

Mobil ve Kablosuz Ağlar (Mobile and Wireless Networks)

Hazırlayan: M. Ali Akcayol
Gazi Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Ders konuları

- Wi-Fi ve IEEE 802.11
- Mimari
- CSMA/CA
- MAC Katmanı
- Çerçeve Formatı
- Adresleme
- IEEE 802.11 Fiziksel Katman

Wi-Fi ve IEEE 802.11

- IEEE tarafından veri bağı katmanı ile fiziksel katmanı içeren IEEE 802.11 kablosuz LAN özellikleri tanımlanmıştır.
- Literatürde kablosuz Ethernet olarak ta adlandırılır.
- Ayrıca başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere çoğu ülkede kısaca WiFi olarak ifade edilmektedir.
- Wi-Fi alliance 300'den fazla şirketten oluşan bir topluluktur ve kablosuz LAN'lar için sertifikalandırma yapmaktadır.

3

Ders konuları

- Wi-Fi ve IEEE 802.11
- Mimari
- CSMA/CA
- MAC Katmanı
- Çerçeve Formatı
- Adresleme
- IEEE 802.11 Fiziksel Katman

4

Mimari

- IEEE 802.11 standardı iki tür hizmeti tanımlamaktadır. Bunlar, Basic Service Set (BSS) ve Extended Service Set (ESS) hizmetleridir.

BSS

- IEEE 802.11 kablosuz LAN blokları oluşturmak için BSS tanımlar.
- Bir BSS oluşturmak için sabit veya mobil kullanıcılar ve altyapılı kablosuz LAN'lar için bir de erişim noktası gereklidir.
- Altyapısız LAN'larda erişim noktası kullanılmamaktadır.
- Erişim noktası olmayan kablosuz LAN'lar ad hoc ağlar olarak adlandırılır.

Mimari

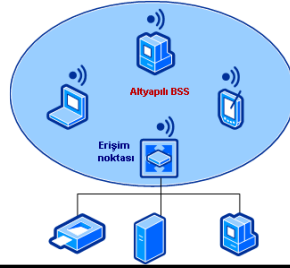
- Şekilde ad hoc kablosuz LAN görülmektedir.



- Ad hoc kablosuz LAN'larda oluşturulan BSS hizmet mimarisinde, mobil cihazlar doğrudan birbirlerine veri gönderemeyebilirler.
- Komşu olmayan mobil cihazlar arasında veri iletişimi için aradaki diğer mobil cihazların yönlendirme yapmasına ihtiyaç bulunmaktadır.
- BSS içerisindeki tüm cihazlar hareketli olabildiğinden dolayı komşuluk ilişkileri de sürekli olarak değişmektedir.
- Bu yüzden periyodik aralıklarla sürekli olarak birbirlerine yeni durumlarına ilişkin bilgilendirme mesajları gönderirler.

Mimari

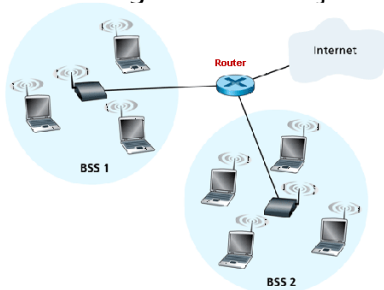
- Altyapılı kablosuz LAN'lar infrastructure BSS'ler ile oluşturulur.
- Infrastructure BSS'ler bir erişim noktası üzerinden birbirleriyle iletişim yapabilen mobil cihazlardan oluşur.
- Bu mobil cihazlar birbirleriyle doğrudan iletişim yapamazlar.
- Bu yüzden iletişim yapacak olan mobil cihazların erişim noktasının kapsama alanı içerisinde yer alması gereklidir.
- Şekilde altyapılı BSS görülmektedir.



Mimari

ESS

- Bir ESS oluşturmak için birden fazla BSS gereklidir.
- Bu BSS'ler birbirlerine erişim noktası üzerinden bağlanabildikleri gibi bir anahtar kullanılarak da bağlanabilirler. Şekilde bir ESS yapısı görülmektedir.



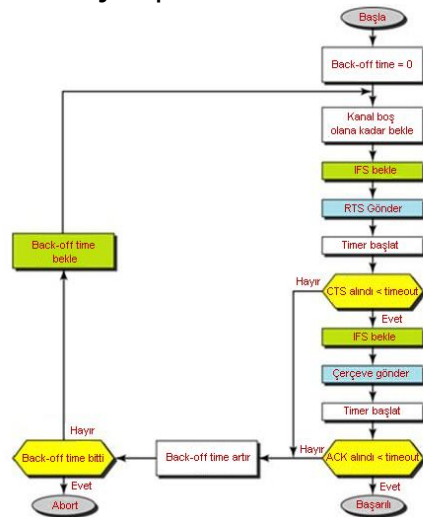
- IEEE 802.11 standardı, cihazların buldukları BSS içerisinde hareketli olmalarını, buldukları ESS içerisinde hareketli olmalarını veya farklı ESS'ler arasında hareketli olmalarını tanımlamaktadır.

Ders konuları

- Wi-Fi ve IEEE 802.11
- Mimari
- CSMA/CA
- MAC Katmanı
- Çerçeve Formatı
- Adresleme
- IEEE 802.11 Fiziksel Katman

CSMA/CA

- Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA) kablosuz ağlar için geliştirilmiş bir ortam erişim protokolüdür.
- Ortama erişimde çakışmadan kaçınmak için, interframe space (IFS), contention window ve acknowledgement (ACK) kullanılmaktadır.
- Şekilde CSMA/CA erişim protokolünün akış şeması verilmiştir.



IFS

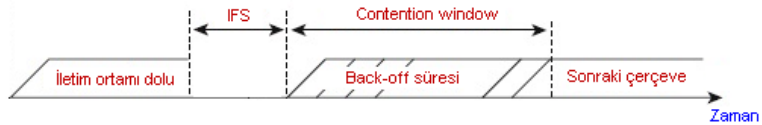
- İletim ortamı dolu değilken yani bekler durumdayken de veri gönderimi hemen başlamaz. Veri göndermek isteyen cihaz IFS olarak adlandırılan bir süre kadar bekler. Bunun nedeni iletim ortamı şu anda boş olsa da uzaktaki bir cihazın veri göndermiş olabileceğinin düşünülmesidir. IFS süresi kadar bekledikten sonra veri gönderir.

Contention window(CW)

- CW slotlar halinde ifade edilen bir pencereden oluşmaktadır. Bir cihaz veri göndermek istediğinde rastgele seçtiği sayıya eşit slot sayısına kadar bekler. Her slot bitiminde ortamı tekrar dinler ve meşgul ise devam etmeden tekrar ortamın boş olduğunun algılanması için IFS süresi kadar bekler. CW bitmeden ortamı her dolu algıladığında tekrar oluşturulacak CW window boyutu üssel olarak artar.

11

- Şekilde IFS ve contention window görülmektedir.



- Şekilde görüldüğü gibi IFS süresi kadar bekledikten sonra her slot sonunda tekrar iletim ortamının algılanmasını sağlayan contention window süresi kadar beklenmektedir.
- Her slot sonunda tekrar ortama bakılmakta ve meşgul olarak algılanırsa devam edilmeden tekrar IFS süresi kadar beklemeye geçilmektedir.
- IFS süresi ile contention window içerisindeki slot sayısı veri gönderecek cihazın önceliğine göre değişebilmektedir.

12

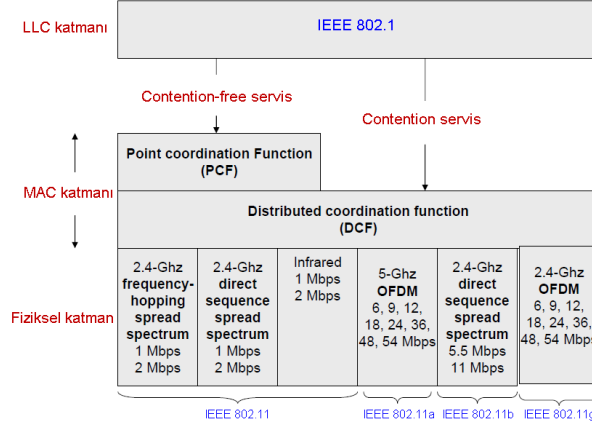
Acknowledgement (ACK)

- Tüm ön incelemelere rağmen yine de gönderilecek veride çakışma olma olasılığı bulunmaktadır.
- Alıcı tarafından gönderilen pozitif ACK veya timeout süresi ile verinin doğru bir şekilde alıcıya ulaştığı garanti edilir.

- Wi-Fi ve IEEE 802.11
- Mimari
- CSMA/CA
- **MAC Katmanı**
- Çerçeve Formatı
- Adresleme
- IEEE 802.11 Fiziksel Katman

MAC Katmanı

- IEEE 802.11 standardı distribution coordination function (DCF) ve point coordination function (PCF) olmak üzere iki alt katman tanımlar.
- Şekilde MAC alt katmanları, fiziksel katman ve LLC (Logical Link Control) altkatmanı arasındaki ilişki görülmektedir.



15

MAC Katmanı

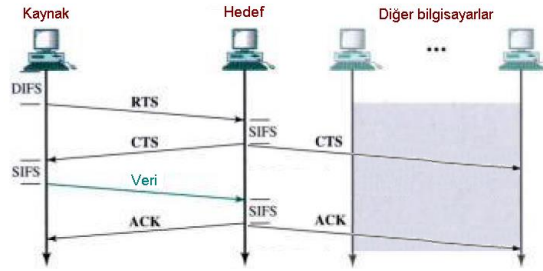
- Şekilde görüldüğü gibi IEEE 802.11 veri bağı katmanını tanımlamaktadır.
- Veri bağı katmanında iki alt katman tanımlamaktadır. Bunlar LLC ve MAC alt katmanlarıdır.
- MAC alt katmanında ise iki tane alt katman tanımlanmıştır. Bunlar;
 - Point Coordination Function (PCF)
 - Distributed Coordination Function (DCF)
- olarak adlandırılmaktadır.
- MAC alt katmanında seçilen katmana göre contention-free service ve contention service olarak iki tür hizmet sağlanmaktadır.

16

MAC Katmanı

DCF

- IEEE tarafından MAC alt katmanında tanımlanan iki protokolden birisi DCF olarak adlandırılmaktadır.
- DCF protokolü kablosuz iletim ortamına erişim için CSMA/CA metodunu kullanmaktadır.
- Şekilde veri ve kontrol çerçevelerinin aktarım sırası verilmiştir.



17

MAC Katmanı

- Veri gönderimine başlamadan önce gönderici cihaz tarafından iletim ortamı dinlenir ve herhangi bir veri gönderimi yapıp yapılmadığı algılanmaya çalışılır.
- İletim ortamı boş bulununcaya kadar üssel bir şekilde artan sürelerde beklenir.
- İletim ortamını boş bulan cihaz DIFS (Distributed Interframe Space) süresi kadar bekler.
- Bu sürenin sonunda RTS (Request to Send) kontrol çerçevesini gönderir.
- RTS kontrol çerçevesini alan alıcı cihaz SIFS (Short Interframe Space) süresi kadar bekler CTS (Clear to Send) çerçevesini gönderir.
- Bu kontrol çerçevesi göndericiye veri alabileceğini ve kendisinin veri almaya hazır olduğunu bildirmesidir.

18

MAC Katmanı

- Gönderici cihaz SIFS süresi kadar bekledikten sonra veriyi gönderir. Veri alındıktan sonra SIFS süresi kadar bekler sonra ACK bilgisi göndericiye iletilir.

Network Allocation Vector (NAV)

- Bir cihaz tarafından veri gönderilirken diğer cihazların iletim ortamının meşgul olduğunu bilmesi ve ne kadar süre sonra boş kalacaksa ona göre veri gönderimlerini ertelemeleri gerekmektedir.
- Veri göndermek için bir cihaz tarafından RTS kontrol çerçevesi gönderildiğinde hattı ne kadar süre meşgul edeceği bilgisini gönderir. İletim ortamını paylaşan diğer cihazların tümü kendileri için RTS paketi içerisinde gelen süre kadar bekleme süreleri oluştururlar.
- Veri göndermek isteseler bile bu süre dolana kadar bekleyip ondan sonra RTS kontrol çerçevesi gönderirler.

19

MAC Katmanı

Handshake

- Veri göndermek isteyen cihazın RTS kontrol çerçevesi göndermesi ve alıcının ise CTS kontrol çerçevesi ile veri almaya hazır olduğunu bildirmesine anlaşma (handshake) denilmektedir.
- Birden fazla cihaz RTS çerçevesi gönderdiğinde çakışma ortaya çıkar.
- Bu durumda gönderici cihaz beklediği CTS çerçevesini alamayacak ve tekrar belirleyeceği süre (backoff time) kadar beklemeye başlayacaktır.

20

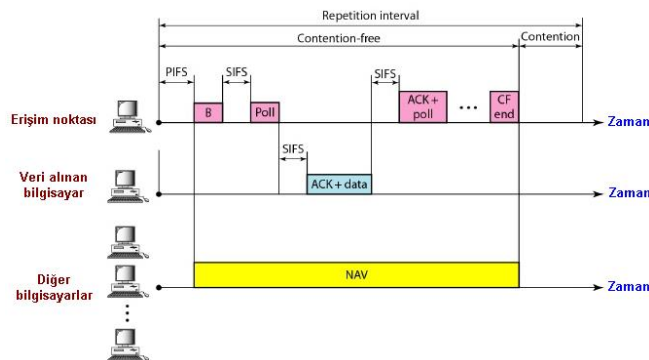
PCF

- Point coordination function (PCF) altyapılı kablosuz ağlar için geliştirilmiştir.
- Genellikle zaman hassasiyeti olan iletişimlerde kullanılmaktadır. PCF merkezi çalışır ve içerikten bağımsız kontrollü ortam erişim yöntemidir.
- Erişim noktası tarafından tüm cihazlar sırasıyla taranır ve veri göndermek isteyenlerden verileri toplanır.
- PCF'nin DCF'ye göre daha öncelikli olması için bekleme süreleri farklı alınmaktadır.
- PIFS (PCF IFS) süresi DIFS (DCF IFS) süresinden daha kısadır.
- Erişim noktası PCF değerini kullanırken cihazlar DCF değerini kullanır ve erişim noktası böylelikle daha kısa sürede veri göndermeye başlayacağından dolayı önceliğe sahiptir.

21

PCF-devam

- PCF'nin sürekli DCF'den öncelikli olmasından dolayı, erişim noktasının ağdaki cihazların veri gönderimini engellemesini önlemek için repetition interval denilen bir aralık oluşturulur.
- Şekilde repetition aralığı görülmektedir.



22

MAC Katmanı

- Şekilde, B beacon çerçevesi olarak adlandırılır.
- PIFS (PCF IFS) süresi, DIFS (DCF IFS) ve SIFS (Short IFS) süresidir.
- Repetition aralığı, beacon çerçevesi ile başlar.
- Bu çerçeveyi alan cihazların tamamı repetition aralığı kadar beklemeye geçer.
- Bu süre içerisinde erişim noktası sürekli cihazlara kontrol çerçevesi gönderir ve veri göndermek isteyenlerden veri alır.
- Karşılıklı ACK çerçeveleri gönderilir veya erişim noktası veri gönderirken aynı çerçeve içerisinde ACK bilgisi de gönderebilir.

23

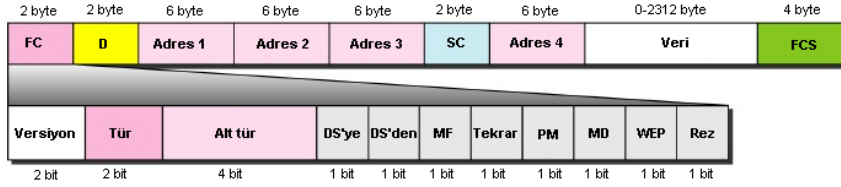
Ders konuları

- Wi-Fi ve IEEE 802.11
- Mimari
- CSMA/CA
- MAC Katmanı
- Çerçeve Formatı
- Adresleme
- IEEE 802.11 Fiziksel Katman

24

Çerçeve Formatı

- MAC katmanı çerçeve yapısı adres ve kontrol bilgilerinin yanısıra bekleme sürelerine yönelik bilgileri de içermektedir.
- Şekilde MAC katmanı çerçeve formatı görülmektedir.



FC (Frame Control)

- Frame control alanı çerçeve türünü ve kontrol bilgilerini bulundurur. Bunlar aşağıda sıralanmıştır.

25

Çerçeve Formatı

Versiyon

- Protokolün versiyon bilgisini tutar şu andaki değeri 0 olarak atanır.

Tür

- İçerdiği bilginin türünü belirler. 00: yönetim, 01: kontrol ve 10: veri olduğunu göstermektedir.

Alt tür

- Her tür için verilecek alt türe ait bilgiyi saklar. Bunlar, 1011: RTS, 1100: CTS ve 1101: ACK türlerini göstermektedir.

DS'ye ve DS'den

- Hedef ile kaynak arasındaki adresleme yöntemi için kullanılan alanlardır.

26

MF (More Fragmentation)

- Değeri 1 ise verinin daha fazla çerçeve içerdiğini, 0 ise sonlandırma çerçevesi olduğunu gösterir.

Tekrar (Retry)

- Eğer değeri 1 ise retransmit edilen (tekrar gönderilen) bir çerçeve olduğunu, 0 ise ilk defa gönderilen çerçeve olduğunu gösterir.

PM (Power Management)

- Eğer değeri 1 ise cihazın enerji tasarrufu yönetimi modunda olduğunu, 0 ise enerji tasarrufu yönetimi modunda olmadığını göstermektedir.

MD (More Data)

- Eğer değeri 1 ise cihazın veri göndermeye devam edeceğini, 0 ise veri göndermeyi tamamladığını göstermektedir.

27

WEP (Wired Equivalent Privacy)

- Şifreleme kullanılıp kullanılmayacağını gösterir.

Rez

- Daha sonraki kullanımlar için ayrıldığını göstermektedir.

D

- Bu alan, veri gönderme süresinin ne kadar olacağı dolayısıyla diğer cihazların ne kadar süre beklemede kalacağını belirtmek için kullanılır.

Adres 1 / 2 / 3 / 4

- Toplam 4 tane adres alanı vardır. Bunların her birisi 6 byte uzunluğa sahiptir.

SC

- Sequence control alanı çerçevelerinin sıralanması amacıyla kullanılan 16 bit alandır. İlk 4 bit parça numarasını, kalan 12 bit ise sıra numarasını gösterir.

28

Çerçeve Formatı

Veri

- Gönderilecek veriyi gösteren alandır. Toplam uzunluğu en fazla 2312 byte olabilmektedir.

FCS

- Gönderilecek verinin hata denetimi için kullanılan alandır.
- MAC katmanında yapılan iletişimde farklı çerçeveler kullanılmaktadır.
- Şekilde RTS, CTS ve ACK kontrol çerçeveleri görülmektedir.



- Tüm kontrol çerçevelerinde hata denetimi için FCS (Frame Check Sequence) kullanılmaktadır.

29

Ders konuları

- Wi-Fi ve IEEE 802.11
- Mimari
- CSMA/CA
- MAC Katmanı
- Çerçeve Formatı
- Adresleme
- IEEE 802.11 Fiziksel Katman

30

Adresleme

- Adresleme yöntemi 4 farklı adreslemeyi kullanabilmektedir.
- Bunların seçiminde çerçeve içerisindeki *DS'ye* ve *DS'den* alanları kullanılmaktadır.
- Bu iki alanın aldığı değerlere göre 4 adres alanının ifade ettiği bilgi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Alt tür	Anlamı
1011	Request to send (RTS)
1100	Clear to send (CTS)
1101	Acknowledgment (ACK)

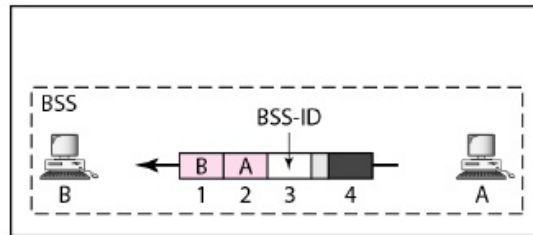
- Tabloda görüldüğü gibi 4 farklı senaryo ortaya çıkabilmektedir.
- Bunların seçiminde *DS'ye* ve *DS'den* alanlarının bit değerleri göz önüne alınmaktadır.

31

Adresleme

DS'ye: 0 ve DS'den: 0

- Bu durumda çerçeve dağıtık bir sistem içerisinde gönderilmemektedir.
- Gönderici cihaz ile alıcı cihaz aynı BSS içerisinde.
- Gönderilen çerçeve ESS içerisinde gönderilmemektedir.
- Şekilde aynı BSS içerisinde gönderilen çerçevenin görünümü verilmiştir.

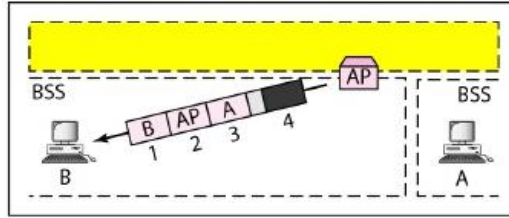


32

Adresleme

DS'ye: 0 ve DS'den: 1

- Bu durumda çerçeve dağıtık bir sistem içerisinde iletilmektedir.
- Çerçeve bir erişim noktasından bir alıcı cihaza iletilmektedir.
- Şekilde bir erişim noktasından aynı BSS içerisindeki cihaza gönderilen çerçevenin görünümü verilmiştir.

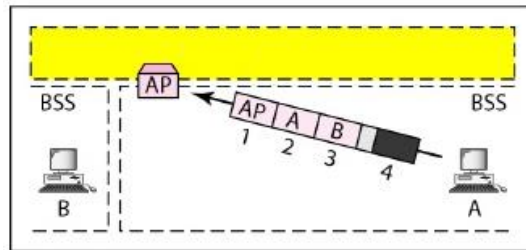


33

Adresleme

DS'ye: 1 ve DS'den: 0

- Bu durumda çerçeve dağıtık bir sistem içerisinde iletilmektedir.
- Çerçeve bir cihazdan aynı BSS içerisindeki erişim noktasına iletilmektedir.
- Şekilde bir cihazdan aynı BSS içerisindeki erişim noktasına gönderilen çerçevenin görünümü verilmiştir.

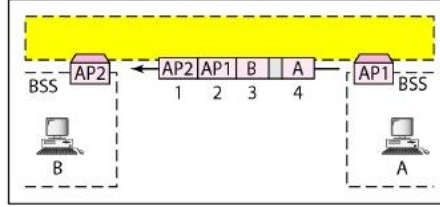


34

Adresleme

DS'ye: 1 ve DS'den: 1

- Bu durumda çerçeve dağıtık bir sistem içerisinde iletilmektedir.
- Çerçeve bir erişim noktasından farklı bir BSS'e ait başka bir erişim noktasına iletilmektedir.
- Şekilde bir erişim noktasından farklı bir BSS'e ait erişim noktasına gönderilen çerçevenin görünümü verilmiştir.



- Bu durumda kaynak ve hedef cihazların yanısıra iki erişim noktasının da adresleri gerekeceğinden dolayı çerçeve içerisinde toplam 4 farklı adres bulunmaktadır.

35

Ders konuları

- Wi-Fi ve IEEE 802.11
- Mimari
- CSMA/CA
- MAC Katmanı
- Çerçeve Formatı
- Adresleme
- IEEE 802.11 Fiziksel Katman

36

IEEE 802.11 Fiziksel Katman

- IEEE 802.11 fiziksel katmanında, infrared bandının dışında ISM (Industrial, Scientific, Medical) bandı kullanılmaktadır.
- ISM bandı, 902-928 MHz, 2,4-4,8 GHz ve 5,7-5,8 GHz bandlarını içermektedir.
- IEEE 802.11 fiziksel katmanında FHSS, DSSS, OFDM, spektrum yayma yöntemlerinin yanısıra, FSK, PSK, PPM, QAM gibi modülasyon yöntemleri kullanılmaktadır.
- Veri iletim oranı ise 1 Mbps ile 600 Mbps arasında değişmektedir.

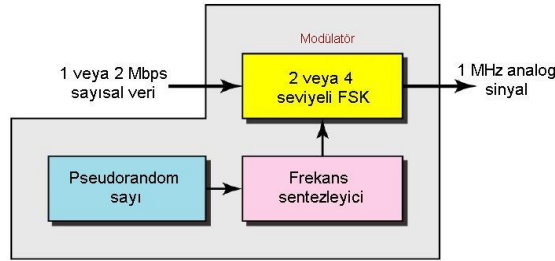
IEEE 802.11 FHSS

- IEEE 802.11 spektrum yayma yöntemi olarak FHSS kullanır.
- FHSS atlama yapacağı kanallar için 2,4-4,8 GHz bandını kullanır.
- Bu bandın tamamı 79 kanala bölünür ve her birisi 1 MHz bant genişliğine sahiptir.

37

IEEE 802.11 Fiziksel Katman

- Şekilde IEEE 802.11 FHSS görülmektedir.



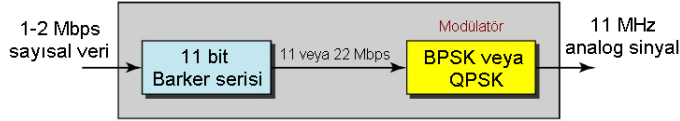
- Pseudorandom sayı üretici kanallarda atlama sırasını belirlemektedir.
- Modülasyon yöntemi olarak 2 seviyeli FSK veya 4 seviyeli FSK kullanılmaktadır.
- Bant genişliği ise 1-2 Mbps aralığındadır.

38

IEEE 802.11 Fiziksel Katman

IEEE 802.11 DSSS

- IEEE 802.11 spektrum yayma yöntemi olarak DSSS yöntemini kullanır.
- DSSS yöntemiyle 2,4-4,8 GHz bandı kullanılır.
- Modülasyon yöntemi olarak 2 seviyeli BPSK veya 4 seviyeli QPSK kullanılmaktadır.
- Bant genişliği ise 1-2 Mbps aralığındadır.
- Şekilde IEEE 802.11 DSSS görülmektedir.

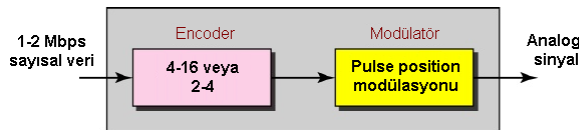


39

IEEE 802.11 Fiziksel Katman

IEEE 802.11 Infrared

- IEEE 802.11 infrared bandını kullanmaktadır. Kullandığı dalga boyu 800-950 nm aralığındadır.
- Modülasyon yöntemi olarak PPM (Pulse Position Modulation) kullanılmaktadır.
- PPM ile modülasyon yapılırken alınan örnek değerın genliğine göre oluşturulan pulse'in bulunduğu nokta değiştirilmektedir.
- Şekilde IEEE 802.11 infrared görülmektedir.



40

IEEE 802.11 Fiziksel Katman

IEEE 802.11a OFDM

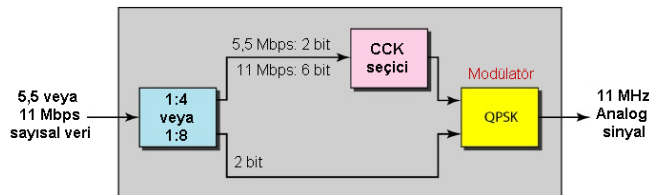
- IEEE 802.11a, OFDM ile 5,8-5,9 GHz ISM bandını kullanılmaktadır.
- OFDM yöntemi FDM yöntemine benzer şekildedir.
- Bandın tamamı 52 kanala ayrılır ve bunların 48 tanesi 48 biti eş zamanlı bir şekilde iletmek için kullanılır.
- Diğer 4 kanal ise kontrol amaçlı bitleri göndermek için kullanılır.
- Modülasyon yöntemi olarak PSK veya QAM kullanılmaktadır.
- Veri iletim oranı ise PSK için 18 Mbps, QAM için 54 Mbps olarak elde edilmektedir.

41

IEEE 802.11 Fiziksel Katman

IEEE 802.11b DSSS

- IEEE 802.11b DSSS ile 2,4-4,8 GHz ISM bandı kullanılmaktadır.
- Kodlama yöntemi olarak CCK (Complementary Code Keying) kullanılmaktadır.
- Veri iletim oranı ise 5,5-11 Mbps olarak elde edilmektedir.
- Şekilde IEEE 802.11b görülmektedir.



42

IEEE 802.11 Fiziksel Katman

IEEE 802.11g

- IEEE 802.11g OFDM ile 2,4-4,8 GHz ISM bandı kullanılmaktadır.
- En önemli özelliği FEC (Forward Error Correction) yapmasıdır.
- Alıcı aldığı verideki hataları retransmit ile değil yerinde düzeltmeye çalışmaktadır.
- Veri iletim oranı ise 22-54 Mbps olarak elde edilmektedir.

IEEE 802.11n

- IEEE 802.11 çalışma grubu tarafından sonraki jenerasyon kablosuz LAN olarak IEEE 802.11n geliştirilmiştir.
- 64-QAM modülasyon yöntemi ile 40 MHz kanal kullanılarak veri iletim oranı 600 Mbps olarak elde edilmektedir.