giriniz.</li><li>• GSM operatörünüzün, müşteri hizmetleri merkezinden, GPRS ve WAP ayarları ile ilgili bilgileri ediniz.</li><li>• Eğer internet bağlantınız var ise operatörünüzün WEB sayfasından da aynı bilgileri ediniz.</li><li>• Bu bilgilerinizi telefonunuzun ilgili menülerini kullanarak telefonunuza kaydediniz.</li><li>• Veri hizmetlerini kullanmak için WEB sayfasından veya müşteri hizmetleri merkezinden gerekli başvuruları yapınız.</li><li>• Ziyaret etmek istediğiniz WAP sitelerinin adreslerini, telefonunuzun uygun menüsün deki URL adresini için ayrılan bölüme yazınız. (<a href="http://wap.avea.com.tr">http://wap.avea.com.tr</a> vb..)</li><li>• Ekrandaki yönergeleri takip ederek sayfalarda gezinmek için tuşları veya joystick'i kullanınız.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### OBJEKTİF TESTLER ( ÖLÇME SORULARI )

Aşağıdaki cümleleri doğru veya yanlış şeklinde değerlendiriniz.

1. GSM, mobil cihazlar ile kablosuz ses ve veri hizmeti sunan bir sistemdir.
2. GSM, paket anahtarlama sistemi kullanarak sayısal veri hizmeti sunan bir sistemdir.
3. GSM, merkezlerinde baz istasyonlarının bulunan hücresel alanlardan oluşur.
4. HLR, mobil telefona ait kimlik bilgilerini barındırır.
5. GPRS, GSM alt yapısını kullanmaz.
6. GPRS, sadece ses iletimi için kullanılır.
7. GPRS'in en önemli özelliklerinden birisi paket anahtarlama sistemi kullanmasıdır.
8. Her türlü cep telefonu ya da mobil cihazla GPRS sisteminden yararlanılabilir.
9. LMDS genişbant, noktadan çok noktaya ve 20 GHz üzerinde frekanslarda işletilen haberleşme sistemlerdir.
10. LMDS ile 200-300 km yarı çapındaki alanlara kablosuz haberleşme yapılabilir.
11. WAP, İnternet içeriğini ve servislerini hareketli telefonlara ve kablosuz aygıtlara ulaştıran küresel bir standarttır.
12. WML, WAP uygulamalarında kullanılan, etiket tabanlı ve uygulamaların işaretlerle tanımlandığı bir çeşit dildir.
13. WAP, sadece mobil cep telefonlarında kullanılabilir.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

## PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

Modül ile kazandığımız yeterliği aşağıdaki ölçütlere göre değerlendiriniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
A) Kablosuz LAN sistemi kurarken cihazların yerleşim düzenini ve montajını uygun bir şekilde yapabildiniz mi?		
B) Kablosuz LAN cihazlarının sürücülerini Windows XP işletim sistemine doğru bir şekilde tanıtılabildiniz mi?		
C) Windows XP işletim sisteminde Ad Hoc (cihazdan-cihaza) modeli ile kablosuz LAN kurma işlemi yapabildiniz mi?		
D) Windows XP işletim sisteminde Infrastructure (altyapı çalışma) modeli ile kablosuz LAN kurma işlemi yapabildiniz mi?		
E) Telefonunuzun GPRS ayarlarını yapabildiniz mi?		
F) Operatörünüzün GPRS hizmetinden faydalanabildiniz mi?		
G) Cep telefonunuzdan bir WAP sitesine erişebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonucunda eksikleriniz varsa öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.

Modülü tamamladınız, tebrik ederiz. Öğretmeniniz size çeşitli ölçme araçları uygulayacaktır. Öğretmeninizle iletişime geçiniz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	C
4	A
5	B
6	C
7	B
8	A
9	A
10	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	Y
5	Y
6	Y
7	D
8	Y
9	D
10	Y
11	D
12	D
13	Y

## ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Ø <http://www.antrak.org.tr>
- Ø <http://www.wapforum.org>
- Ø [omanas@vestelnet.com](mailto:omanas@vestelnet.com)
- Ø <http://www.tomshardware.com.tr/network/20010822/wlan-10.html>
- Ø [www.ebcvg.com](http://www.ebcvg.com)
- Ø [www.pclabs.com](http://www.pclabs.com)
- Ø <http://akademik.maltepe.edu.tr/~yceyhun/KablosuzSistemler/Maltepe-Subat-2004>
- Ø [cisn@metu.edu.tr](mailto:cisn@metu.edu.tr)
- Ø <http://www.tk.gov.tr/>
- Ø <http://www.veritim.com.tr/wireless.htm>



## KAYNAKLAR

- Ø Dr. ÇÖLKESEN Rifat, Prof.Dr. Bülent ÖRENCİK, **Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri**, İSTANBUL, 2003.
- Ø Dr. ÇÖLKESEN Rifat, Yasin KAPLAN, **Yüksek Hızlı Kablosuz Hücreli Ağ Erişimi**.
- Ø ÖZTÜRK Emin, **WLAN Kablosuz Yerel Alan Ağları Teknolojisinin İncelenmesi, Mevcut Düzenlemelerin Değerlendirilmesi ve Ülkemize Yönelik Düzenleme Önerisi**, Uzmanlık Tezi, ANKARA, 2004.
- Ø AKDAĞ Murat, **Ağ Teknolojileri Ders Notları**, ANKARA, 2000.
- Ø SAPMAZ Fatih, **Mobil İletişim Ders Notları**, KOCAELİ, 2000.
- Ø Yrd. Doç. Dr. İNCEOĞLU Mustafa Murat, Ebru KILINÇ, **Wap Ağ Geçidinde Ortaya Çıkan Güvenlik Boşluklarının Kapatılmasına İlişkin Öneriler**, Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü.
- Ø SARI Arif Ogün, **Rekabet Kuralları Işığında Erişim Ara Bağlantı Anlaşmaları ve Sanal Mobil Ağ Operatörlüğü**, ANKARA 2004.
- Ø Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, **Sanal Mobil Operatörlük**, Telekomünikasyon Kurumu, 2001.
- Ø SÜMER Nihat, **Yeni Kuşak Arabağlantı: 2G/3G Arabağlantı**, ANKARA, 2004.
- Ø TÜBİTAK-BİLTEN, **Elektromanyetik Dalgalar ve İnsan Sağlığı - Sıkça Sorulan Sorular ve Yanıtları**, ANKARA, 2001.
- Ø KOÇAK Yılmaz., M. Akif SABAH, Necmi TAŞPINAR, **Genel Paket Radyo Servisi (Gprs) Yapısı, Protokolleri ve Kaynak Yönetimi**, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2002.