

Mobil ve Kablosuz Ağlar (Mobile and Wireless Networks)

Hazırlayan: M. Ali Akcayol
Gazi Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Genel bilgiler

Değerlendirme

Arasınava : 25%
Ödevler : 10%
Katılım : 5%
Final : 60%

Ders kitapları

- William Stallings, "Wireless Communications & Networks (2/E)", Prentice Hall, 2004.
- Behrouz A. Forouzan with Sophia Chung Fegan, "Data communications and networking (5/E)", McGraw-Hill Higher Education, 2013.
- Sanjeev Kumar, "Wireless and Mobile Communication", New Age International, 2008.

Diğer kaynaklar

- Andrew S. Tanenbaum, "Computer Networks 4/E", Prentice Hall, 2003.
- Douglas E. Comer, "Computer Networks and Internets : with Internet Applications 4/E", Pearson/Prentice Hall, 2004.
- Matthew S. Gast, "802.11 Wireless Networks : The Definitive Guide", O'Reilly, 2005.

Genel bilgiler

Ders içeriđi

- (1) Mobil ve kablosuz iletişime giriř
- (2) İletim temelleri
- (3) İletişim ağları
- (4) Antenler ve yayılım
- (5) Sinyal kodlama teknikleri
- (6) Kablosuz iletişimde iletim ortamına erişim teknikleri
- (7) Uydu ađları
- (8) Hücresel kablosuz ağlar
- (9) Kablosuz LAN teknolojileri
- (10) Wi-Fi ve IEEE 802.11

3

Ders konuları

- Kablosuz iletişimin gelişimi
- Mobil kablosuz iletişimin gelişimi
- Hücresel ağlar
- Uydu iletişimi
- Kablosuz iletişimdeki gelişmeler
- Kablosuz iletişimde kullanılan frekans bantları
- Kablosuz iletişimin temelleri
- Mobil iletişimin temelleri
- Kablosuz ev telefonları

4

Kablosuz iletişimin gelişimi

- Kablosuz iletişim, **hücresel sesli iletişimde, kablosuz İnternet erişiminde, kablosuz konut iletişiminde, kablosuz yerel alan ağlarında** başta olmak üzere yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.
- Kablosuz iletişim, **mekandan bağımsız bir şekilde ağa erişim** sağlamaktadır.
- Ağda sunulan hizmetlere daha kolay ve hızlı bir şekilde erişim sağlanmaktadır.
- Son yıllardaki hızlı gelişimle birlikte **kablosuz ağ bileşenlerine** yönelik **pazar dünyanın en önemli endüstrisi** haline gelmiştir.

Kablosuz iletişimin gelişimi

- **Kablosuz iletişimin temelleri Michael Faraday, James C. Maxwell, Henrich Hertz ve Nikola Tesla** tarafından atılmıştır.
- **Hareket halindeki cihazların kesintisiz haberleşebileceğini Guglielmo Marconi** radyo sinyalleriyle göstermiştir.
- **1907 yılında** 300m yükseklikteki çok büyük boyutlu antenlerle **anlantik okyanusun iki ucu arasında kablosuz iletişim yapılmıştır.**
- ABD'de **1915 yılında** Newyork ile San Fransisco arasında **ilk kablosuz ses iletişimi** yapılmıştır.
- 1920 yılına kadar kablosuz iletişimde uzun dalga kullanılmıştır.
- Marconi, **1920 yılında kısa dalga kullanarak** atmosferdeki **iyonosfer tabakasından yansıyan sinyallerle** daha uzun mesafeler arasında kablosuz iletişim yapılabileceğini göstermiştir.

Ders konuları

- Kablosuz iletişimin gelişimi
- **Mobil kablosuz iletişimin gelişimi**
- Hücresel ağlar
- Uydu iletişimi
- Kablosuz iletişimdeki gelişmeler
- Kablosuz iletişimde kullanılan frekans bantları
- Kablosuz iletişimin temelleri
- Mobil iletişimin temelleri
- Kablosuz ev telefonları

7

Mobil kablosuz iletişimin gelişimi

- **1926 yılında Hamburg ile Berlin** hattında **hareket halindeyken ilk kablosuz iletişim gerçekleştirilmiştir**. 1927 yılında ticari olarak kullanılmaya başlanmıştır.
- **O yıllarda** kablosuz iletişim için **genlik modülasyonu** kullanılmıştır.
- Genlik modülasyonu kullanılarak yapılan kablosuz iletişim çok gürültülü ve kalitesizdi.
- **Edwin H. Armstrong** 1933 yılında **frekans modülasyonunu** geliştirmiştir.
- Günümüzde genlik modülasyonu ve frekans modülasyonu ses ve görüntü iletişiminde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

8

Mobil kablosuz iletişimin gelişimi

- **1958 yılında ilk kablosuz ağ uygulaması** Almanya'da geliştirilmiştir.
- Bu uygulamada **160 MHz taşıyıcı frekans** kullanılmıştır.
- **İletişim halindeyken baz istasyonu değiştirilemiyordu.**
- Daha sonraki yıllarda, Avrupa'da 450 MHz ve 900 MHz kullanılmaya başlanmıştır.

9

Ders konuları

- Kablosuz iletişimin gelişimi
- Mobil kablosuz iletişimin gelişimi
- **Hücresel ağlar**
- Uydu iletişimi
- Kablosuz iletişimdeki gelişmeler
- Kablosuz iletişimde kullanılan frekans bantları
- Kablosuz iletişimin temelleri
- Mobil iletişimin temelleri
- Kablosuz ev telefonları

10

Hücresel ağlar

- **1983 yılında AMPS (Advanced Mobile Phone System)** olarak adlandırılan **birinci jenerasyon mobil teknoloji** ABD’de kullanılmaya başlanmıştır.
- AMPS kablosuz iletişim ağında **850 MHz taşıyıcı frekans** kullanılmıştır.
- AMPS farklı baz istasyonları arasında geçiş yapabilme (**handoff**) özelliğine sahiptir.
- İletişim devam ederken kesintisiz bir şekilde hücreler arasında geçiş yapılabilmektedir.
- Günümüz hücresel ağlarının ilk versiyonu olan AMPS 2000’li yıllara kadar kullanılmıştır.

11

Hücresel ağlar

- Kablosuz ev telefonlarının ilk versiyonu olan **CT1 (Cordless Telephone 1)** standardı **1984 yılında geliştirilmiştir.**
- **1987 yılında** geliştirilen **CT2**, 864 MHz bandında **32 Kbps** veri gönderim hızına sahiptir.
- **1991 yılında ise DECT (Digital European Cordless Telephone)** standardı **geliştirilmiştir.**
- DECT standardı **1880-1900 MHz bandını** kullanmaktadır ve **1,2 Mbps** veri gönderim oranına sahiptir.
- DECT standardının **kapsama alanı 100-500 m** aralığındadır.

12

Hücresel ağlar

- Group Special Mobile (**GSM**) **1991 yılında standartlaşmıştır.**
- Günümüzde 190 farklı ülkede milyarlarca kişi tarafından kullanılan son derece başarılı bir hücresel ağıdır.
- Daha sonraki yıllarda Group Special Mobile adı değiştirilerek **Global System for Mobile (GSM) olmuştur.**
- GSM dünyanın ilk hücresel ağ sistemidir ve sayısal modülasyon yöntemlerini kullanılır.
- Başlangıçta **890-915 MHz bandını uplink, 935-960 MHz bandını ise downlink** için kullanan **GSM900** yaygın kullanılmaya başlanmıştır.
- Daha sonraki yıllarda geliştirilen **GSM1800, 1710-1785 MHz bandını uplink, 1930-1990 MHz bandını ise downlink** için kullanmaktadır.

13

Hücresel ağlar

- **GSM** uluslararası farklı operatörlere ait hücreler arasındaki geçişi (**roaming**) desteklemektedir.
- Otomatik **konum hizmetleri, yetkilendirme, şifreleme ve yüksek kaliteli ses** özelliklerine sahiptir.
- GSM **kısa mesaj servisi** sağlamaktadır.
- GSM **9,6 kbps** veri hizmeti sunmaktadır.
- Günümüzde hücresel ağ pazarının %70'inden fazlası GSM teknolojisini kullanmaktadır.

14

Hücresel ağlar

- Amerika ve Avrupa'da yapılan çalışmaların sonucunda **IS-36** (Interim Standard - 36) ve **IS-95 hücresel ağ standartları** geliştirilmiştir.
- Geliştirilen bu hücresel ağlarda **TDMA** (Time Division Multiple Access), **CDMA** (Code Division Multiple Access) ile **DSSS** (Direct Sequence Spread Spectrum) teknolojileri kullanılmıştır.
- **Günümüzde 800 MHz, 1800 MHz ve 1900 MHz** bantları hücresel ağlar için kullanılmaktadır.
- **HiperLAN** (High Performance Radio Local Area Network) 1996 yılında ETSI (European Telecommunications Standards Institute) tarafından geliştirilmiştir.
- HiperLAN **5,2 GHz bandını kullanmaktadır ve 23,5 Mbps veri oranına sahiptir.**

15

Hücresel ağlar

- **IEEE** (International Electrical Electronics Engineers) tarafından geliştirilen **802.11 standardı** HiperLAN'dan daha popüler olmuştur.
- Günümüzdeki kablosuz yerel alan ağlarının çoğunda IEEE802.11 standardı kullanılmaktadır.
- IEEE 802.11 standardı ilk olarak ISM (Industrial, Scientific, Medical) olarak adlandırılan ve lisanssız olarak kullanılabilen **2,4 GHz bandını** kullanmıştır.
- Daha sonraki yıllarda 802.11 standardının farklı versiyonları geliştirilerek **5 GHz bandı kullanılmaya başlanmıştır.**

16

Ders konuları

- Kablosuz iletişimin gelişimi
- Mobil kablosuz iletişimin gelişimi
- Hücresel ağlar
- **Uydu iletişimi**
- Kablosuz iletişimdeki gelişmeler
- Kablosuz iletişimde kullanılan frekans bantları
- Kablosuz iletişimin temelleri
- Mobil iletişimin temelleri
- Kablosuz ev telefonları

17

Uydu iletişimi

- Uydu kullanılarak yapılan mobil haberleşmede **1998 yılında Iridium adındaki sistem geliştirilmiştir.**
- Iridium teknolojisinin kullanılmaya başlamasından sonra küçük boyutlu mobil telefonlar ile veri hizmetleri sunulmaya başlamıştır.
- **Bu uydular LEO (Low Earth Orbit) yörüngesindedir.**
- LEO yörüngesindeki Iridium ağında toplam 66 uydu bulunmaktadır.
- Bu sistem üzerinden yapılan haberleşmede **1,6 GHz bandı kullanılmaktadır.**

18

Ders konuları

- Kablosuz iletişimin gelişimi
- Mobil kablosuz iletişimin gelişimi
- Hücresel ağlar
- Uydu iletişimi
- **Kablosuz iletişimdeki gelişmeler**
- Kablosuz iletişimde kullanılan frekans bantları
- Kablosuz iletişimin temelleri
- Mobil iletişimin temelleri
- Kablosuz ev telefonları

19

Kablosuz iletişimdeki gelişmeler

- **UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) 1998 yılında** Avrupa ülkelerinde geliştirilerek kullanılmaya başlamıştır.
- **UMTS, GSM teknolojisi ile CDMA teknolojisini birleştirerek daha geniş bant genişliği sağlamaktadır ve 2GHz bandını** kullanmaktadır.
- **IEEE 802.11 standardı 1999 yılında geliştirilmiştir** ve günümüzde kablosuz yerel alan ağlarında en yaygın kullanılan teknolojileri kapsamaktadır.
- **IEEE 802.11 standardı**, fiziksel katman ile ortam erişim katmanını kablosuz erişimi sağlamak üzere değiştirerek geliştirmiştir.
- **IEEE 802.11a, b ve g standartları** günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır ve **54 Mbps'a** kadar veri iletim oranına sahiptirler.
- IEEE 802.11a standardı **5 GHz**, IEEE 802.11g standardı ise **2,4 GHz** bandını kullanmaktadır.

20

Kablosuz iletişimdeki gelişmeler

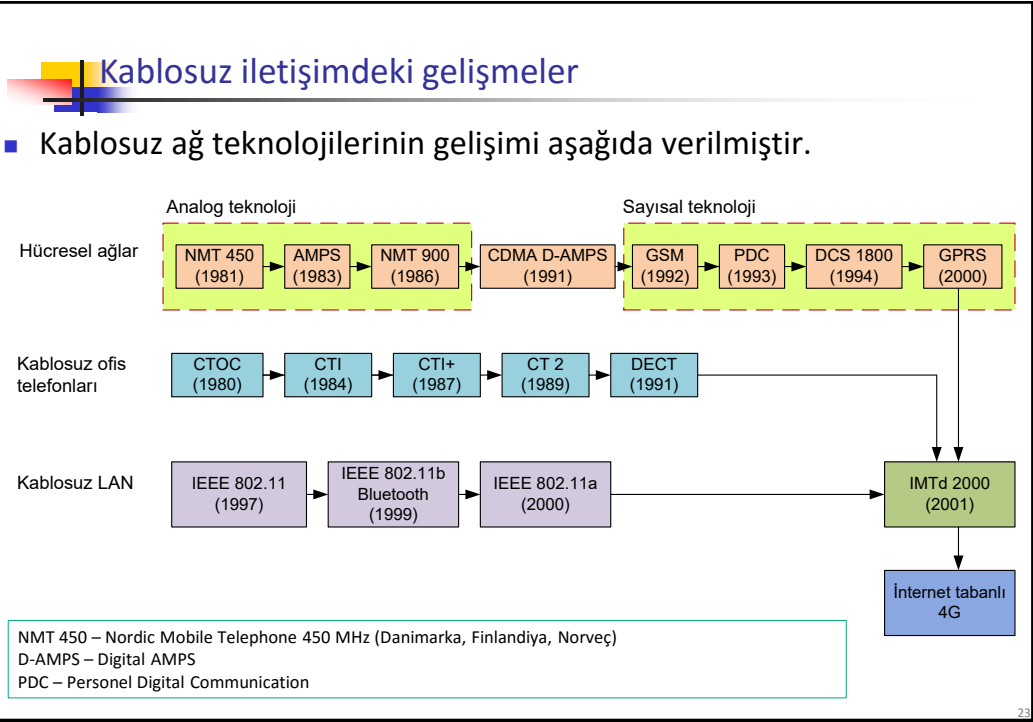
- **1998 yılında, Ericsson, Intel, IBM, Nokia ve Toshiba** firmaları tarafından **Bluetooth konsorsiyumu** kurulmuştur.
- Bu konsorsiyumun amacı radyo sinyalleri kullanılarak düşük maliyetli kablosuz ağ teknolojisi geliştirmektir.
- **SIG (Special Interest Group) adıyla bilinen çok sayıdaki firmada bu konsorsiyuma katılarak çalışmalara katkı sağlamışlardır.**
- **Bu grubun amacı Bluetooth teknolojisini kullanarak, mobil telefonlar, laptop'lar, notebook'lar, kulaklıklar gibi birbirleriyle iletişim yapabilen çok sayıda cihaz geliştirmektir.**
- Öncelikle 2001 yılında Bluetooth teknolojisine sahip ilk ürünler piyasaya sürülmüş ardından çok farklı cihazlar Bluetooth teknolojisine sahip bir şekilde geliştirilmeye başlanmıştır.

21

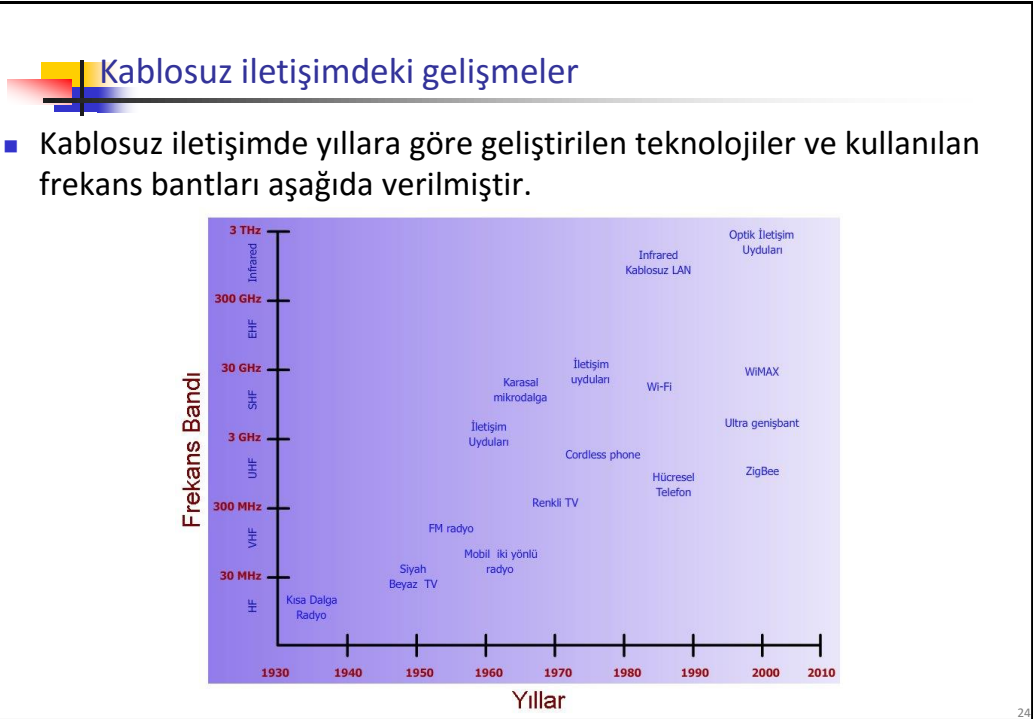
Kablosuz iletişimdeki gelişmeler

- **2000'li yıllarda** GSM için paket tabanlı iletişim yapan **HSCSD** (High-speed circuit-switched data) ve **GPRS** (General packet radio service) geliştirilmiştir.
- Mobil iletişimde **üçüncü jenerasyon Japonya'da FDMA** (Frequency Division Multiple Access) ile geliştirilmiş ancak **Avrupa ülkelerinde cdma2000** kullanılmıştır.
- Kablosuz iletişimde **4G** (Fourth generation) teknolojisi üzerindeki uygulama ve yaygınlaştırma çalışmaları devam etmektedir.
- 4G teknolojisi **daha yüksek bant genişliği, daha yüksek hızlarda hareketlilik ve daha geniş alanlarda iletişim** yapma olanağı sağlayacaktır.
- Ayrıca 4G teknolojisi ile elektronik ev aletleri gibi çok farklı cihazların kablosuz olarak İnternete bağlanması ve birbirleriyle haberleşmesi sağlanacaktır.

22



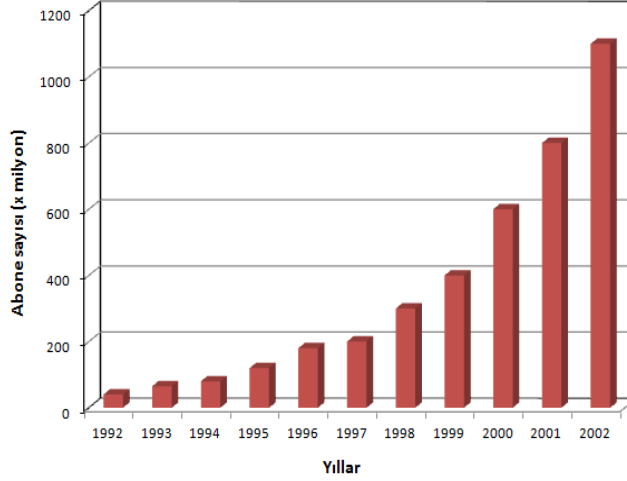
23



24

Kablosuz iletişimdeki gelişmeler

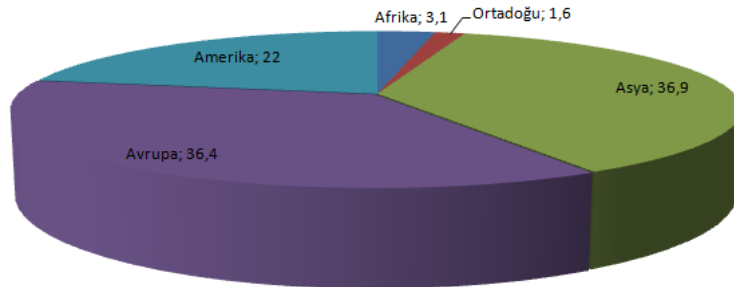
- Dünya genelinde yıllara göre cep telefonu abone sayısındaki artış aşağıda verilmiştir.



25

Kablosuz iletişimdeki gelişmeler

- Dünya genelinde bölgelere göre 2002 yılı itibari ile abone sayısı yüzdelik oranları aşağıda verilmiştir.



26

Kablosuz iletişimdeki gelişmeler

- **2008 yılı itibariyle 2 milyar kişi mobil kablosuz telefon abonesidir.**
- **Her yıl 300 milyar kısa mesaj** mobil kullanıcılar arasında gönderilmektedir.
- Dünyada 2008 yılı itibariyle cep telefonlarının en yaygın kullanıldığı ülke Hindistan'dır ve nüfusun %80'i cep telefonu kullanıcısıdır.
- Dünya genelinde çok sayıda üniversitede mobil kablosuz ağlar konusunda dersler, laboratuvarlar ve anabilim dalları açılmıştır.
- Geliştirilecek yeni teknolojilere yönelik her yıl çok sayıda yüksek lisans ve doktora tez çalışması yapılmaktadır.

27

Ders konuları

- Kablosuz iletişimin gelişimi
- Mobil kablosuz iletişimin gelişimi
- Hücresel ağlar
- Uydu iletişimi
- Kablosuz iletişimdeki gelişmeler
- **Kablosuz iletişimde kullanılan frekans bantları**
- Kablosuz iletişimin temelleri
- Mobil iletişimin temelleri
- Kablosuz ev telefonları

28

Kablosuz iletişimde kullanılan frekans bantları

- Radyo sinyallerinin iletilmesi için farklı bantlara ihtiyaç duyulmaktadır.
- **Her frekans bandının atmosferde yayılım karakteristiği farklıdır.**
- Ayrıca, her frekans bandının atmosferdeki yayılım hızlarında da farklılıklar vardır.
- **Atmosferik şartlar her frekans bandını ayrı etkilemektedir ve bozulmalar ve zayıflamalar farklı oranlarda gerçekleşmektedir.**
- Bütün bunlardan dolayı farklı uygulamalarda her frekans bandı ile farklı performans alınmaktadır.

29

Kablosuz iletişimde kullanılan frekans bantları

- Aşağıda radyo spektrumu, frekans aralığı, kullanılan iletim ortamı ve kullanıldığı uygulamalar verilmiştir.

Frekans bandı	Bant aralığı	İletim ortamı	Uygulamalar
VLF (Very Low Frequency)	3 - 30 kHz	Büklümlü çift kablo	Uzak notalarda point-to-point iletişim
LF (Low Frequency)	30 - 300 kHz	Koaksiyel kablo	Radyo
MF (Medium Frequency)	300 kHz - 3 MHz	Koaksiyel kablo	Radyo
HF (High Frequency)	3 - 30 MHz	Koaksiyel kablo	Radyo
VHF (Very High Frequency)	30 - 300 MHz	Koaksiyel kablo ve hava	Televizyon
UHF (Ultra High Frequency)	300 MHz - 3 GHz	Hava	Televizyon
SHF (Super High Frequency)	3 - 30 GHz	Hava	Uydu
Infrared	300 GHz - 300 THz	Optik iletim	Kablosuz ağlar
Ultraviyole	300 THz'den büyük	Optik iletim	Kablosuz ağlar

30

Ders konuları

- Kablosuz iletişimin gelişimi
- Mobil kablosuz iletişimin gelişimi
- Hücresel ağlar
- Uydu iletişimi
- Kablosuz iletişimdeki gelişmeler
- Kablosuz iletişimde kullanılan frekans bantları
- **Kablosuz iletişimin temelleri**
- Mobil iletişimin temelleri
- Kablosuz ev telefonları

31

Kablosuz iletişimin temelleri

- **1940'lı yıllarda tüm çağrılar için 35 MHz ile 45 MHz bandında** bir taşıyıcı frekans atanmakta ve mobil birim ve baz istasyonu aynı frekansı kullanmaktaydı.
- Mobil kullanıcı **bas konuş (push-to-talk) yöntemiyle iletişim yapmaktaydı.**
- **1964 yılında çok sayıda taşıyıcı frekans kullanan mobil telefon sistemi geliştirilmiş** ve kullanılmaya başlanmıştır.
- Her kullanıcı görüşmek istediği kullanıcının numarasını kullanarak çağrı başlatabilmekteydi.

32

Kablosuz iletişimin temelleri

- Günümüz mobil iletişimde 3 temel bileşen vardır. Bunlar;
 - **Mobil birim**
 - **Hizmet sağlayıcı**
 - **Baz istasyonu**
- **Mobil birim**, kullanıcının doğrudan etkileşim içerisinde olduğu kısmı ifade eder. Aşağıdaki özelliklere sahiptir:
 - Genellikle küçük boyutlardadır.
 - Kullanıcı tarafından yanında taşınabilir ağırlıktadır.
 - Kendi bataryasına sahiptir.
 - Belirli bir hızda hareket halindeyken iletişim yapma kapasitesine sahiptir.
 - Diğer sabit cihazlara göre daha küçük boyutlarda ekrana sahiptir.

33

Kablosuz iletişimin temelleri

- **Hizmet sağlayıcı**, kullanıcıların ağa bağlantılarını sağlamak için gerekli hizmetleri sunar. Aşağıdaki özelliklere sahiptir:
 - Mobil kablosuz sistemin kullanılabilmesi için gerekli kimliklendirmeyi sağlar (telefon numarası).
 - Mobil kullanıcıların iletişiminin sürekliliğini sağlar.
 - Abonelerin ücretlendirilmesine yönelik işlemleri gerçekleştirir.
- **Baz istasyonu**, kullanıcıların ağa erişebilmeleri için gerekli kanalı oluşturur. Aşağıdaki özelliklere sahiptir:
 - Sabit bir noktada olup yüksek güçteki alıcı ve verici antenlere sahiptir.
 - Ağa dahil edilecek bölgeye yerleştirilirler.
 - Atmosferik ve coğrafik özelliklere bağlı olarak bir kapsama alanı oluştururlar ve kapsama alanı içerisindeki tüm cihazların iletişimini sağlarlar.

34

Ders konuları

- Kablosuz iletişimin gelişimi
- Mobil kablosuz iletişimin gelişimi
- Hücresel ağlar
- Uydu iletişimi
- Kablosuz iletişimdeki gelişmeler
- Kablosuz iletişimde kullanılan frekans bantları
- Kablosuz iletişimin temelleri
- **Mobil iletişimin temelleri**
- Kablosuz ev telefonları

35

Mobil iletişimin temelleri

- 1873 yılında J. C. **Maxwell tarafından mobil iletişim alanındaki ilk teorik ve pratik çalışmalar** yapılmıştır.
- **Marconi tarafından bu alandaki ilk uygulamalar geliştirilmiş** ve başarılı bir şekilde test edilmiştir.
- **İlk yıllarda morse sinyalleri** kullanılarak yapılan kablosuz iletişim, 1906 yılında **R. Fesseden tarafından ilk defa ses sinyalinin iletilmesiyle** önemli bir aşama kaydetmiştir.
- 20. yüzyılın ilk yarısında en başarılı uygulama radyo yayınlarıydı.
- **Radyo yayınları tek yönlü iletme (simplex transmission) sahiptir.**

36

Mobil iletişimin temelleri

- **Her iki kullanıcının da birbiriyle iletişim yapabildiği iletişime iki yönlü iletim (duplex transmission) denilmektedir.**
- Bu iletişim türünde kullanıcılar eşzamanlı iletişim yapamazlar aynı anda sadece birisi iletim yapabilir.
- **Günümüzde kullanmakta olduğumuz telefon ile kullanıcılar eşzamanlı iletişim yapabilmektedir. Buna tam iki yönlü iletim (full duplex transmission) denilmektedir.**
- Tam iki yönlü iletişim türünde her iki kullanıcı da aynı anda hem gönderici hem de alıcı olabilmektedir ve farklı bantlar kullanılarak eşzamanlı iletişim yapılabilmektedir.

37

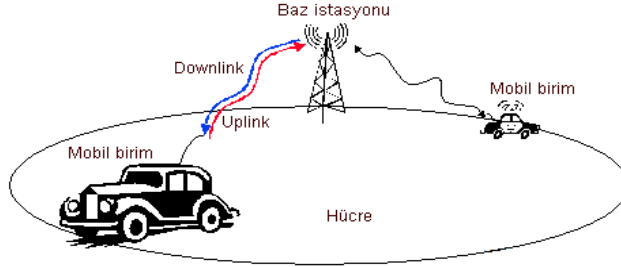
Mobil iletişimin temelleri

- **İlk kablosuz araç telefonu 1940 yılında ABD’de geliştirilmiştir.**
- Geliştirilen bu kablosuz araç telefonuyla tam iki yönlü iletim yapılmaktaydı ve aracın arka kısmının tamamını kaplayacak büyüklükteydi.
- **1950’li yıllarda çok sayıda kablosuz araç telefonu kullanılmaya başlamıştır.**
- Bu sistemlerin **en büyük dezavantajı tek baz istasyonuna bağlı çalışıyor olmasıdır.** Cihazlardan birisi başka bir kapsama alanına geçtiğinde iletişim kesilmekteydi.
- Bu tür sistemlere **tek hücreli sistem (single cell system) denilmektedir.**

38

Mobil iletişimin temelleri

- Tek hücreli sistem aşağıda görülmektedir.

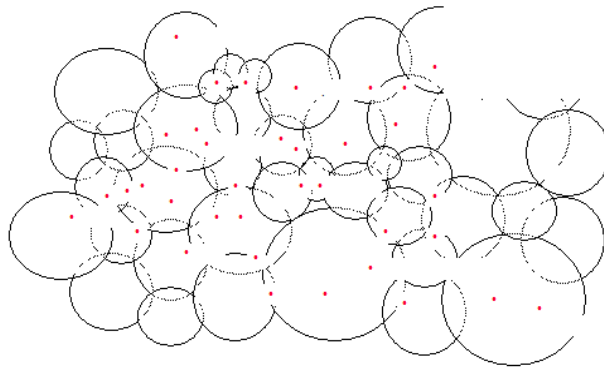


- Tek hücreli sistemlerde iletişim kapsama alanı ile sınırlıdır ve hücreler arasında geçiş yapıldığında iletişim kesilmektedir.

39

Mobil iletişimin temelleri

- Bir kısmı üst üste çakışacak şekilde çok sayıda hücre oluşturularak bir coğrafik bölgenin tamamı kablosuz iletişime dahil edilebilmektedir.
- **Bu tür sistemler hücresel sistemler (cellular systems) olarak adlandırılmaktadır.** Aşağıda hücresel sistem örneği görülmektedir.



40

Mobil iletişimin temelleri

- **Mobil iletişimde, kullanıcı hareket halindeyken de iletişim yapabilmektedir.** Hareket halindeyken aynı hücre içerisinde kaldığı sürece aynı baz istasyonu üzerinden iletişim yürütülebilmektedir.
- **Başka bir baz istasyonunun kapsama alanına geçildiğinde iletişimin yeni baz istasyonuna aktarılması gerekmektedir.**
- Bunun için yeni baz istasyonundan kanal tahsis yapılması ve önceki baz istasyonunun kapsama alanındaki diğer mobil cihazla iletişimin kesintisiz bir şekilde sürdürülmesi gerekmektedir.
- **Bir kullanıcının başka bir hücreye geçmesine handoff (handover) denilmektedir.**
- Kullanıcıya yeni baz istasyonundan kaynak tahsis edilerek **iletişimin kesintisiz devam ettirilmesine ise handoff (handover, mobility) management** denilmektedir.

41

Mobil iletişimin temelleri

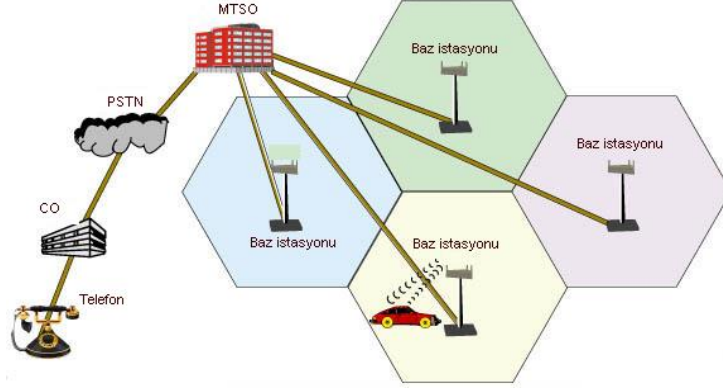
- Aşağıda handoff durumu görülmektedir.



42

Mobil iletişimin temelleri

- Aşağıda temel bir hüresel sistemin bileşenleri görülmektedir.



- Şekilde mobil istasyon, baz istasyonu, **MTSO (Mobile Telephone Switching Office)**, **PSTN (Public Switched Telephone Network)** ve **CO (Central Office)** görülmektedir.

43

Mobil iletişimin temelleri

- PSTN, sabit telefon ağını göstermektedir.
- MTSO, birimi kendisine bağlı olan bölgedeki hücrelerin içindeki tüm çağrılarını yönlendirilmesini gerçekleştirmektedir.
- CO, abonelerin ücretlendirilmesi gibi yönetimsel işlemleri gerçekleştirmektedir.

44

Ders konuları

- Kablosuz iletişimin gelişimi
- Mobil kablosuz iletişimin gelişimi
- Hücresel ağlar
- Uydu iletişimi
- Kablosuz iletişimdeki gelişmeler
- Kablosuz iletişimde kullanılan frekans bantları
- Kablosuz iletişimin temelleri
- Mobil iletişimin temelleri
- **Kablosuz ev telefonları**

45

Kablosuz ev telefonları

- **Kablosuz ev telefonları, ahize ile telefon cihazı arasında kablo ile yapılan iletişimi kablosuz bir şekilde gerçekleştirmektedir.**
- Kablosuz ev telefonlarına yönelik çalışmalar **1980'li yıllarda** yapılmıştır.
- Kablosuz ev telefonlarında ahize ile telefon cihazı arasındaki **iletişim tam iki yönlü yapılmaktadır.**
- Telefon cihazı PSTN ile bağlantıya sahiptir ve diğer kullanıcı sabit bir telefon olabileceği gibi mobil bir kullanıcı da olabilmektedir.
- Şebeke ile güç bağlantısı sağlanan ve **1,7 MHz bandında iletişim yapan kablosuz ev telefonlarının ilk versiyonları genlik modülasyonu (amplitude modulation - AM) kullanmaktaydı.**
- Daha sonra **frekans modülasyonu (frequency modulation - FM) kullanılmaya başlanmıştır.**

46

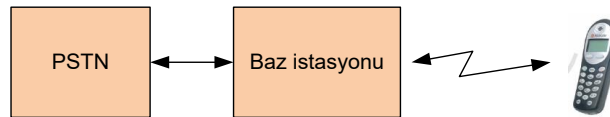
Kablosuz ev telefonları

- FCC (Federal Communications Commission) tarafından **1984 yılında kablosuz ev telefonları için 46 MHz – 49 MHz bandını** tahsis etmiştir.
- 1990 yılında ise FCC tarafından **902 MHz – 928 MHz bandının kullanılmasının sinyalin gürültüye oranı (signal to noise ratio - SNR) açısından daha uygun olduğuna karar verilmiştir.**
- **1998 yılında** ise FCC tarafından kablosuz ev telefonları için **2,4 GHz bandının kullanılmasına karar verilmiştir.**
- 2,4 GHz bandındaki yoğunluktan dolayı **günümüzde** kablosuz ev telefonları **5,8 GHz bandını kullanmaktadırlar.**

47

Kablosuz ev telefonları

- Aşağıda temel bir kablosuz ev telefonu blok şeması görülmektedir.

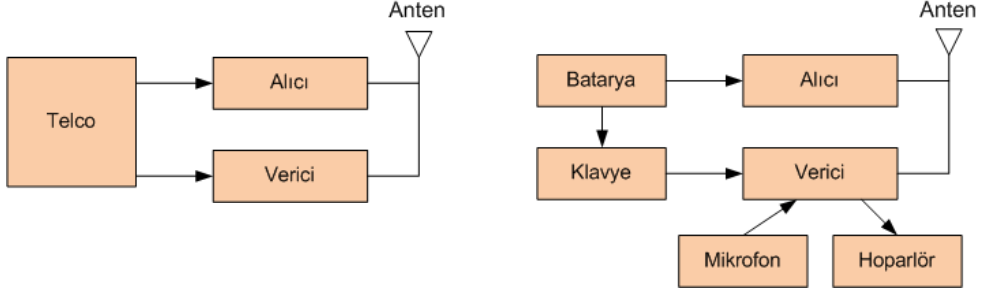


- Baz istasyonu ile ahize arasında tam iki yönlü iletişim kablosuz yapılmaktadır.
- Telefon cihazı ile PSTN bağlantısı kablo ile yapılmaktadır.

48

Kablosuz ev telefonları

- Aşağıda soldaki şekilde baz istasyonu ve sağdaki şekilde ahize kısmının blok şemaları detaylı bir şekilde verilmiştir.



- Şekilde görüldüğü gibi hem ahize kısmı hem de baz istasyonu kısmı kablosuz iletişim için alıcı ve verici bileşenlerine sahiptir.
- Telefonun enerji ihtiyacı şebekeden sağlanmaktadır ancak ahizenin güç ihtiyacının batarya ile sağlanması gerekmektedir.

49

Ödev

- Mobil kablosuz iletişimde kablolu iletişime göre iletim ortamından kaynaklanan farklılıkları araştırınız. Gürültüden etkilenme oranı, veri oranı, bant genişliği ve kanal kapasitesi açısından karşılaştırınız.

50