

Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr



Karekodu okut, bu kitapla
ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.**

ISBN: 978-975-11-7984-5

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin
İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

HABERLEŞME

DERS MATERYALİ

11



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

HABERLEŞME

11
DERS MATERYALİ

YAZARLAR

ALİ ŞAHİN

AYŞE ÜNAL ŞAHİN

İLHAN DEMİR

YAKUP GÜNEŞ



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....	9374
DERS KİTAPLARI DİZİSİ.....	3034

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI	Elif BİLGİNSOY
PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI	Seçkin Seçil BAŞARAN
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME UZMANI	Arzu URGUN
REHBERLİK UZMANI	Vakkas ÖZBEK
GÖRSEL TASARIM UZMANI	Fatma CEHİZ

ISBN: 978-975-11-7984-5

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğüne ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerâhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

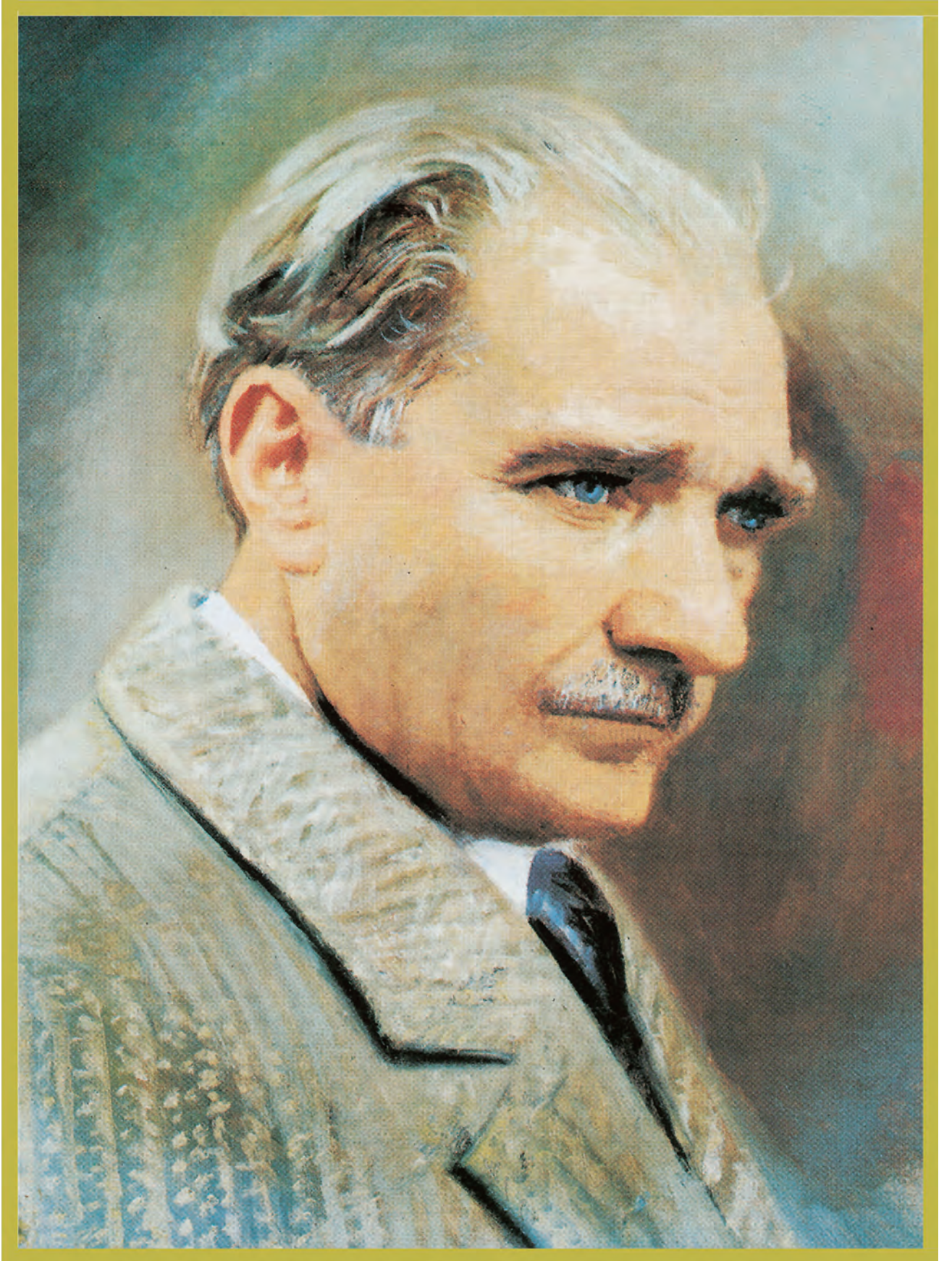
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI	14
----------------------------------	----

1

ÖĞRENME BİRİMİ: HABERLEŞMENİN TEMELLERİ

1.1. HABERLEŞME SİSTEMİNİN TEMEL KAVRAMLARI	18
1.1.1. Haberleşme ve Telekomünikasyon	18
1.1.2. Haberleşme Sisteminin Özellikleri	19
1.1.3. Haberleşmede Bilgi Gönderme Yönleri	21
1.2. SİNYALLER VE SİNYALLERİN ÇEŞİTLERİ	21
1.2.1. Dalgalar	21
1.2.2. Sinyal (İşaret) ve Çeşitleri	23
1.2.3. Alternatif Akım Dalga Formunun Özellikleri	25
1.2.4. Elektromanyetik Frekans Spektrumu	28
1. Uygulama: Verilen Sinyallerin Grafiklerinin Çizilmesi	30
1.3. İLETİM ORTAMINDAN KAYNAKLANAN PROBLEMLER (GÜRÜLTÜLER)	32
1.3.1. İletim Ortamının Özellikleri	32
1.3.2. İletim Ortamından Kaynaklanan Problemler	35
1.3.3. Gürültü Hesaplamaları	37
2. Uygulama: Gürültü Problemlerinin Çözülmesi	40
1.4. SİNYALLERDE BANT GENİŞLİĞİ	41
1.4.1. Bant Genişliği	41
1.4.2. Bilgi Kapasitesi	43
1.4.3. İletilecek Bilgi Sinyalinin Bant Genişliği	43
1.4.4. Dürtü ve Frekans Cevabı	44
3. Uygulama: Sinyalin Bant Genişliğinin Hesaplanması	45
4. Uygulama: Sinyalin Frekans Cevabının Çıkarılması	46
1. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	48

2

ÖĞRENME BİRİMİ: ANALOG HABERLEŞME

2.1. ANALOG HABERLEŞMENİN TEMELLERİ VE ELEMANLARI	54
2.1.1. Analog Haberleşmenin Özellikleri	54
2.1.2. Analog Haberleşmenin Elemanları	54
2.2. ANALOG MODÜLASYON ÇEŞİTLERİ	54
2.2.1. Genlik Modülasyonu	55
2.2.2. Açık Modülasyonu	59
2.3. ANALOG MODÜLASYON DEVRELERİ	61
2.3.1. Genlik Modülasyon Devreleri (GM Vericiler)	61
2.3.2. Açık Modülasyon Devreleri	61
1. Uygulama: Diyotlu Genlik Modülasyonlu Devrenin Kurulması	64
2. Uygulama: Transistörlü Genlik Modülasyonlu Devrenin Kurulması	66
3. Uygulama: GM Verici Devresinin Kurulması	68
4. Uygulama: Türev Alıcı Devrenin Kurulması	70
5. Uygulama: Frekans Modülasyonu Devresinin Kurulması	72

2.4. ANALOG DEMODÜLASYON ÇEŞİTLERİ	74
2.4.1. Demodülasyon	74
2.5. ANALOG DEMODÜLASYON DEVRELERİ	75
2.5.1. Genlik Demodülasyonu (GM Alıcılar)	75
2.5.2. Frekans Demodülasyonu (FM Alıcılar)	76
6. Uygulama: Genlik Demodülasyonlu Devrenin Kurulması	78
7. Uygulama: FM Demodülasyonlu Devrenin Kurulması	80
2.6. FM RADYO ALICILAR.....	82
8. Uygulama: FM Alıcı Devrenin Kurulması	83
9. Uygulama: FM Alıcı Devrenin Kurulması	85
2.7. FM RADYO VERİCİLER	87
10. Uygulama: Tek Transistörlü Fm Verici Devresinin Kurulması	88
11. Uygulama: İki Transistörlü Fm Verici Devresinin Kurulması	90
12. Uygulama: Üç Transistörlü Fm Verici Devresinin Kurulması	92
2. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	94



3—ÖĞRENME BİRİMİ: SAYISAL HABERLEŞME

3.1. SAYISAL HABERLEŞMENİN TEMELLERİ VE ELEMANLARI	98
3.1.1. Sayısal Haberleşmenin Özellikleri	98
3.1.2. Sayısal Haberleşmede Kullanılan Elemanlar ve Terimler	98
3.2. SAYISAL MODÜLASYON	103
3.2.1. Sayısal Modülasyonun Özellikleri	103
3.2.2. Darbe Kod Modülasyonu (PCM)	103
3.2.3. Delta Modülasyonu (DM)	105
3.2.4. Darbe Genişlik Modülasyonu (PWM)	106
3.2.5. Darbe Pozisyon Modülasyonu (PPM)	106
3.2.6. Darbe Genlik Modülasyonu (PAM)	107
3.3. SAYISAL MODÜLASYON DEVRELERİ	108
3.3.1. Darbe Kod Modülasyonu Devreleri	108
1. Uygulama: Analog Dijital Çevirici Devrenin Kurulması	110
3.3.2. Delta Modülasyonu Devreleri	112
2. Uygulama: RC Alçak Geçiren Filtre Devresinin Kurulması	115
3. Uygulama: 741'li Alçak Geçiren Filtre Devresinin Kurulması	117
4. Uygulama: Karşılaştırmalı Devrenin Kurulması	119
5. Uygulama: Dijital Analog Çevirici (DAC) Devrenin Kurulması.....	120
6. Uygulama: R-2R Merdiven Tipi Dijital Analog Çevirici Devrenin Kurulması	122
3.3.3. Darbe Genişlik Modülasyonu Devreleri	124
7. Uygulama: 555'li Kare Dalga Üretici Devrenin Kurulması	126
8. Uygulama: PWM Modülasyonu Devresinin Kurulması	128
9. Uygulama: 555'li PWM Devresinin Kurulması	130
10. Uygulama: PAM Modülasyonu Devresinin Kurulması	132
3.3.4. Darbe Pozisyon Modülasyonu Devreleri	134
3.3.5. Darbe Genlik Modülasyonu Devreleri	136
3.4. SAYISAL DEMODÜLASYON	136
3.4.1. Sayısal Demodülasyon Çeşitleri	137

3.5. SAYISAL DEMODÜLASYON DEVRELERİ	137
3.5.1. Darbe Kod Demodülasyonu	137
3.5.2. Delta Demodülasyonu Devreleri	137
3.5.3. Darbe Genişlik Demodülasyonu Devreleri.....	137
3.5.4. Darbe Pozisyon Demodülasyonu Devreleri	138
3.5.5. Darbe Genlik Demodülasyonu Devreleri	138
11. Uygulama: PWM Demodülasyonu Devresinin Kurulması	139
12. Uygulama: PAM Demodülasyonu Devresinin Kurulması	141
13. Uygulama: Sayısal Haberleşme Hesaplamaları	143

3. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	145
--	------------



ÖĞRENME BİRİMİ: HABERLEŞME YÖNTEMLERİ

4.1. ELEKTRİK HATLARINDAN HABERLEŞME SİSTEMLERİ (PLC)	150
4.1.1. Elektrik Hatlarından Haberleşme Sistemi	150
4.1.2. PLC Sisteminin Çeşitleri ve Kullanım Alanları	150
4.1.3. PLC Sisteminin Çalışması ve Özellikleri	151
4.1.4. PLC Sisteminde Kullanılan Teknikler	153
4.1.5. Elektrik Ağı Üzerinden Genel Ağ	153
4.1.6. PLC Sisteminin Avantajları ve Dezavantajları	156
4.1.7. PLC Sisteminde Oluşan Problemler ve Problemlerin Çözümleri	156
4.1.8. Alternatif Akım ve Doğru Akım PLC Sistemleri	157
4.1.9. Kuranportör Sistemleri	158
1. Uygulama: PLC Verici-Alıcı Devrelerinin Kurulması	162
4.2. HABERLEŞME KABLO BAĞLANTISI	164
4.2.1. Kablolarda Kullanılan Semboller	164
4.2.2. Haberleşme Kabloları	166
4.2.3. Veri İletişim Kabloları ve Kullanılan Konnektörler	167
4.2.4. Koaksiyel Kablolar ve Koaksiyel Kablolarda Kullanılan Konnektörler	175
4.2.5. Sinyal Kontrol Kabloları	181
4.2.6. Yangına Dayanıklı Kablolar	181
4.2.7. Reglet Bağlantı Sistemleri	182
2. Uygulama: CAT Kabloya RJ45 Konnektör Bağlantısının Yapılması	184
3. Uygulama: Ağ Kablo Test Cihazıyla CAT Kablonun Test Edilmesi	186
4. Uygulama: Koaksiyel Kabloya BNC Konnektör Bağlantısının Yapılması	187
5. Uygulama: Krone Bıçağıyla Krone Reglet Modülü Bağlantısının Yapılması	189
4.3. FİBER OPTİK HABERLEŞME SİSTEMLERİ	191
4.3.1. Fiber Optik Sistem	191
4.3.2. Fiber Optik Kablolar	192
4.3.3. Fiber Optik Kablo Çeşitleri	198
4.3.4. Fiber Optik Kablo Konnektörleri	201
4.3.5. Fiber Optik Kablo Test ve Ekleme İşlemleri	204
6. Uygulama: Fiber Optik Kablonun Test Edilmesi	207
4.4. KABLOSUZ HABERLEŞME SİSTEMLERİ	210
4.4.1. Kablosuz Haberleşme Protokolleri ve Standartları	210
4.4.2. Kablosuz Ağ Yöntemleri	211
4.4.3. Kablosuz Haberleşmenin Avantajları ve Dezavantajları	212
7. Uygulama: İnfrared Kızılötesi Alıcı-Verici Devrelerinin Kurulması	213
4. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	215

5.1. BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATININ ELEMANLARI	220
5.1.1. Kullanılan Cihazlar ve Cihazların Görevleri	220
5.1.2. Bina İçi Elektronik Haberleşme Tesisatının Teknik Şartnamesi	222
5.2. BİNA İÇİ SİSTEM ODASININ KURULUMU	224
5.2.1. Elektronik Haberleşme Sistem Odasının Tasarımı	224
5.2.2. Elektronik Haberleşme Sistem Odası Kurulurken Dikkat Edilecek Hususlar	224
1. Uygulama: Sistem Odasının Kurulması	225
5.3. BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATI PROJELERİ	227
5.3.1. Bina İçi Haberleşme Tesisatında Kullanılan Semboller ve İşaretler	227
5.3.2. Montaj Krokinin Çizimi	231
2. Uygulama: Bina İçi Haberleşme Tesisatı Sembollerinin Çizilmesi	232
5.4. BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATININ MONTAJI	233
5.4.1. Bina İçi Haberleşme Tesisatında Kullanılan Malzemeler	233
5.4.2. Bina İçi Telefon Tesisatının Kablo Çeşitleri ve Özellikleri	233
3. Uygulama: Telefon Prizinin Bağlantısının Yapılması	237
4. Uygulama: RJ45 Data Prizinin Bağlantısının Yapılması (KEYSTONE)	239
5. Uygulama: Telefon Kablosuna Ek Yapılması (Yak-1 Bağlantısı)	241
5.4.3. Santral Sistemi	243
6. Uygulama: Santralin Monte Edilmesi	245
7. Uygulama: Santralin İç ve Dış Hat Bağlantısının Yapılması	247
8. Uygulama: Santralden Telefon Hattının Tespit Edilmesi	248
5.5. BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATININ BAKIMI VE ONARIMI	249
5.5.1. Telefon Tesisatında Arıza Giderme Yöntemleri	249
9. Uygulama: Telefon Makinesi Arızasının Giderilmesi	250
5. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	252

6.1. AĞ TOPOLOJİSİ	256
6.1.1. Ağ Topolojisinin Çeşitleri	256
6.1.2. Haberleşme Modeli	260
6.1.3. OSI Referans Modeli (Açık Sistem Ara Bağlantı Modeli)	261
6.1.4. Ağ Standartları	263
6.1.5. Network (Ağ) Sınıflandırması	263
6.1.6. İletim Ortamında Kullanılan Kablolar ve Kabloların Standardı	265
6.2. IP ÜZERİNDEN SES İLETİŞİMİ (VoIP)	266
6.2.1. VoIP Sisteminin İşleyişi	266
6.2.2. Kontrol İşaretleşme Protokolleri (H.323-SIP)	267
6.2.3. Medya Taşıma Protokolleri (RTP-RTCP)	268
6.2.4. VoIP Güvenliği	268
6.3. AĞLAR ARASI HABERLEŞME SİSTEMİ (GENEL AĞ)	270
6.3.1. IP Protokolü (IPv6)	270
6.3.2. Yönlendirme Protokolü	270
6.3.3. UDP ve TCP Sistemleri	271
6.3.4. Http (Hyper Text Transfer Protocol)	273

6.4. AĞ BENZETİM (SİMÜLASYON) YAZILIMLARI	273
6.4.1. Ağ Benzetim Programının Gereksinimleri	273
6.4.2. Ağ Benzetim Programının Kurulumu	274
6.4.3. Ağ Donanım Cihazları	277
6.4.4. LAN-WAN Benzetimi	277
1. Uygulama: Cross (Çapraz) Bağlantının Yapılması.....	278
2. Uygulama: Yerel Ağ Kurulması	280
3. Uygulama: WAN Ağ Kurulması	282
 6. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	 284
 CEVAP ANAHTARLARI	 286
 KAYNAKÇA	 287

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin sıra numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminde hangi bilgilerin edinileceğini gösterir.

Öğrenme biriminde yer alan kavramları gösterir.

Öğrenme biriminin başında hazırlanmış soruları gösterir.

ANALOG HABERLEŞME



KONULAR

- 2.1. ANALOG HABERLEŞMENİN TEMELLERİ VE ELEMANLARI
- 2.2. ANALOG MODÜLASYON ÇEŞİTLERİ
- 2.3. ANALOG MODÜLASYON DEVRELERİ
- 2.4. ANALOG DEMODÜLASYON ÇEŞİTLERİ
- 2.5. ANALOG DEMODÜLASYON DEVRELERİ
- 2.6. FM RADYO ALICI DEVRESİ YAPIMI
- 2.7. FM RADYO ALICI DEVRESİ YAPIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Analog haberleşmede kullanılan elemanların çeşitleri ve özellikleri
Analog modülasyon
Demodülasyon devreleri

TEMEL KAVRAMLAR

analog haberleşme, alıcı, demodülasyon, modülasyon, verici

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bilgi sinyalleri (ses, görüntü vb.) nasıl iletilir? Açıklayınız.
2. Radyo vericileri ve alıcılarının en çok kullandığı alarlar nelerdir?

Etkileşimli kitap, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz karekodu gösterir. Daha fazlası için <http://ogmmateryal.eba.gov.tr> adresini ziyaret edebilirsiniz.

Öğrenme birimindeki konu başlıklarını gösterir.

Öğrenme birimindeki konu başlıklarını gösterir.

Öğrenme birimindeki alt konu başlıklarını gösterir.

HABERLEŞME YÖNTEMLERİ

4.4. KABLOSUZ HABERLEŞME SİSTEMLERİ

Günümüzde geniş bant bağlantı ihtiyacının artması, bağlantı yapılacak yerlerin birbirine uzak olması ve kablolu olarak tasarlanan ağların tasarımı, testi ve işletme maliyetlerinin yükselişi bilmiz teknolojilerinde kablosuz ağ sistemlerine olan ilgiyi artırmıştır. Bu ilgiyi doğrultusunda yapılan araştırmaya ve gelişmeler neticesinde çeşitli kablosuz ağ standartları oluşmaya başlamıştır. Günümüzde, noktadan noktaya veri taşınmasında (kızılötesi, bluetooth, mikrodalga vb.) ve noktadan nokta noktası veri taşınmasında (geleneksel birleşim standartları) önde gelen gelişmelerdir.

4.4.1. Kablosuz Haberleşme Protokolleri ve Standartları

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers (Institute of electrical and electronics engineers), elektrik ve elektronik mühendisliği enstitüsü) en önemli gelen kablosuz erişim protokolleri. Günümüzde telekomünikasyon, bilgi teknolojisi ve enerji üretimi alanındaki ürün ve hizmetlerin pek çoğunun temelini oluşturan uluslararası standartların önde gelen geliştiricileridir.

IEEE 802.11 Standartı

1987 yılında ilk sürüm olarak piyasaya sürülmüştür. 1 Mbps ve 2 Mbps olmak üzere iki veri aktarım hızını desteklemektedir. IEEE 802.11 standardında zaman içinde çeşitli değişiklikler yapılmıştır. Her yapılan değişiklikle 802.11 haberleşme standardının güvenlik özellikleri ve kapasite maddesi artmaktadır (Tablo 4.19).

Başlangıç Kuralları	Çıkış Tarihi	Bant Genişliği	Veri Hızı	Erişim (Ç. Mesafesi)	Erişim (Dış Mesafesi)
Legacy	1997	2.4-2.5 GHz	2 Mbps	Dışarıya yapılmaz	75 m
802.11a	1999	5.15-5.25-5.49 GHz	54 Mbps	32 m	100 m
802.11b	1999	2.4-2.5 GHz	11 Mbps	35 m	110 m
802.11g	2003	2.4-2.5 GHz	54 Mbps	35 m	110 m
802.11n	2009	2.5-5.0 GHz	150 Mbps	70 m	250 m

IEEE 802.15.1 Standartı

802.11 ailesinden farklı bir gelişim yolu takip eden alternatif bir kablosuz ağ teknolojisidir. Taşınabilir cihazlar gibi çok düşük güç cihazları için tasarlanmıştır ve cihazların bire bir haberleşmelerini sağlamaktadır. Düşük bant genişliğine ve kısa menzile sahiptir (Tablo 4.20).

IEEE 802.15.4 Standartı

Küçük kablosuz ağlarda, düşük güçte verici kapasite ve verici sağlamak amacıyla ZigBee tarafından geliştirilmiş ve IEEE tarafından 802.15.4 adıyla standartlaştırılmış iletişim protokolüdür. Diğer IEEE standartlarına göre ayırtıcı özellikler aşağıda sıralanmıştır.

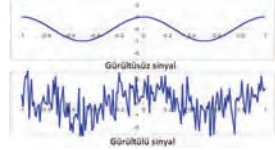
- 10 ile 115.2 kbps arasında düşük veri hızına sahiptir.
- Standart bir batarya ile birkaç yıl süren düşük güç tüketimi vardır.
- Çoklu işlemeye ve uygulamaların kontrol eden ağ topolojisine sahiptir.
- Düşük maliyetli ve kullanımı basittir.
- Yüksek güvenlik özelliği vardır.

2. UYGULAMA

GÜRÜLTÜ PROBLEMİNİN ÇÖZÜLMESİ

Amaç: Gürültü problemlerini çözmek.

Uygulamaya Alt Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.34: Sinyallerde gürültü grafiği

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tüm araç gereci ve devre elemanlarını hazırlayınız.
2. Çalışma ortamında dikkatli çalışarak malzeme bulundurunuz.
3. Öğretmen tarafından verilen tüm cihazları ve devre elemanlarını elle ve gözle kontrol ediniz.
4. Verilen değerlere göre desibel ve sinyal gürültü oranına ilişkin hesaplamaları yaparak Tablo 1.3'e kaydediniz.
5. Çalışma alanını ve atölyeyi temizleyiniz.

Verilen Değerler	Desibel (dBm)	SNR (dB)
Sinyal Gücü = 250 W	-----	-----
Gürültü Gücü = 125 mW	-----	-----
Sinyal Gerilimi = 3.5 V	-----	-----
Gürültü Gerilimi = 50 mV	-----	-----
P = 0.1 mW	-----	-----

Uygulamaya İlişkin Soru

İşlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

Öğrenci değerlendirme ölçütünü gösterir.

Uygulama başlıklarını gösterir.

HABERLEŞMENİN TEMELLERİ **Öğrenme Birimi**

$\lambda = \frac{c}{f}$

Formüllerde kullanılan
 λ : Dalga boyu (Metre-m)
 c : Işık hızı (Metre/aniye-m/s)
 f : Frekans (Hertz-Hz)

Örnek 100 MHz'de yayın yapan bir FM radyo vericisinin yayın frekansının dalga boyunu bulunuz.

Çözüm $f = 100 \text{ MHz}$
 $\lambda = ?$
 $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300.000.000}{100 \times 1.000.000} = \frac{3 \times 10^8}{10^8} = 3 \text{ m'dir.}$

Örnek 5 KHz frekansındaki AC sinyalinin dalga boyunu bulunuz.

Çözüm $f = 50 \text{ Hz}$
 $\lambda = ?$
 $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300.000.000}{5 \times 10^4} = \frac{300 \times 10^6}{5 \times 10^4} = 60 \times 10^2 \text{ m} = 60 \text{ km'dir.}$

1.2.4. Elektromanyetik Frekans Spektrumu
Radyo dalgalarının gama ışınlarına kadar evrende bulunan tüm elektromanyetik dalgalar, elektromanyetik frekans spektrumunda sınıflandırılır. Elektromanyetik spektrum (elektromanyetik tayf), tüm elektromanyetik dalgaları (var olan tüm ışık aralığı) barındıran bir ölçektir. Işık sadece görünür ışıktan ibaret değildir. Elektromanyetik radyasyonu oluşturan elektromanyetik spektrumun tüm bilgileri ışık olarak adlandırılabilir (Görsel 1.19).

Görsel 1.19: Elektromanyetik spektrum (tayf)

Öğrenme birimindeki örnekleri ve çözümlerini gösterir.

5. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME **BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATI**

A) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bıraktıkları ayraçlara cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

- (...) Regletler telefon kutuları içindeki sacayaklara yerleştirilir.
- (...) RJ45 konektörünün 10 adet terminal başlangıç uzunluğudur.
- (...) Telefon kablolarının reglet içindeki kanallara yerleştirilmesi için krone bacağı kullanılır.
- (...) Telefon kablosuna ek yapılmada kullanılan konektörlere boncuk veya yakı adı verilir.
- (...) Ek yapılmada kullanılan küçük konektörlere yak-2 veya yak-3, büyük konektörlere yak-1 adı verilir.
- (...) Telefon kutularında abone sayısı arttıkça kutu içine 10'luk krone ilave edilir.
- (...) Bina içi haberleşme tesisatının çalışmasını akustan ve müdahale edilerek düzeltilen bozuklukların tümüne anza denir.
- (...) Regletin kepeke, krone, puyet gibi çeşitleri bulunur.
- (...) Evlerin, iş yerlerinin girişinde bulunan kulan telefonlara kadar tüm kablo, boru, kanal, santral ve sistemler saha dolabı olarak adlandırılır.
- (...) Bilgilerin sayısal-analog ve analog-sayısal dönüştürmelerini yaparak uzak yerlere aktarımını sağlayan ağ cihazına modem denir.

B) Aşağıda verilen sorularda doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi telefon santrallerinin ana parçalarından değildir?

- Ana kart
- Güç devresi
- LNB
- Abone kartı
- Besleme ünitesi

2. Aşağıdaki ünitelerin hangisi telefon şebekesi tesisatında yer alır?

- Santral
- Saha dolabı
- Dağıtım kutusu
- Repartör
- Hepsi

3. Aşağıdakilerden hangisi telefon ile bina giriş terminal kutusu arasındaki bağlantının yapıldığı tesisattır?

- Prensajlı kablo
- Repartör
- RJ11
- Ankastre
- Reglet

4. Abone kablosu aşağıda verilen hangi üniteler arasında kullanılır?

- Dağıtım kutusu-ankastre
- Saha dolabı-repartör
- Santral-şebekesi
- Dağıtım kutusu-telefon
- Saha dolabı-ankastre

Ölçme ve Değerlendirme sorularını gösterir.

CEVAP ANAHTARI

5. ÖĞRENME BİRİMİ BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATI

1	D	11	C
2	Y	12	E
3	D	13	D
4	D	14	A
5	Y	15	C
6	D	16	E
7	D	17	B
8	D	18	C
9	Y	19	D
10	D	20	C

6. ÖĞRENME BİRİMİ AĞ YAPILARI

1	D	11	D
2	Y	12	B
3	Y	13	A
4	D	14	D
5	D	15	D
6	Y	16	B
7	Y	17	E
8	D	18	C
9	D	19	A
10	D	20	D

KAYNAKÇA
Kaynakça karekodu
Karekoda ulaşılması durumunda aşağıdaki linki kullanabilirsiniz.
<http://kitap.ebu.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2473>

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

<http://www.elektrikasyon.com.tr/dalga-formu-ve-ac-devre-teorisi> (Erişim: 19.07.2021, 19:08)
<https://idiot.net/frekuensi-nedir> (Erişim: 19.07.2021, 19:18)
<https://arayonanalisi.org/yazielektromanyetik-spektrum-nedir> (Erişim: 19.07.2021, 20:55)
<https://kabalci.wordpress.com/ders-notlari/haberlesme-teorisi> (Erişim: 22.07.2021, 22:20)
<https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/bode-diyagrami-nedir/173456ad-image-4/> (Erişim: 25.07.2021, 23:54)
<https://www.elektrikport.com/makale-detay/bant-genisligi-nedir/21885ad-image-0/> (Erişim: 26.07.2021, 00:28)
<https://bido.itu.edu.tr/seyin-defteri/blog/2013/09/07/say%C4%B1sal-ve-analog-iletici%C5%9Fim-ve-iletkenlik%C5%9Fim-ve-iletkenlik> (Erişim Tarihi: 12.06.2021 13:55)
<https://muhendislik.sdu.edu.tr/faseta/uploadekisi/152/files/analog-2-2-29062017.pdf> (Erişim Tarihi: 18.08.2021 11:55)
<https://www.elektronikhaberlesme.org> (Erişim Tarihi: 16.02.2022 11:25)
<https://staff.emu.edu.tr/ajperdoganaltirandier/iee268/dernotlari> (Erişim Tarihi: 11.06.2021 10:25)
<https://bido.itu.edu.tr/seyin-defteri/blog/2013/09/07/say%C4%B1sal-ve-analog-iletici%C5%9Fim-ve-iletkenlik%C5%9Fim-ve-iletkenlik> (Erişim Tarihi: 12.06.2021 13:55)
<https://www.elektronikhaberlesme.org/wp-content/uploads/2017/04/5-B%C3%B6l%C3%BCm-Hat-Kodlar%C4%B1-ve-Say%C4%B1sal-Haberle%C5%9Fme-Teknikleri.pdf> (Erişim Tarihi: 15.11.2021 14:55)
<https://electronicscoach.com/pulse-position-modulation.html> (Erişim Tarihi: 19.12.2021 16:05)
<https://bido.itu.edu.tr/seyin-defteri/blog/2013/09/07/homeplug-internet> (Erişim: 22.08.2021, 21:29)
<https://www.sakdogan.com/turkce-blog/powerline-communication.html> (Erişim: 24.08.2021, 00:28)
<https://aktif.net/pic-haberlesme-icis-sistem-faydali/> (Erişim: 27.08.2021, 14:58)
<https://www.elektrikport.com/makale-detay/enerji-hatlarinda-kullanilan-kurupor-icis-sistemi-nedir/2013f8ad-image-2/> (Erişim: 27.08.2021, 17:52)
<https://www.homemade-circuits.com/remote-control-using-mains-power-line-communication/> (Erişim: 29.08.2021, 19:57)
<https://www.ekabito.com.tr> (Erişim: 30.08.2021, 01:08)

Öğrenme birimlerindeki Ölçme ve Değerlendirme sorularının cevap anahtarlarını gösterir.

ANALOG HABERLEŞME **Öğrenme Birimi**

Genlik Modülasyonu Sinyalde Bulunan Farklı Frekans Tipleri
Bilgi sinyalleri yer alan bütün frekanslar, modülasyon işlemine alt ve üst yan bantlar olarak elde edilir (Görsel 2.7).

Görsel 2.7: Genlik modülasyonu işaretinin frekans ortamında gösterimi

Bilgi Kutusu

- İşaretin frekans spektrumunda ılgal ettiği yere **bant genişliği** denir.
- Spektrum (tayf)**, elektromanyetik dalgaların belli bir değer kümesiyle sınırlanmadan birbiri ardına sürekli sonsuz değişmesi durumudur.

Çift Yan Bant Genlik Modülasyonu
Bilginin iletilmesi sırasında alt ve üst yan bantların her ikisinin de kullanıldığı genlik modülasyonuna **çift yan bant genlik modülasyonu** denir.

Tek Yan Bant Genlik Modülasyonu
Bilginin iletilmesi sırasında tek bir yan bantın kullanılmasına **tek yan bant genlik modülasyonu** denir. En sık kullanılan modülasyon türüdür. Tek yan bant modülasyonu gücün minimum düzeyde harcanmasından dolayı sık kullanılır.

Örnek 100 Hz ile 10 KHz frekans aralığında olan bilgi sinyali 500 KHz'lik bir taşıyıcı sinyale genlik modülasyonu sonucu oluşan alt yan bantlar ve üst yan bantları Görsel 2.8 üzerinde inceleyiniz.

Görsel 2.8: Alt yan bant ve üst yan bant grafiği

Çözüm

Alt yan bant = taşıyıcı sinyal - bilgi sinyali → 500 KHz - 10 KHz ve 500 KHz - 100 Hz arasındadır. Sonuç 490 KHz ile 499,9 KHz arasında çıkar.

Üst yan bant = taşıyıcı sinyal + bilgi sinyali → 500 KHz + 100 Hz ve 500 KHz + 10 KHz arasındadır. Sonuç 500,1 KHz ile 510 KHz arasında çıkar.

Öğrenme birimindeki bilgi kutusunu gösterir.

Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

HABERLEŞMENİN TEMELLERİ



1 ÖĞRENME
BİRİMİ



KONULAR

- 1.1. HABERLEŞME SİSTEMİNİN TEMEL KAVRAMLARI
- 1.2. SİNYALLER VE SİNYALLERİN ÇEŞİTLERİ
- 1.3. İLETİM ORTAMINDAN KAYNAKLANAN PROBLEMLER
(GÜRÜLTÜLER)
- 1.4. SİNYALLERDE BANT GENİŐLİŐİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Haberleşme ve haberleşme sistemleriyle ilgili temel kavramlar

Haberleşme sisteminin özellikleri

Dalga ve sinyal çeşitleri

İletim ortamından kaynaklanan problemler

Sinyallerde bant genişliği

TEMEL KAVRAMLAR

analog haberleşme, bant genişliği, dalga boyu, desibel, distorsiyon, frekans, gürültü, optik sinyal, periyot, sayısal haberleşme

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Geçmişte kullanılan haberleşme yöntemleri ile günümüzdeki haberleşmenin farkları nelerdir? Açıklayınız.
2. Haberleşme sistemlerini olumsuz etkileyen faktörler neler olabilir? Açıklayınız.

1.1. HABERLEŞME SİSTEMİNİN TEMEL KAVRAMLARI

İnsanların ilk çağlardan itibaren en önemli ihtiyaçlarından biri haberleşmedir. Haberleşme için ateş yakma, duman, ses işaretleri, davul, boru, düdük gibi imkânlar kullanılmıştır.

İlk telgraf, 1832 yılında Samuel Morse (Samuel Mors) tarafından yapılmıştır. İlk telgraf haberleşmesi 1837 yılında gerçekleşmiştir. Mors kodlarıyla bilginin iletilmesi ilk elektriksel bilgi akışı olarak kabul edilir.

İskoçya asıllı bilim insanı Alexander Graham Bell (Aleksandır Gıraham Bel), 1876 yılında ABD’de elektrik telleri üzerinden insan sesini ilk kez iletmeyi başarmıştır. Bell tarafından bu alete uzaktan konuşma anlamına gelen "telefon" adı verilmiştir. Alexander Graham Bell ile yardımcısı Watson (Vat-sın) arasında 10 Mart 1876’da odadan odaya gerçekleşen bu görüşme modern iletişimin başlangıcı sayılır.

İnsanların artan ihtiyaçları ve teknolojik gelişmeler sonucunda radyo, televizyon, telsiz, radar, genel ağ vb. haberleşme sistemleri geliştirilmiştir.

1.1.1. Haberleşme ve Telekomünikasyon

Bilginin zaman ve uzay içinde verici (kaynak) adı verilen noktadan alıcı olarak adlandırılan başka noktaya bir iletim ortamından aktarılmasına **haberleşme (iletişim)** denir. Başka bir deyişle ses, resim, haberleşme, video gibi bilgilerin bir noktadan başka bir noktaya yüksek verimde, yüksek kalitede ve güvenli bir biçimde iletilmesidir.

Haberleşmede kaynaktaki bilgi, belirli bir zaman aralığı içinde iletim ortamındaki bozucu etkilerden en az etkilenmiş olarak alıcıya aktarılmalıdır. İletim ortamları bir çift tel, koaksiyel (eş eksenli) kablo, fiber kablo, boşluk veya hava, sonar için su gibi özel ortamlar olabilir.

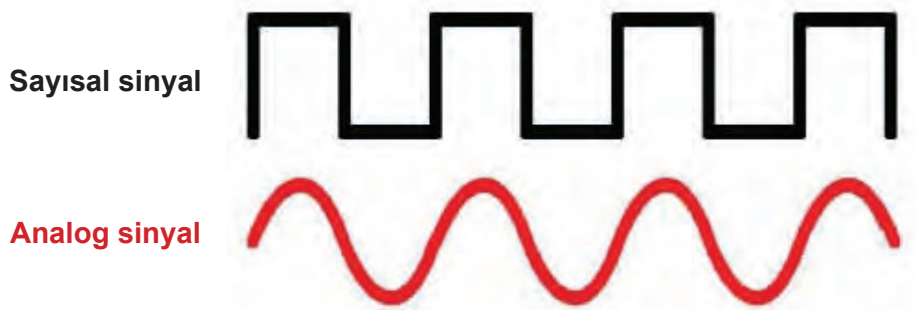
Tele sözcüğü eski Yunancada "uzakta" anlamına gelir. "Uzaktan haberleşme" anlamına gelen **telekomünikasyon** ses, resim, video gibi bilgi içeren unsurların bilgilerin elektriksel olarak uzak mesafelere gönderilmesidir. Telekomünikasyon oldukça geniş bir kavramdır. Birçok teknolojiyi ifade eder. Elektromanyetik dalgalar çok uzun mesafelerde bile başarılı sonuç verir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan telefon, genel ağ ve fiber teknolojileri telekomünikasyon için somut örneklerdir.

Analog (Örneksel) Haberleşme

Bilginin analog sinyal vasıtasıyla taşınmasıdır. Analog haberleşmede bir zaman aralığının bütününde süreklilik arz eden sinyaller, başka bir deyişle analog sinyaller kullanılır (Görsel 1.1). Bilgilerin ses dalgaları gibi sürekli sinyallerin modülasyonu iletildiği bir haberleşme türüdür. Klasik telefonlarda sinyaller analog gönderilir. Bazı radyo ve televizyonlarda da analog haberleşme kullanılır.

Dijital (Sayısal) Haberleşme

Bilginin sayısal sinyal vasıtasıyla taşınmasıdır. Sayısal haberleşmede sadece belirli zaman aralıklarında tanımlanmış ve belirli değerleri alabilen işaretler, başka bir deyişle sayısal sinyaller kullanılır (Görsel 1.1). Sayısal sinyaller ikili sayılarla (1 ve 0) kodlanarak uygun gerilimle aktarılır. Sayısal haberleşme sisteminde bilgi genellikle ses, resim gibi analog biçimdedir. Sayısal haberleşme için bilgi sinyalleri sayısal işaretlere çevrilir. Vericiden gönderilen sayısal işaretler alıcıda tekrar analog bilgi hâline getirilir.



Görsel 1.1: Sayısal ve analog sinyal

1.1.2. Haberleşme Sisteminin Özellikleri

Verici ile alıcı arasında bilgi aktarım işlemini sağlayan tüm sisteme **haberleşme sistemi** denir. Haberleşme sistemleri, çıkış sistemlerini üretmek için giriş sinyallerini işler. Sistem giriş sinyalini alır ve başka bir sinyale dönüştürür. Haberleşme sistemleri iletilcek bilginin cinsine ve iletişim türüne göre değişiklik gösterir. Genel olarak gönderilecek bilginin üretildiği verici, iletişim kanalı ve alıcı devrelerinden oluşur (Görsel 1.2).

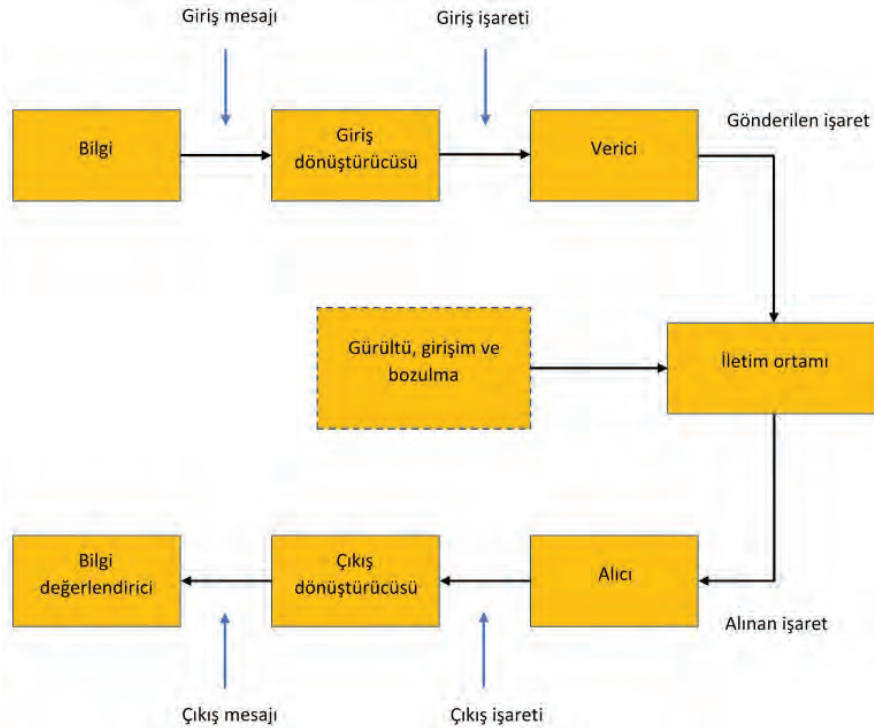


Görsel 1.2: Temel haberleşme sistemi

Haberleşme sistemleri, istenen iletişim türüne göre tasarlanır. Aşağıda verilen senaryolar farklı iletişim türlerine örnektir.

- Birbirinden uzakta iki kişi birbirine mesaj göndermek isterse hat adı verilen bir bilgi aktarım kablosu kullanılabilir.
- Eğer birbiriyle iletişim kurmak isteyen birçok kişi varsa merkezî anahtarlama istasyonu bulunan bir telefon sistemi kullanılabilir.
- Kısa uzaklıklar içinde birbirine bilgi iletmek isteyen az sayıda kullanıcı sürekli yer değiştiriyorsa alıcı-verici olarak da adlandırılan bir çeşit radyo iletişimi kullanılabilir.
- Tek bir kaynaktan çok sayıda kullanıcıya bilgi gönderilmek istenirse bir radyo ya da televizyon vericisi kullanılabilir. Bu durumda haberleşme sistemi tek bir kaynak ve çok sayıda alıcıdan oluşur.

Genel haberleşme sisteminin çizimi aşağıda verilmiştir (Görsel 1.3). Haberleşme sisteminin temel elemanları; verici, iletim ortamı ve alıcıdır. Sistemin ara elemanları ise bilgi kaynağı, giriş ve çıkış dönüştürücüsüdür.



Görsel 1.3: Genel haberleşme sisteminin çizimi

Bilgi Kaynağı

Bilgi kaynakları çok çeşitli olduğu için giriş mesajı farklı şekillerdedir. Bilgiler aşağıda belirtilen şekillerde olabilir:

- Ses, konuşma, müzik ve resim gibi zamanın sürekli bir işlevi olan analog bilgiler.
- Bilgisayarlar arası veri aktarımında kullanılan 0 ve 1 gibi sembollerden oluşan ikili [binary (bayniri)] kodlu diziler, grafik ve semboller gibi sayısal bilgiler.

Giriş Dönüştürücüsü

Bilgi kaynağı tarafından üretilen giriş mesajının iletme uygun olması için bir dönüştürücü gereklidir. Giriş mesajı, dönüştürücü kullanılarak elektriksel işaretlere (akım veya gerilim değişmelerine) dönüştürülür. Giriş dönüştürücüsü, bir enerji dönüştürücüsüdür. Mikrofon ve kamera giriş dönüştürücüne örnek verilebilir. Mikrofon kullanılarak ses enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülür. Görüntüler de video kamerası kullanılarak elektriksel işaretlere dönüştürülür.

Çıkış Dönüştürücüsü

Alıcı tarafta elde edilen elektriksel işaretler, kullanıcılar tarafından anlaşılabilir olmalıdır. Bunun için giriş dönüştürücüsünde olduğu gibi yine enerji dönüştürücüleri kullanılır. Alıcı tarafında elde edilen elektriksel işaretler, çıkış dönüştürücüleri yardımıyla ses, görüntü vb. çıkış mesajına dönüştürülür. Çıkış dönüştürücülerine örnek olarak hoparlör, monitör (ekran) verilebilir. Hoparlör kullanılarak elektriksel işaretler ses enerjisine dönüştürülür. Monitör kullanılarak resim sinyalleri görüntüye dönüştürülür.

Verici

Verici, iletim ortamının özelliklerine uygun bir işaret üretir. Başka bir deyişle giriş işaretini iletim için uygun bir biçime dönüştürür. Giriş işaretinin iletime uygun hâle getirilmesi modülasyon adı verilen işlemle sağlanır. Haberleşme sistemi analogsa kodlama işlemine gerek yoktur. Analog sinyaller bir iletim ortamı üzerinden modülasyon yoluyla doğrudan doğruya gönderilir.

Radyo ve televizyon yayınlarında her bir verici istasyonu için frekans aralıkları tahsis edilir. Böylece gönderilecek bilgilerin birbirine karışması engellenir. Verici, kendisine tahsis edilen frekans bandında olacak şekilde gönderilecek işaretleri ilgili frekans bandına kaydırır. Birçok radyo istasyonu tarafından gönderilen işaretler birbiriyle karışmaz. Analog haberleşme sistemlerinde **modülasyon**, analog sinüzoidal bir taşıyıcı sinyalinin genlik, frekans veya faz açısını bilgi sinyalinin genliğine göre değiştirme işlemidir.

İletim Ortamı

Vericiden gönderilen modüleli sinyali alıcıya aktarmak için iletim ortamı kullanılır. İletim ortamı fiziksel bir ortamdır. Telsiz haberleşmede iletim ortamı atmosferdir. Haberleşme havadan sağlanır. Ayrıca telefon kanalları, havai hat, kablo gibi telli bağlantılar, fiber optik kablolar gibi çeşitli iletim ortamları kullanılır. Bunun dışında koaksiyel kablolar, lazer ışınları ve dalga kılavuzları da iletim ortamlarına örnek olarak verilebilir.

Önemli iletim ortamları aşağıda listelenmiştir.

- Paralel iletkenli (kablolu) iletim ortamı
- Fiber optik iletim ortamı
- Kablosuz (telsiz) elektromanyetik iletim ortamı
- Su altı akustik iletim ortamı

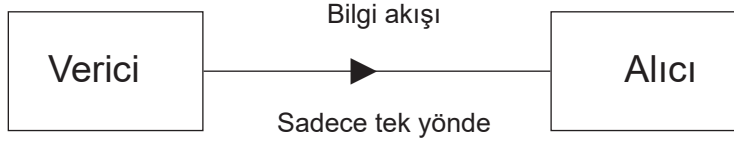
Alıcı

İletim ortamından alınan işaret üzerinde iletim kayıplarına karşı yükseltme, demodülasyon ve kod çözme işlemleri alıcıda gerçekleştirilir. Böylece giriş işareti yeniden elde edilir. Analog haberleşme sistemlerinde kod çözme işlemine gerek yoktur. Alıcı çıkışında elektriksel olarak elde edilen işaret çıkış dönüştürücüsüyle ses, görüntü gibi ilgili veri biçimine dönüştürülür.

1.1.3. Haberleşmede Bilgi Gönderme Yönleri

Tek yönlü, yarı çift yönlü ve tam çift yönlü olmak üzere üç haberleşme yöntemi vardır.

Simplex (Simpleks): Gönderme ve almanın aynı kanalda yapıldığı tek yönlü haberleşme yöntemidir. Verici ve alıcı aynı kanalda çalışır. Aynı anda hem bilgi gönderme hem bilgi alma mümkün değildir. Televizyon, radyo ve GPS (küresel konumlama sistemi) alıcısı tek yönlü haberleşmeye örnektir (Görsel 1.4).



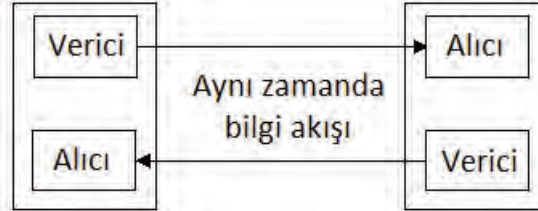
Görsel 1.4: Tek yönlü haberleşme

Half Duplex (Half Dupleks): Yarı çift yönlü haberleşme yöntemidir. İletişim bir anda tek yönlü yapılmakta olup bu sırada diğer taraftaki bilgi bekletilir. "Bas konuş" olarak adlandırılan telsiz sistemleri bu haberleşme tekniğine örnek olarak verilebilir (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Yarı çift yönlü haberleşme

Full Duplex (Full Dupleks): Göndermek ve alma işlemlerinin farklı kanallarda yapıldığı tam çift yönlü haberleşme yöntemidir. Telefonla aynı anda bilgi gönderme ve alma mümkündür (Görsel 1.6).



Görsel 1.6: Tam çift yönlü haberleşme

1.2. SİNYALLER VE SİNYALLERİN ÇEŞİTLERİ

Fiziksel bir sistemin davranışına ya da durumuna ilişkin bilgi taşıyan her şey işarettir. İşaret, bir ya da çok sayıda bağımsız değişkenin fonksiyonu olabilir. Konuşma ve sıcaklık, zaman değişkeninin bir fonksiyonudur. Sinyaller bilgi taşıyan değişkenlerdir. Matematiksel olarak bir veya daha fazla bağımsız değişkenin fonksiyonu olarak temsil edilir.

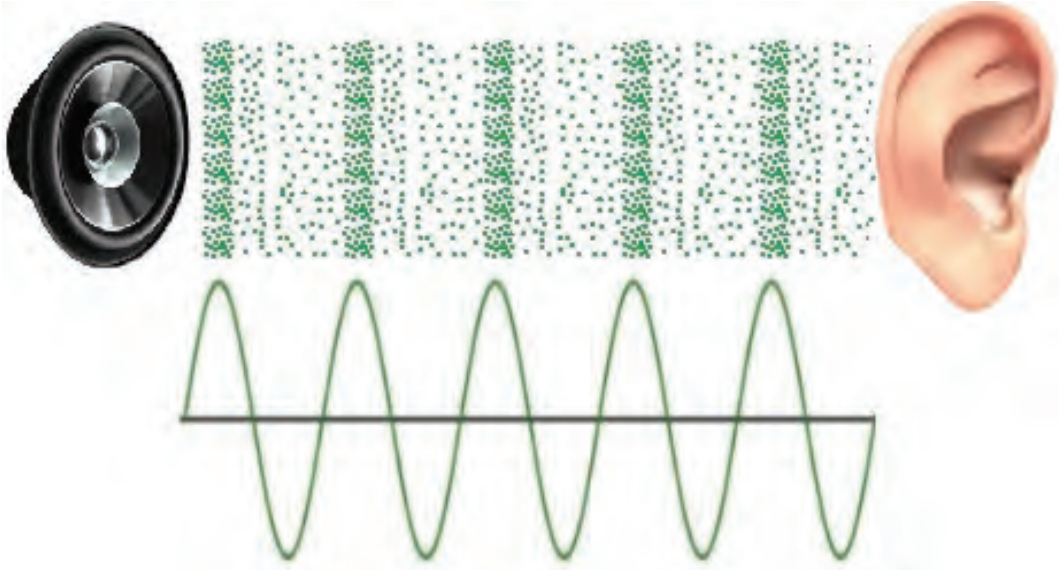
1.2.1. Dalgalar

Uzayda ve maddede yayılan enerjinin taşınmasını sağlayan titreşime **dalga** denir. Dalgalar sabit konumlardaki titreşimlerden oluşur. Dalga'nın zamanla nasıl ilerlediği bir denklemle tanımlanır. Bu denklemin matematiksel tanımı dalga çeşidine göre farklılık gösterir. Dalgalar taşıdıkları enerji ve titreşim doğrultusuna göre sınıflandırılır.

Taşıdıkları Enerjiye Göre Dalgalar

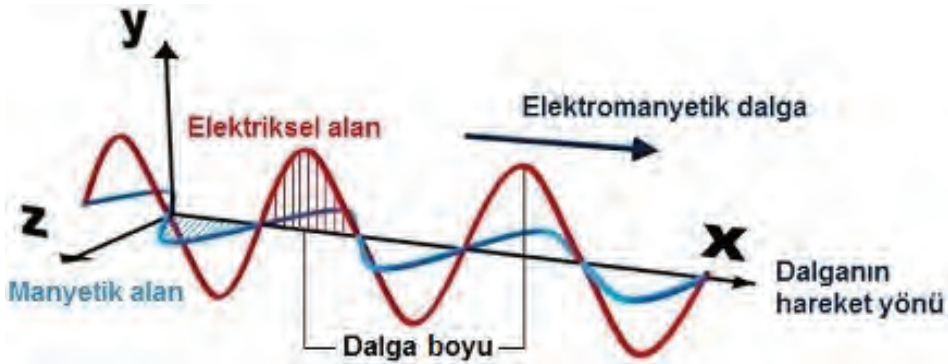
Mekanik dalgalar ve elektromanyetik dalgalar olmak üzere ikiye ayrılır.

Mekanik Dalgalar: Mekanik dalgalar bir ortam aracılığıyla yayılır. Yayılmak için maddesel bir ortama ihtiyaç duyar. Deprem, su, yay ve ses dalgaları mekanik dalgalara örnektir. Enerji verilerek titreşen cisimler ses dalgalarını oluşturur. Ses dalgaları yalnızca maddesel ortamda yayılabilen bir enerji türüdür. Ses dalgaları çarpışan hava molekülleri yoluyla yayılır. Hava molekülleri çarpıştığında moleküller birbiri ardınca sıçrar. Böylece moleküller dalga yönünde yol almaya devam eder. Ses dalgalarının iletimi sırasında hava moleküllerinde seyrek ve sıkışık bölgeler oluşur. Bu duruma hava moleküllerine uygulanan basınç yol açar. Sıkışık bölgeler ne kadar darsa ses dalgası o kadar şiddetlidir. Ses dalgaları mekanik dalga olduğundan boşlukta yayılamaz (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Ses dalgasının havadaki yayılımı

Elektromanyetik Dalgalar: Yayılmak için maddesel ortama ihtiyaç duymayan dalgalardır. Temelde içinden akım geçen bir iletken tel etrafında, telin elektriksel alanına dik bir manyetik alan oluşur. Telin içinden geçen akım zamana bağlı olarak değişirse iletken, elektromanyetik ışıma yapmaya başlar (Görsel 1.8). Radyo dalgası, mikrodalga, kızılötesi ışın, görünür ışık, morötesi ışın, X ışını, γ (gama) ışını elektromanyetik dalgalara örnektir. Radyo vericilerinden gönderilen radyo dalgaları radyo alıcıları aracılığıyla insanlara ulaşır. Cep telefonlarıyla yapılan haberleşme de aynıdır.



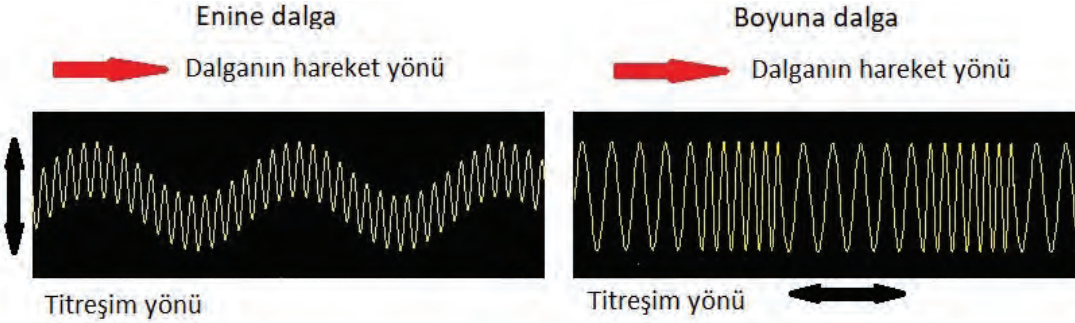
Görsel 1.8: Elektromanyetik dalga

Titreşim Doğrultusuna Göre Dalgalar

Enine dalgalar ve boyuna dalgalar olmak üzere ikiye ayrılır (Görsel 1.9).

Enine Dalgalar: Enine dalga'nın ilerleme yönü yani yayılma doğrultusuyla titreşim yönü birbirine diktir. Elektromanyetik dalgalar enine dalgalardır. Deprem, su ve yay dalgaları hem enine hem boyuna dalgalardır.

Boyuna Dalgalar: Boyuna dalga'nın ilerleme yönü yani yayılma doğrultusuyla titreşim yönü birbirine paraleldir. Ses dalgaları boyuna dalgalardır. Deprem, su ve yay dalgaları hem enine hem boyuna dalgalardır.



Görsel 1.9: Titreşim doğrultusuna göre dalgalar

1.2.2. Sinyal (İşaret) ve Çeşitleri

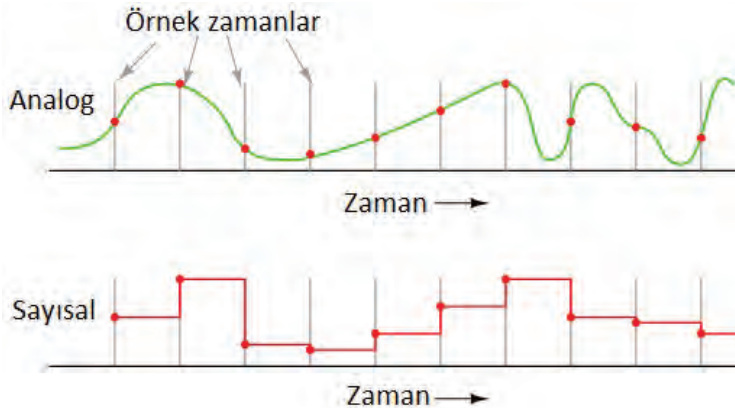
Sinyal veya işaret; zaman, uzay ya da başka bir değişkene göre değişiklik gösteren fiziksel niceliklerdir. Sinyaller, verilerin elektriksel veya elektromanyetik gösterimleridir.

Haberleşme Sinyalleri

Bilgi taşıyan elektriksel sinyale **haberleşme sinyali** denir. Haberleşme sistemlerinde iletilen sinyaller üç çeşittir.

Analog Sinyal: İletilen bilgiye bağlı olarak genliği, frekansı ve fazı zamanla değişen sinyaldir. Analog sinyal bir zaman aralığının bütününde süreklilik arz eder. Hem zamana hem genliğe göre sürekli olan sinyaldir. **Sürekli sinyal** olarak da adlandırılır. Analog sinyal yayılma ve alma sırasında gürültüye maruz kalır. Analog sinyalin bileşenleri genlik, frekans, faz ve zamandır. Analog sinyaller, basit ve birleşik olmak üzere iki grupta incelenir. Basit analog sinyal olan sinüs sinyali daha basit sinyallere ayrıştırılamaz. Birleşik analog sinyaller basit sinüs sinyalleriyle oluşturulabilir. Başka bir deyişle birleşik analog sinyal çok sayıda sinüs sinyalinin birleşimiyle oluşur.

Sayısal Sinyal: Bilginin ayrık değerler (1 ve 0) olarak kodlanmasıdır. Sadece belirli zaman anlarında tanımlanmış ve belirli değerleri alabilen işaretlerdir. Analog sinyal gibi sürekli değildir. **Ayrık zamanlı sinyal** olarak da adlandırılır (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: Analog ve sayısal sinyal

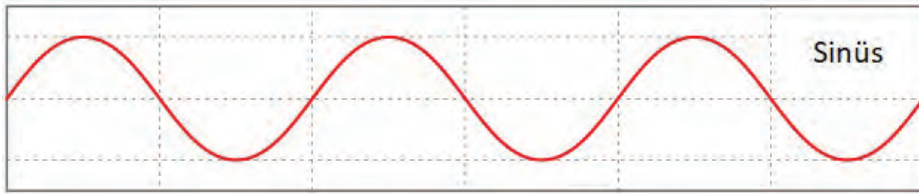
Optik Sinyal: Sayısal sinyaller elektriksel enerjiden ışığa dönüştürülerek optik enerji elde edilir. Işık enerjisi ince cam fiber lifler içinden gönderilir. Optik sinyal alıcıda tekrar elektriksel sinyale dönüştürülür.

Alternatif Akım Dalga Formları

Gerilim veya akımın zamana karşı anlık koordinat değerleri çizilerek elde edilen şekle **AC (alternatif akım) dalga formu** denir. AC dalga formu, zamana göre sırasıyla pozitif bir maksimum değer ile negatif bir maksimum değer arasında her yarım döngüde polaritesini sürekli değiştirmektedir.

Alternatif akım sinyali, zamanla değeri değişen gerilim veya akımdır. Bu sinyaller farklı dalga formlarındadır. Alternatif akım sinyalleri çoğu uygulamada zamanın periyodik fonksiyonları şeklindedir. En yaygın kullanılan periyodik sinyal sinüzoidal dalgadır. Ancak üçgen ve kare dalga da elektronikte yaygın olarak kullanılır. Sinyalleri elde etmek için osilatör devreleri tasarlanır. Bu devreleri içeren sinyal veya fonksiyon jeneratörü adı verilen cihazlar üretilir. Bu sinyallerin frekansları frekansmetre veya osiloskopa ölçülebilir.

Sinüzoidal (Sinüs) Dalga: Sinüs dalgası veya sinüzoidal dalga özel bir sinyal türüdür. Matematiksel bir fonksiyonla ifade edilir. Sinüs dalgası sıfırdan başlar, pozitif değerler alır ve tekrar sıfıra ulaşır. Ardından negatif değerler alır, tekrar sıfıra ulaşır. Bir döngü tamamlanmış olur. Ülkemizde kullanılan şehir şebeke gerilimine ilişkin AC gerilim veya AC akımın şekli sinüzoidal dalga şeklindedir. Analog haberleşmede bu dalga formu kullanılır (Görsel 1.11).



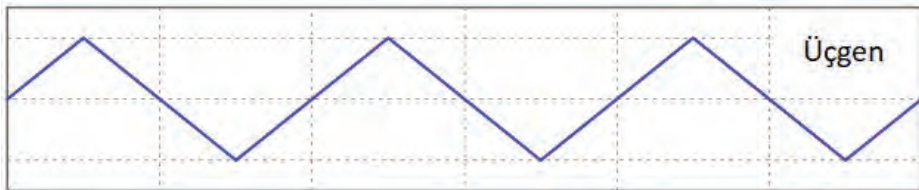
Görsel 1.11: Sinüzoidal dalga formu

Kare Dalga: Kare dalga herhangi bir anda iki farklı değerden birini alabilen periyodik bir işarettir. Bu iki farklı değer 5 V ve 0 V olabileceği gibi +10 V ve -10 V da olabilir. Kare dalga periyodik bir işarettir. Sayısal devrelerde ve sayısal haberleşmede bu dalga formu kullanılır (Görsel 1.12).



Görsel 1.12: Kare dalga formu

Üçgen Dalga: İsmi üçgen şeklinden alan ve sinüzoidal olmayan dalga şeklidir. Sinüs ve kare dalgadan sonra en çok kullanılan dalga formudur. Periyodik olup kare dalgada olduğu gibi tek harmoniklere sahiptir. Kare dalganın integrali alınarak üçgen dalga elde edilir (Görsel 1.13).



Görsel 1.13: Üçgen dalga formu

Testere Dişi Dalga: Sinüzoidal olmayan bir dalga biçimidir. Sıfır eğim açısına sahip düz dişi bir testerenin dişlerine benzerliğinden dolayı bu şekilde adlandırılmıştır. Grafiği önce yükselen bir rampa ve sonra ani bir düşüşten oluşan periyodik dalgadır. Sinüs dalgaları gibi testere dişi dalga da ses üretebilir. Müzik sentezleyicilerin temelini oluşturur. Katot ışınlu tüp ünitesine sahip monitörlerde kullanılır (Görsel 1.14).



Görsel 1.14: Testere dişi dalga formu

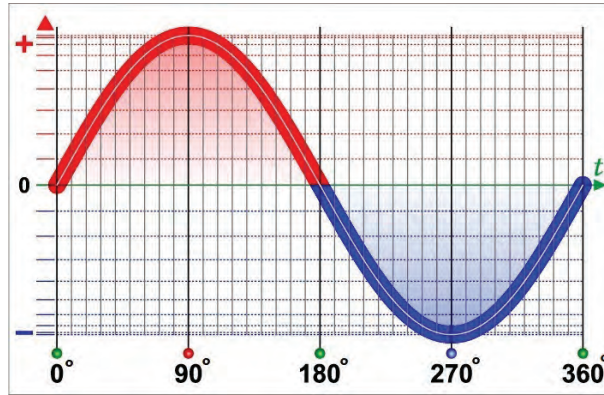
1.2.3. Alternatif Akım Dalga Formunun Özellikleri

AC akım dalga formlarının özellikleri aynı zamanda alternatif akımın temel kavramlarıdır. Bu kavramlar; saykıl, alternans, frekans, periyot ve dalga boyudur.

Saykıl

Saykıl, alternatörün bir tam tur dönmesiyle meydana gelen dalga şeklidir. Sinüs dalgasında bir saykıl gerçekleştikten sonra sinyal kendini tekrarlamaya başlar. Bir saykılı tespit edebilmek için sinüs sinyalinde başlangıç olarak kabul edilen açı değerinden (zaman düzleminde) 360° ileri ya da geri gidilir. Başlangıç ve bitiş noktaları arasında kalan dalga şekli bir saykılı gösterir.

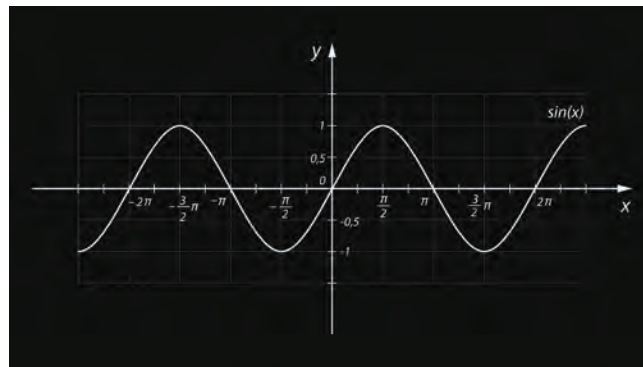
Sinüs dalgası sıfırdan başlar, pozitif değerler alır ve ardından tekrar sıfıra ulaşır. Ardından negatif değerler alır, tekrar sıfıra ulaşır. Böylece bir saykıl tamamlanmış olur (Görsel 1.15).



Görsel 1.15: Sinüs dalga formunda bir saykıl

Alternans

Bir sinüs sinyalinin sıfırdan başlayıp pozitif değerler aldıktan sonra tekrar sıfıra geldiği kısmına pozitif alternans (pozitif döngü), sıfırdan başlayıp negatif değerler aldıktan sonra tekrar sıfıra geldiği kısmına ise **negatif alternans (negatif döngü)** denir (Görsel 1.16).



Görsel 1.16: Sinüs dalga formunda alternans

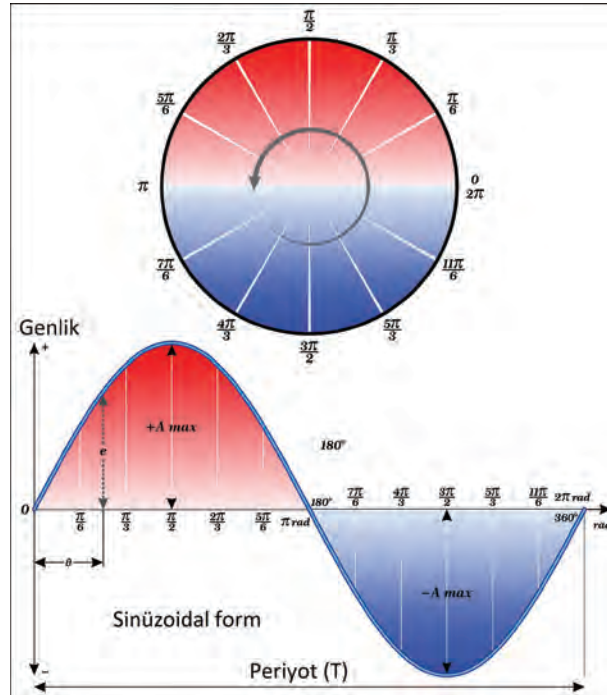
Frekans

Alternatif akım veya gerilimin bir saniyede oluşan saykıl sayısına veya alternatördeki iletkenin saniyedeki devir sayısına **frekans** denir. Frekans f harfiyle gösterilir. Birim olarak saykıl/saniye, periyot/saniye veya daha çok Hertz (Herz) kullanılır.

Frekans, AC sinyallerini ifade edebilmek için kullanılan çok önemli bir parametredir. Alternatif gerilim, elektrik üretim santrallerinde üretilir. Daha sonra kullanım için evlere ve iş yerlerine taşınır. Kullanılan bu sinyalin sabit bir frekansı vardır. Ülkemizde ve Avrupa ülkelerinde şebeke geriliminin frekansı 50 Hz, ABD'de ise 60 Hz'dir. Evlerde kullanılan AC gerilim saniyede bir saykılı 50 ya da 60 kez tekrar eden bir dalga şeklindedir. Alternatördeki iletken ne kadar hızlı dönerse yani birim zamanda devir sayısı ne kadar yüksekse elde edilen gerilimin frekansı da o kadar yüksek olur. Frekansı etkileyen diğer bir etken de alternatördeki manyetik kutupların sayısıdır.

Periyot

Alternatördeki iletkenin bir tam dönüşünü tamamlaması yani 360 bir dönüş yapmasıyla elektromotor kuvvetin bir periyodu oluşur. Gerilim değerinin sıfırdan başlayarak pozitif maksimum değere çıkıp buradan tekrar düşerek sıfıra inmesi, ardından negatif maksimum değere ulaşması ve artarak tekrar sıfıra çıkması sonunda geçen zamana **periyot** denir. Başka bir deyişle bir saykılın tamamlanabilmesi için geçen zamana **periyot** denir. Periyot T harfiyle gösterilir. Birimi saniyedir (Görsel 1.17).



Görsel 1.17: Sinüs dalga formunda periyot

Periyot ile frekans arasındaki ilişki aşağıda verilmiştir.

$$f = \frac{1}{T} \quad T = \frac{1}{f}$$

Formüllerde kullanılan

f : Frekans (Hertz-Hz)

T : Periyot (Saniye-sn.)

1. Örnek: Frekansı 10 Hz olan bir AC sinüs sinyalinin periyodunu bulunuz.

Çözüm: $f = 10 \text{ Hz}$
 $T = ?$

$$\text{Periyot } (T) = \frac{1}{f} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ s} = 0,1 \times 1.000 = 100 \text{ ms'dir.}$$

2. Örnek: Periyodu 10 ms olan bir AC sinüs sinyalinin frekansını bulunuz.

Çözüm: $T = 10 \text{ ms} = 0,01 \text{ s}$
 $f = ?$

$$\text{Frekans } (f) = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,01} = \frac{1 \times 100}{0,01 \times 100} = \frac{100}{1} = 100 \text{ Hz'dir.}$$

3. Örnek: Ülkemizde kullanılan şehir şebeke frekansının saykıl sayısını, toplam alternans sayısını ve periyodunu bulunuz.

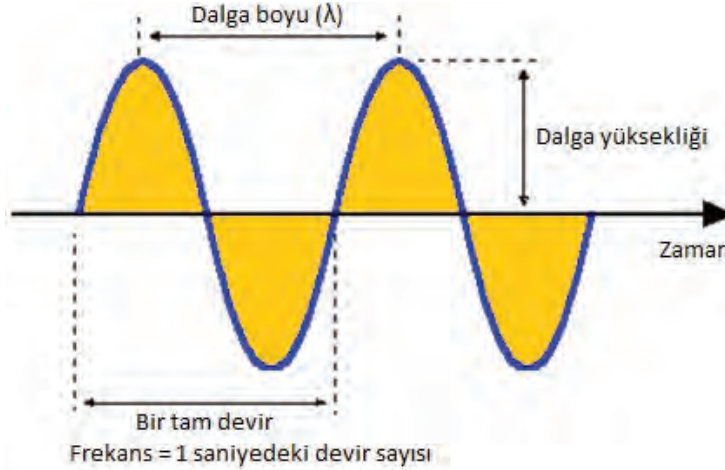
Çözüm: Ülkemizde şehir şebeke frekansı $(f) = 50 \text{ Hz}$

Frekans saniyedeki saykıl sayısı olduğuna göre saykıl sayısı = 50'dir. Her saykılada bir pozitif ve bir negatif alternans olduğuna göre toplam alternans sayısı = $50 \times 2 = 100$ 'dür.

$$\text{Periyot } (T) = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ s} = 0,02 \times 1.000 = 20 \text{ ms'dir.}$$

Dalga Boyu

Dalga boyu, sinüs sinyalinin iki saykılının birbirinin aynı olan iki noktası (örneğin saykıl başlangıçları) arasındaki uzaklıktır. Başka bir deyişle elektromanyetik dalganın bir periyodunun havada aldığı yoldur. Yunanca lamda (λ) harfiyle gösterilir. Birimi metredir. Metre, mikrometre ve nanometre cinsinden ölçülür. Dalga boyu frekansla ters orantılıdır. Dolayısıyla dalga boyu uzadıkça frekans azalır. Dalga boyu, dalga hızının frekansa oranıdır (Görsel 1.18).



Görsel 1.18: Sinüs dalga formunda dalga boyu

Dalganın boşlukta ilerlediği hız, ışık hızı olarak kabul edilir. Işık ve elektromanyetik dalgalar için hızın saniyede 300.000.000 m olduğu bilinmektedir. Bu durumda ışık hızı veya dalga hızı 300.000 km/s kabul edilir. Dalga boyu ile frekans arasındaki ilişki 28. sayfada verilmiştir.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Formüllerde kullanılan

λ : Dalga boyu (Metre-m)

c : Işık hızı (Metre/saniye-m/s)

f : Frekans (Hertz-Hz)

1. Örnek: 100 MHz'de yayın yapan bir FM radyo vericisinin yayın frekansının dalga boyunu bulunuz.

Çözüm: $f = 100 \text{ MHz}$

$\lambda = ?$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300.000.000}{100 \times 1.000.000} = \frac{3 \times 10^8}{100 \times 10^6} = 3 \text{ m'dir.}$$

2. Örnek: 5 KHz frekansındaki AC sinyalinin dalga boyunu bulunuz.

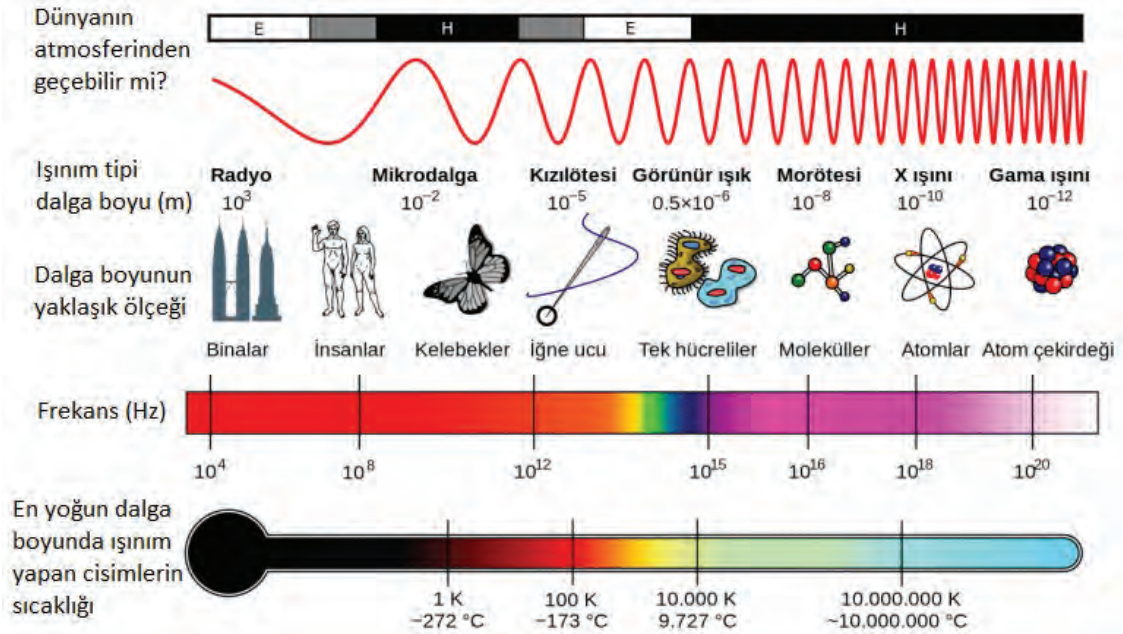
Çözüm: $f = 50 \text{ Hz}$

$\lambda = ?$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300.000.000}{5 \times 10^3} = \frac{300 \times 10^6}{5 \times 10^3} = 60 \times 10^3 \text{ m} = 60 \text{ km'dir.}$$

1.2.4. Elektromanyetik Frekans Spektrumu

Radyo dalgalarından gama ışınlarına kadar evrende bulunan tüm elektromanyetik dalgalar, elektromanyetik frekans spektrumunda sınıflandırılır. **Elektromanyetik spektrum (elektromanyetik tayf)**, tüm elektromanyetik dalgaları (var olan tüm ışık aralığını) barındıran bir ölçektir. Işık sadece görünür ışıktan ibaret değildir. Elektromanyetik radyasyonu oluşturan elektromanyetik spektrumun tüm bölgeleri ışık olarak adlandırılabilir (Görsel 1.19).



Görsel 1.19: Elektromanyetik spektrum (tayf)

Elektromanyetik spektrum, elektromanyetik dalgaları enerjilerine göre sınıflandırır. Yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar, düşük frekanslılara göre daha yüksek enerjiye sahiptir. Bu sebeple bu dalgalar cisimlerin daha derinlerine işleyebilir, birim zamanda daha fazla bilgi taşıyabilir. Dalga boyu ne kadar kısaysa (frekans ne kadar yüksekse) elektromanyetik dalga, düştüğü yüzeyin detaylarını o kadar iyi gösterir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1: Elektromanyetik Dalgalar		
Elektromanyetik Dalga	Dalga Boyu (λ)	Frekans (f)
Radyo dalgaları	1 m-100 km	300 MHz-3 KHz
Mikrodalga	1 mm-1 m	300 GHz-300 MHz
Kızılötesi (IR)	750 nm-1 mm	400 THz-300 GHz
Görünür ışık bölgesi	400 nm-750 nm	770 THz-400 THz
Morötesi (UV)	10 nm-400 nm	30 PHz-750 THz
X ışını	0,01 nm-10 nm	30 EHHz-30 PHz
Gama ışını	<0,02 nm	>15 EHHz

Radyo Dalgaları: Radyo ve televizyon alıcılarına gelen elektromanyetik dalgalar radyo dalgalarıdır. Haberleşmede kullanılan bu dalgalar evrendeki yıldızlardan ve gaz bulutlarından da yayılır.

Mikrodalga: Mikrodalgalar uydularla iletişimde kullanılır. Mikrodalgalar kullanılarak radar teknolojileri geliştirilmiştir. Ayrıca mikrodalga fırınlarda da kullanılır.

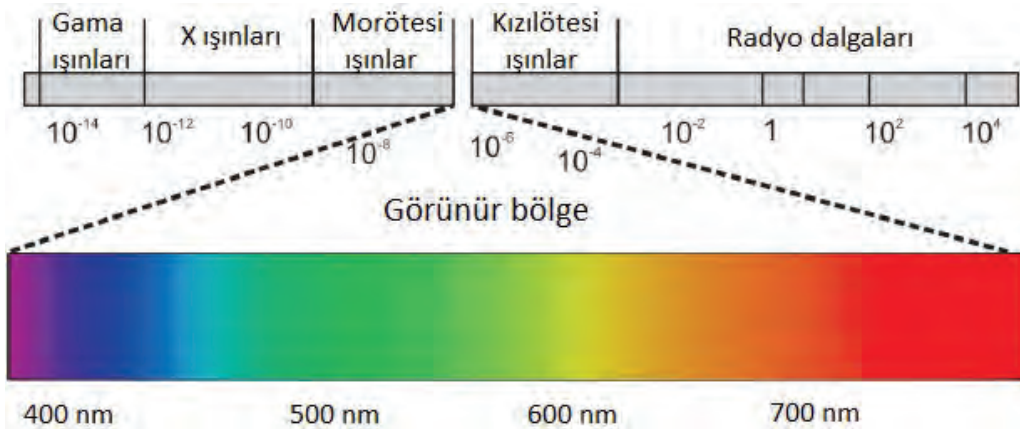
Kızılötesi: Mikrodalgaların sonundan görünür ışık bölgesinin düşük enerjili kısmına kadarki alanı kaplayan bölgedeki elektromanyetik dalgalar, atmosferde bulunan CO₂ ve H₂O molekülleri tarafından yakalanır. Bu durum atmosferin sıcaklığının artmasına sebep olur. Kızılötesi görüntülemeye sahip teknolojiler, insan bedeninden ve cisimlerden saçılan kızılötesi ışınları kullanarak görüntüleme yapar.

Görünür Işık: 4.400 nm ile 750 nm arasında dalga boyuna sahip olan elektromanyetik dalgaların oluşturduğu bu bölge insan gözünün görebildiği aralıktır. İnsan gözü frekans spektrumunda sadece küçük bir bant aralığına duyarlıdır. Spektrumun diğer bölgeleri insanın biyolojik algı sınırlarının dışındadır. İnsan gözü, spektrumun yaklaşık %0,0035'lik kısmını görebilir (Görsel 1.20).

Morötesi: 400 nm ile 10 nm arasında dalga boyuna sahip elektromanyetik dalgaların oluşturduğu bu bölge güneş tayfının incelenmesi sırasında keşfedilmiştir. Güneşin insan tenini bronzlaştırmasının nedeni morötesi ışınlarıdır.

X Işını: Çok yüksek frekansa sahip olan bu elektromanyetik dalgalara X ışını denmesinin sebebi, özelliklerinin ve doğasının bilinmemesidir. Bu ışınlar görüntüleme teknolojisinde yaygın olarak kullanılır.

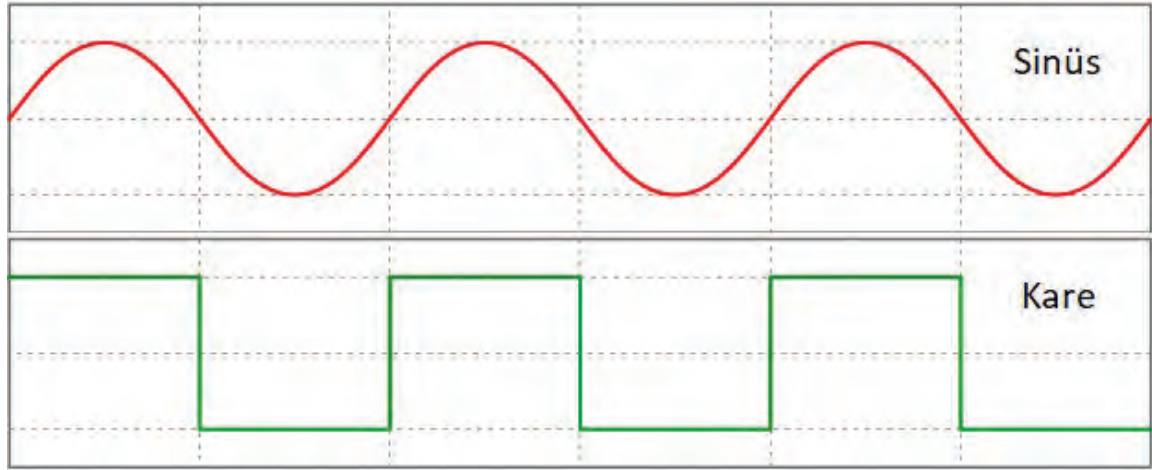
Gama Işını: En tehlikeli ve delici radyoaktif bozunumlardan birisi olan gama ışınları, radyoaktifitenin bulunmasından sonra keşfedilmiştir. Gıda sterilizasyonundan görüntülemeye kadar pek çok alanda kullanılır. Bu ışınlar, elektromanyetik spektrumdaki en yüksek enerjili dalgalarıdır.



Görsel 1.20: Spektrumda görünür ışık

Amaç: Verilen sinyallerin grafiklerini çizmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.21: Sinüs ve kare dalga

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Teknik resim araç gereci	HB kalem, cetvel, daire şablonu	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tüm araç gereci ve devre elemanlarını hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm cihazları veya devre elemanlarını elle ve gözle kontrol ediniz.
3. Aşağıda verilen kareli alanın her bir dikey karesini 1 V, her bir yatay karesini 1 ms kabul ediniz. Kareli alana tepeden tepeye genliği 10 kareye, bir saykılı 16 kareye sığan bir sinüs dalgası çiziniz. Sinyal başlangıç noktasını grafiğe sığacak şekilde belirleyiniz.
4. Aşağıda verilen kareli alanın her bir dikey karesini 1 V, her bir yatay karesini 1 ms kabul ediniz. Kareli alana tepeden tepeye genliği 10 kareye, bir saykılı 12 kareye sığan bir kare dalga çiziniz. Sinyal başlangıç noktasını grafiğe sığacak şekilde belirleyiniz.
5. Çizdiğiniz sinyallerin periyot ve frekans değerlerini bularak Tablo 1.2'ye kaydediniz.
6. Çalışma alanını ve atölyeyi temizleyiniz.

Tablo 1.2: Periyot ve Frekans Hesaplamaları

Sinyal	Periyot (T)	Frekans (f)
Sinüzoidal		
Kare		

[illegible]

Uygulamaya İlişkin Soru

İşlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME		TARİH	/....../20....
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri		Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2	BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3	BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4	TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5	SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN		100	

1.3. İLETİM ORTAMINDAN KAYNAKLANAN PROBLEMLER (GÜRÜLTÜLER)

Haberleşme sistemlerinde iletilecek bilgi, vericiden alıcıya ulaşınca kadar çeşitli bozulmalara uğrar. Bu bozulmaların bir kısmı vericideki elektronik elemanlardan, bir kısmı da iletim ortamından kaynaklanır. Haberleşme sistemlerinde görülen bozucu etkiler zayıflama, distorsiyon (bozunum), girişim ve gürültüdür.

1.3.1. İletim Ortamının Özellikleri

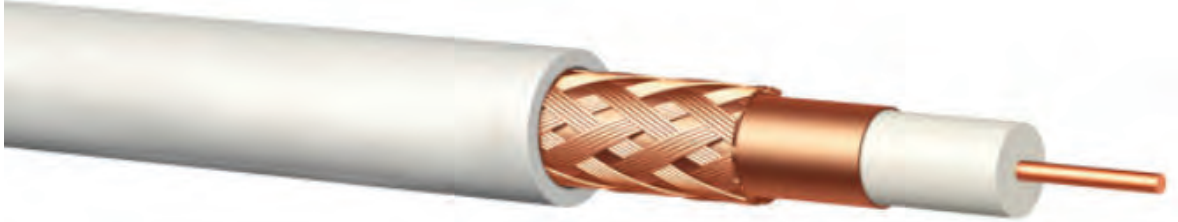
Vericiden gönderilen modüleli sinyali alıcıya aktarmak için kullanılan fiziksel ortama **iletim ortamı** denir. **Haberleşme kanalı** olarak da adlandırılır. Telsiz haberleşmede iletim ortamı serbest uzay olan atmosferdir. Haberleşme havadan sağlanır. İletim ortamları temel olarak kablolu ve kablosuz iletim ortamları olmak üzere ikiye ayrılır.

Kablolu İletim Ortamı

Koaksiyel, çift bükümlü ve fiber optik kabloların kullanıldığı iletim ortamlarıdır. Kablolu iletim ortamı; telefon ağlarında, ses, veri ve görüntü iletiminde yaygın olarak kullanılır. Bu iletim ortamından iletilen sinyaller hem genlik ve faz bozulmalarına hem de gürültüye maruz kalır. Kablolu iletim ortamında birbirine yakın kanallardan dolayı girişim oluşabilir.

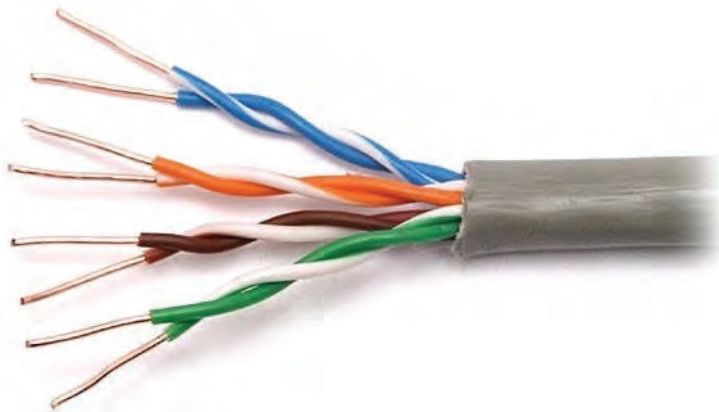
Koaksiyel Kablo: Radyo frekanslarında kullanılan bir kablo türüdür. Kablonun kesit alanı iç içe dört maddeden meydana gelir. En içte sinyali taşıyan canlı hat vardır. Bu uç, dielektrik (yalıtkanlık) sabiti yüksek bir yalıtkanla çevrelenmiştir. Yalıtkanın çevresinde iletkenlerden oluşan örgü vardır. Bu örgü topraklanmıştır. En dışta koruyucu kılıf yer alır (Görsel 1.22).

Kablolu TV ve uydu sistemlerinde dağıtım kablosu olarak kullanılır. 50 Ω ve 75 Ω empedansa sahip kabloların haberleşme ve telsiz sistemlerinde veri iletiminde kullanılan tipleri de vardır. Koaksiyel kablounun yangına dayanıklı olan türünde yangın anında görüntü iletimi mümkündür.



Görsel 1.22: keategori kablo

Çift Bükümlü Kablo: İngilizce category (kategori) sözcüğünün kısaltması olan **CAT** kabloları olarak da bilinir. CAT3, CAT4, CAT5, CAT6 ve CAT7 olarak sınıflandırılmıştır. Bükümlü çift kablo, birbirine bükülmüş ve koruyucu bir kaplama içine yerleştirilmiş bir veya daha fazla sayıda yalıtılmış bakır tel çiftinden oluşur. Bu kablolar ikişer ikişer birbirine sarılarak üretilir. Bu kablo sınıfı bilgi iletişiminin olduğu birçok alanda kullanılır. Bilgisayar bağlantıları (yerel alan ağı kablolaması), elektronik kontrol sistemleri, yazıcı, modem, terminal bağlantılarında veri iletişimi için kullanılır (Görsel 1.23).



Görsel 1.23: Çift bükümlü kablo

Fiber Optik Kablo: Fiber optik kablolar ışık sinyalinin iletmek için camdan veya plastikten imal edilmiş kablolardır. Fiber optik kablolar, veri göndermek için elektrik sinyallerinin yerine ışık sinyallerini kullanır. Elektrik kablosuna benzer ancak ışığı taşımak için kullanılan bir veya daha fazla optik lif içerir. Optik fiber elemanları tipik olarak tek tek plastik tabakalarla kaplanır. Kablonun yerleştirileceği ortam için uygun koruyucu bir tüp içinde bulunur. Fiber optik kablo, iç yansıma için seçilen bir çekirdek, kaplama katmanı ve dış koruyucu kılıftan oluşur (Görsel 1.24).

Fiber optik kabloların kullanıldığı iletim ortamları koaksiyel kablolardan çok daha fazla bant genişliği sunar. Bina içi ve bina dışı kullanım için uygun olduğu gibi yer altında ve direkler arası havai kullanım için uygun olan tipleri de vardır. Fiber optik kablolar ses, video ve veri iletimi içeren birçok uygulamada kullanılır. Ticari işletmeler, askerî alanlar, sağlık, havacılık alanları ile birçok farklı endüstri alanında yaygın olarak kullanılır.



Görsel 1.24: Fiber optik kablo

Kablosuz İletim Ortamı

Kablosuz haberleşmede iletim ortamı serbest uzaydır. Radyo haberleşme sistemlerinde elektromanyetik enerji, iletim ortamına (serbest uzay) bir antenle aktarılır. Sinyaller kablolarla bağlı değildir. Elektromanyetik dalganın atmosferden alınması da anten vasıtasıyla gerçekleşir. Kablosuz iletim ortamlarından tek yönlü veya çok yönlü sinyal gönderilebilir. İletim ortamı olarak serbest uzayın kullanılması bazı özel problemler oluşturur. Bu nedenle serbest uzay spektrumu farklı frekans bantlarına bölünür. Her bir bant belirli uygulamalar için kullanılır. Kablosuz iletişimde kızılötesi, mikrodalga ve radyo dalgaları kullanılır (Görsel 1.25).



Görsel 1.25: Kablosuz iletim

Kızılötesi: Bu ışık, elektromanyetik frekans spektrumunda görünür ışık bölgesinin dışında olduğu için çıplak gözle görülemez. Kısa mesafelerde kullanılır. Kızılötesi ışınlar uzaktan kumandalar ve kablosuz fareler başta olmak üzere birçok cihazda kullanılır. Kızılötesi ışınlar 300 GHz ile 400 THz frekans aralığını kapsar.

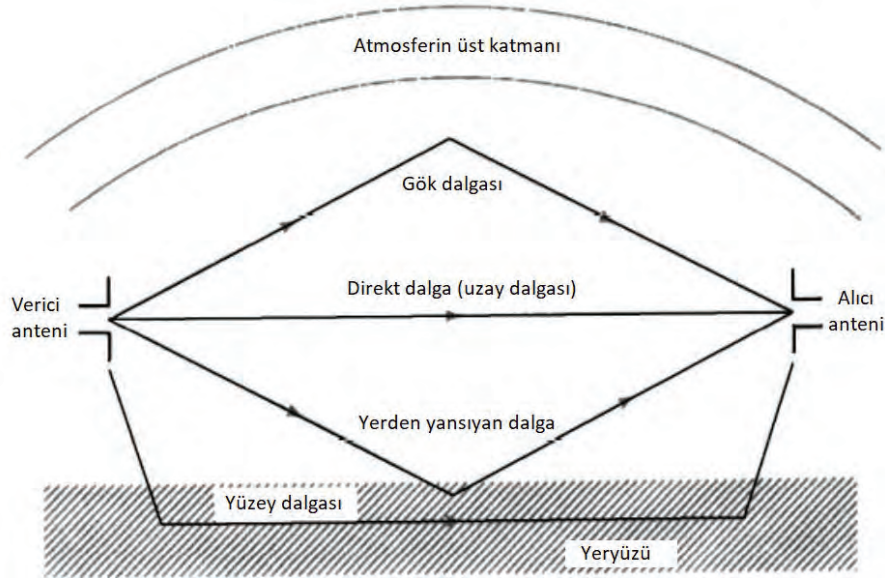
Mikrodalga: Mikrodalga, elektromanyetik dalganın boyunun 1 m'den kısa olduğu frekansları (300 MHz ile 300 GHz aralığı) kapsar. Dalga boyunun 1 cm'den kısa olduğu frekanslara **milimetrik dalga** denir. Dalga boyunun 1 mm'den kısa olduğu frekanslara **alt milimetrik dalga** denir. Telekomünikasyon, noktadan noktaya haberleşme, uydu, hücresel erişim teknolojileri, uzay, radyo astronomi, savunma radar, görüntüleme ve tedavi uygulamalarında kullanılır.

Radio Dalgaları: Radyo dalgaları, radyo titreşim sayısı ile gerçekleşen elektromanyetik dalgalardır. Radyo dalgalarını diğer elektromanyetik dalgalardan ayıran özellik, uzun dalga boyunda olmalarıdır. Müzik yayınlarının yapıldığı radyolarda radyo dalgaları kullanılır. Sinyaller bir vericiden hava yoluyla gönderilir. Alıcılar aracılığıyla kullanıcılara iletilir. Radyo dalgaları 3 KHz ile 300 MHz frekans aralığını kapsar. Verici ve alıcı antenleri arasında elektromanyetik dalgaların atmosferde yayılımı üç şekilde olur (Görsel 1.26).

Gök Dalgası: Yüksek frekans uygulamaları için kullanılır.

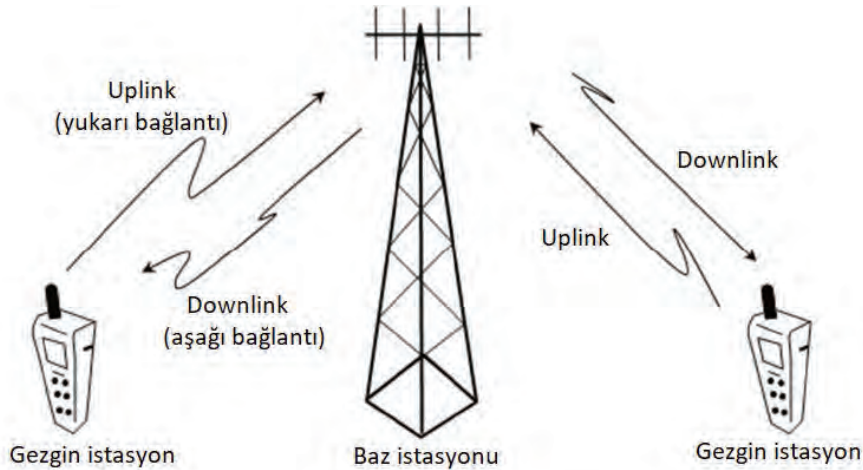
Uzay Dalgası: Hem direkt hem yerden yansıyan dalgaları içerir. Çok yüksek frekanslarda (30 MHz üzeri) kullanılır.

Yüzey (Yer) Dalgası: 1,5 MHz'in altındaki frekanslarda en iyi iletimi bu dalgalar gerçekleştirir ancak frekansın artmasıyla yer kayıpları hızla artar.



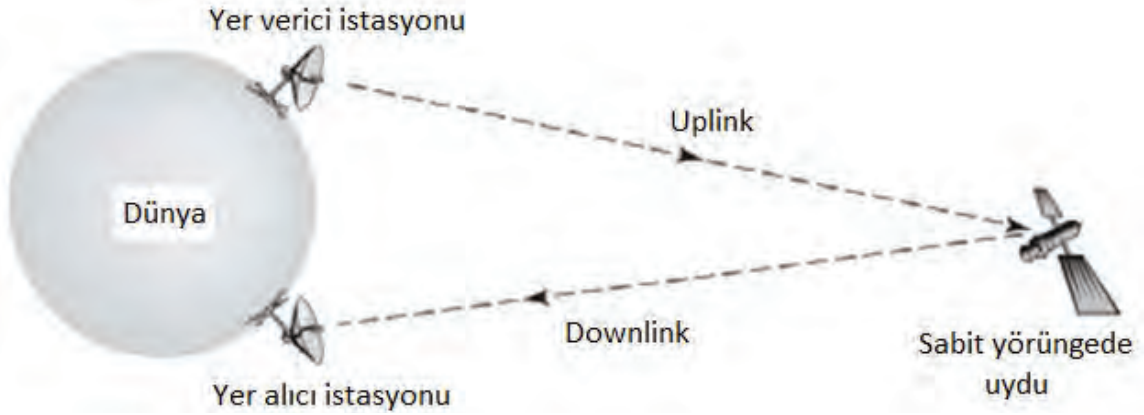
Görsel 1.26: Elektromanyetik dalgaların yayılım şekilleri

Ses, veri veya görüntü iletimi için kullanılan iki yönlü haberleşme sistemlerinde, sabitlenmiş bir baz istasyonu ve çevresinde çok sayıda gezgin istasyon bulunur. Haberleşme için bir frekans çifti kullanılır. Baz istasyonundan gezgin istasyona doğru iletim için yukarı bağlantı [uplink (ap-link)] frekansı kullanılır. Gezgin istasyondan baz istasyonuna doğru iletim için aşağı bağlantı [downlink (downlink)] frekansı kullanılır (Görsel 1.27).



Görsel 1.27: Serbest uzay kullanılarak gerçekleştirilen kablosuz iletim

Bir haberleşme uydusu gökyüzünde röle görevi yapar. Uydularla haberleşmek için bir frekans çifti kullanılır. Yer verici istasyonundan uyduya doğru iletim için uplink frekansı, uydudan yer alıcı istasyonuna doğru iletim için downlink frekansı kullanılır (Görsel 1.28).



Görsel 1.28: Uydu haberleşme sistemi

1.3.2. İletim Ortamından Kaynaklanan Problemler

Boşlukta yayılan bir elektromanyetik dalga, üretildiği kaynaktan uzaklaştıkça aradaki mesafenin karesiyle ters orantılı olarak azalır. Elektromanyetik dalgalar alıcıdan vericiye ulaşana kadar olan mesafede meydana gelebilecek kırılma, saçılma, girişim ve emilim gibi nedenlerden enerji kaybına uğrar. Zayıflamayla birlikte elektriksel gürültü, dalga girişimi ve çoklu yol etkisi gibi faktörler taşıyan sinyalin kısmen veya tamamen bozulmasına neden olabilir. Ortamdaki elektriksel gürültü oranının yüksek olması sinyalin bozulmasına sebep olur.

Haberleşme sistemlerinde, iletim ortamındaki bozucu etkiler nedeniyle alınan sinyal, gönderilen sinyale göre farklılıklar içerir. Bu farklılıklar analog sinyaller için sinyal kalitesinin bozulmasına, sayısal sinyaller için bit hatalarının oluşmasına neden olur. İletim ortamının türü, iletilen verinin bit hızı, haberleşen iki cihaz arasındaki mesafe, iletim ortamındaki bozulmaların sebeplerindendir. Zayıflama, sınırlı bant genişliği, distorsiyon ve gürültüyse haberleşme sistemlerinde sinyaller iletilirken iletim ortamından kaynaklanan bozulmalardandır.

Haberleşme sistemlerinde sinyaller iletilirken iletim ortamından kaynaklanan bozulmalar aşağıda sıralanmıştır.

- Zayıflama
- Sınırlı bant genişliği
- Distorsiyon
- Gürültü

Zayıflama (İletim Kaybı)

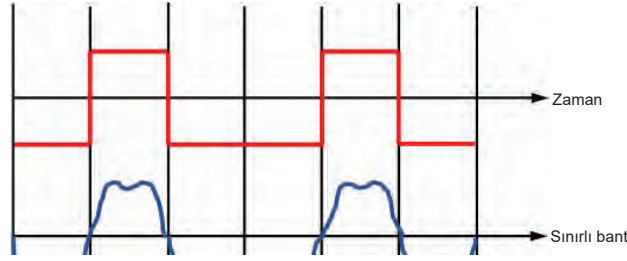
Sinyal gücünün mesafeye bağlı olarak azalmasına **zayıflama (iletim kaybı)** denir. Başka bir deyişle sinyalin iletim ortamında ilerlerken (yayılırken) gücünün azalmasıdır. Haberleşme ortamında zayıflama, kaliteyi belirleyen önemli bir faktördür. Yükselteç veya tekrarlayıcı kullanılarak sorun çözümler (Görsel 1.29).



Görsel 1.29: Zayıflama

Sınırlı Bant Genişliği

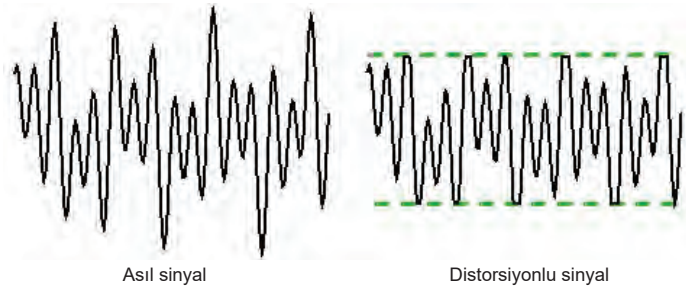
Bir sinyal farklı frekans bileşenlerinin toplamından oluşur. İletişim kanalı sınırlı olduğundan bant genişliğinin dışında kalan frekanslar kaybedilir (Görsel 1.30).



Görsel 1.30: Sınırlı bant genişliği

Distorsiyon

Haberleşmede iletilen sinyalin şeklinin bozulmasına **distorsiyon** denir (Görsel 1.31).



Görsel 1.31: Distorsiyon

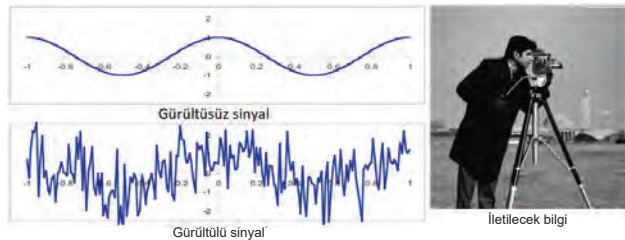
Distorsiyon, sinyal distorsiyonu ve gecikme distorsiyonu olmak üzere iki çeşittir.

Sinyal (İşaret) Distorsiyonu: İletim ortamında yayılan sinyalin yüksek frekans bileşenleri, alçak frekans bileşenlerine göre daha fazla zayıflar. Alınan sinyalin dalga şeklinde bozulmalar olur. Bu tür bozulmaya **sinyal (işaret) distorsiyonu** denir. Bu durumda sinyalin taşıdığı bilginin anlaşılabilirliği azalır.

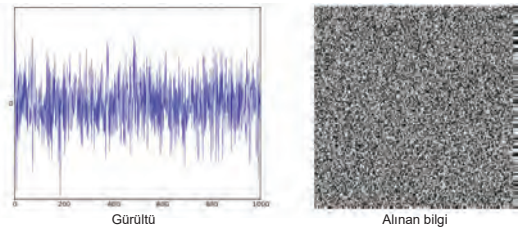
Gecikme Distorsiyonu: Sinyali oluşturan farklı frekansların veya fiber optik kablo içindeki ışık ışınlarının farklı yollar takip etmesi nedeniyle hedefe farklı zamanlarda ulaşması sonucu sinyal şeklinin değişmesine **gecikme distorsiyonu** denir.

Gürültü

Vericiden alıcıya gönderilen asıl sinyale eklenen istenmeyen sinyallere **gürültü** denir. Başka bir deyişle gönderilen asıl sinyali bozan elektriksel bir bozukluktur. Haberleşme kapasitesini sınırlayan en önemli etki gürültüdür. Güneş ışığı, floresan lamba, motor ateşleme sistemleri gürültü kaynağına örnek olarak verilebilir. Haberleşme sinyallerinde belirli bir seviyenin üstündeki gürültü, bilginin bozulmasına neden olabilir. Sayısal sinyaller analog sinyallere göre gürültüden daha az etkilenir. Gürültü olmasaydı sabit güçlü bir sinyal sınırsız uzaklıklara iletebilirdi (Görsel 1.32, 1.33).



Görsel 1.32: Gürültüsüz ve gürültülü sinyal



Görsel 1.33: Gürültü

Gürültüler beş çeşittir.

Termal (Isıl) Gürültü: Haberleşme sisteminde bulunan devrelerdeki direnç, transistör vb. elemanlarda bulunan serbest elektronlar ortam sıcaklığı nedeniyle gürültü oluşturur. Termal gürültü, **Johnson (Cansın) gürültüsü** olarak da adlandırılır.

Interference (İntifirins): Girişim anlamına gelen interference, istenmeyen sinyallerin asıl sinyalde bozucu etki meydana getirmesidir. Girişim etkisinden kurtulmak için istenmeyen sinyal kaynakları haberleşme sisteminden uzaklaştırılır.

Crosstalk (Kırostolk): Karışma anlamına gelen crosstalk, başka kabloların etkisi yüzünden oluşan gürültüdür. Aynı kılıf içinde yan yana bulunan kablolardaki sinyallerin birbirini etkilemesidir. Crosstalk etkisinden kurtulmak için kablolar bükümlü yapılır.

Schottky (Şatki) Gürültüsü: Her iletkenin doğru akım akması sonucu oluşur. **Transistör gürültüsü** olarak da adlandırılır.

Impulse (İmpuls) Gürültüsü: Darbe, dürtü, itme, ani hareket anlamına gelen impulse, süresiz olup yüksek genlikli düzensiz darbeler şeklinde ortaya çıkar. Elektrik motorlarının, motor ateşleme sistemlerinin ve elektromekanik rölelerin ürettikleri gürültüler impulse gürültüsü olup iletilen sinyal üzerinde bozucu etki bırakır.

1.3.3. Gürültü Hesaplamaları

Bir sistemin kazanç ya da kaybının hesaplanmasında desibel bağıntıları, haberleşme sisteminin performansının belirlenmesinde sinyal gürültü oranı bağıntıları kullanılır.

Desibel

Sinyaller iletim ortamından giderken zayıflar. Zayıflayan sinyaller tekrarlayıcılar aracılığıyla yükseltilerek tekrar iletim ortamına verilir. Zayıflamanın ya da yükseltmenin logaritmik ölçüsü, İskoçya asıllı bilim insanı Alexander Graham Bell isminden gelen **Bell** (bel) şeklinde ifade edilir.

Desibel, belirli bir referans güç ya da miktar seviyeye olan oranı belirten logaritmik ve boyutsuz bir birimdir. dB ile gösterilir. Genellikle ses şiddeti için kullanılır. Elektronik sinyal ve gürültü kazanılması veya kaybedilmesi desibel cinsinden ifade edilir. Desibel, Bell'in onda biridir.

Desibel daima iki değer arasındaki karşılaştırmadır. Bu karşılaştırılan değerler ses, gerilim, elektromanyetik dalga vb. değerler olabilir. Desibel 10 tabanlı logaritmayla ilişkilidir.

	Formüllerde kullanılan
$Kazanç (dB) = 10 \log \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$	Kazanç (Desibel-dB) P1: Giriş gücü (Watt-W) P2: Çıkış gücü (Watt-W)
$Kazanç (dB) = 20 \log \left(\frac{U_2}{U_1} \right)$	U1: Giriş gerilimi (Volt-V) U2: Çıkış gerilimi (Volt-V)

Desibel mutlak bir birim değildir. Desibel kazanç veya kaybı ifade eder. Bir büyüklüğün başka bir büyüklükle karşılaştırılmasıdır. Referans seviyesi belirtilmedikçe bir sinyalin seviyesini belirtmek bir anlam ifade etmez. Doğru ifade, 1 mW referans seviyesi üzerinde 6 dB sinyal seviyesi şeklindedir.

Elektronik akustik türünde kullanılan desibel referans seviyeleri aşağıda verilmiştir.

dBm: Referans seviyesi 1 mW olup dBm güç seviyeleri 1 mW seviyesine göre ifade edilir. Mutlak güç seviyesi için aşağıdaki bağıntı kullanılır.

$dBm = 10 \log \left(\frac{P}{1mW} \right)$
Formülde kullanılan
dBm: Mutlak güç seviyesi (Desibel-dB)
P: Sistemde ölçülen güç (Watt-W)

dBW: Referans seviyesi 1 W olup dBm güç seviyeleri 1 W seviyesine göre ifade edilir. Mutlak güç seviyesi için aşağıdaki bağıntı kullanılır. Vericiler gibi yüksek güçlü uygulamalarda kullanılır.

$$dBW = 10 \log \left(\frac{P}{1W} \right)$$

Formülde kullanılan

dBW: Mutlak güç seviyesi (Desibel-dB)

P: Sistemde ölçüm yapılan güç (Watt-W)

1. Örnek: Bir yükseltecin girişinde 1 W olan sinyal gücü yükselteç çıkışından 100 W olarak ölçülüyor. Yükseltecin kazancını bulunuz.

Çözüm: $P_1 = 1 \text{ W}$

$P_2 = 100 \text{ W}$

Kazanç = ?

$$Kazanç = 10 \log \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = 10 \log \left(\frac{100}{1} \right) = 10 \log 100 = 10 \times 2 = 20 \text{ dB'dir.}$$

2. Örnek: Bir filtre devresinin girişindeki sinyal gücü 50 W olup çıkışından 45 W alınmaktadır. Sistemin kaybını bulunuz.

Çözüm: $P_1 = 50 \text{ W}$

$P_2 = 45 \text{ W}$

Kayıp = ?

$$Kayıp = 10 \log \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = 10 \log \left(\frac{45}{50} \right) = 10 \log 0,9 = 10 \times (-0,046) = -0,46 \text{ dB'dir.}$$

3. Örnek: 50 W kaç dBW eder?

Çözüm: $P = 50 \text{ W}$

dBW = ?

$$dBW = 10 \log \left(\frac{P}{1W} \right) = 10 \log \left(\frac{50}{1} \right) = 10 \log 50 = 10 \times 1,7 = 17 \text{ dBW'tır.}$$

Sinyal Gürültü Oranı (SNR)

Bir sinyalin içerdiği gücün gürültü gücüne oranına **sinyal gürültü oranı** denir. İngilizce signal to noise ratio (sıklıkla tu nois reşio) sözcüklerinin baş harfleri olan SNR veya S/N şeklinde gösterilir. Birim olarak desibel kullanılır.

SNR değeri haberleşme sistemi tasarımında önemli bir parametredir. Haberleşme sisteminin performansını değerlendirmede en sık kullanılan ölçütlerden biridir. SNR değeri sinyal ve gürültü güç değerlerinden bulunacaksa 39.sayfadaki bağıntı kullanılır.

$$SNR = 10 \log \left(\frac{\text{Sinyal Gücü}}{\text{Gürültü Gücü}} \right)$$

Formülde kullanılan

SNR: Sinyal Gürültü Oranı (Desibel-dB)

Sinyal ve Gürültü Gücü (Watt-W)

SNR değeri sinyal ve gürültü gerilim değerlerinden bulunacaksa aşağıdaki bağıntı kullanılır.

$$SNR = 20 \log \left(\frac{\text{Sinyal Gerilimi}}{\text{Gürültü Gerilimi}} \right)$$

Formülde kullanılan

SNR: Sinyal Gürültü Oranı (Desibel-dB)

Sinyal ve Gürültü Gerilimi (Volt-V)

1. Örnek: Bir haberleşme sisteminde sinyal gücü 10 W, gürültü gücü 100 mW'tır. Haberleşme sisteminin SNR değerini bulunuz.

Çözüm: Sinyal gücü = 10 W
Gürültü gücü = 100 mW = 0,1 W
SNR = ?

$$SNR = 10 \log \left(\frac{\text{Sinyal Gücü}}{\text{Gürültü Gücü}} \right) = 10 \log \left(\frac{10}{0,1} \right) = 10 \log 100 = 10 \times 2 = 20 \text{ dB'dir.}$$

2. Örnek: Bir haberleşme sisteminde sinyal gerilim değeri 2 V, gürültü gerilim değeri 10 mV'tur. Haberleşme sisteminin SNR değerini bulunuz.

Çözüm: Sinyal gerilimi = 2 V
Gürültü gerilimi = 10 mV = 0,01 V
SNR = ?

$$SNR = 10 \log \left(\frac{\text{Sinyal Gerilimi}}{\text{Gürültü Gerilimi}} \right) = 20 \log \left(\frac{2}{0,01} \right) = 20 \log 200 = 20 \times 2,3 = 46 \text{ dB'dir.}$$

3. Örnek: Bir haberleşme sisteminde SNR değeri 40 dB'dir. Sistemdeki gürültü gücü 250 mW olduğuna göre sinyal güç değerini bulunuz.

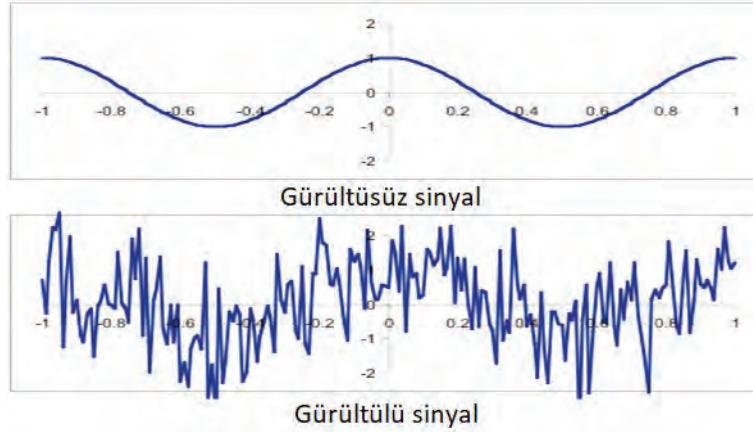
Çözüm: SNR = 40 dB
Gürültü gücü = 250 mW = 0,25 W
Sinyal gücü = ?

$$SNR = 10 \log \left(\frac{\text{Sinyal Gücü}}{\text{Gürültü Gücü}} \right) \Rightarrow 40 = 10 \log \left(\frac{\text{Sinyal Gücü}}{0,25} \right) \Rightarrow \frac{40}{10} \log \left(\frac{\text{Sinyal Gücü}}{0,25} \right)$$

$$4 = \log \left(\frac{\text{Sinyal Gücü}}{0,25} \right) \Rightarrow 10^4 = \left(\frac{\text{Sinyal Gücü}}{0,25} \right) \Rightarrow \text{Sinyal Gücü} = 10^4 \times 0,25 = 2.500 \text{ W'tır.}$$

Amaç: Gürültü problemlerini çözmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.34: Sinyallerde gürültü grafiği

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tüm araç gereci ve devre elemanlarını hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm cihazları ve devre elemanlarını elle ve gözle kontrol ediniz.
3. Verilen değerlere göre desibel ve sinyal gürültü oranına ilişkin hesaplamaları yaparak Tablo 1.3'e kaydediniz.
4. Çalışma alanını ve atölyeyi temizleyiniz.

Tablo 1.3: Gürültü Hesaplamaları

Verilen Değerler	Desibel (dBm)	SNR (dB)
Sinyal Gücü = 250 W Gürültü Gücü = 125 mW	-----	
Sinyal Gerilimi = 3,5 V Gürültü Gerilimi = 50 mV	-----	
P = 0,1 mW		-----

Uygulamaya İlişkin Soru

İşlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

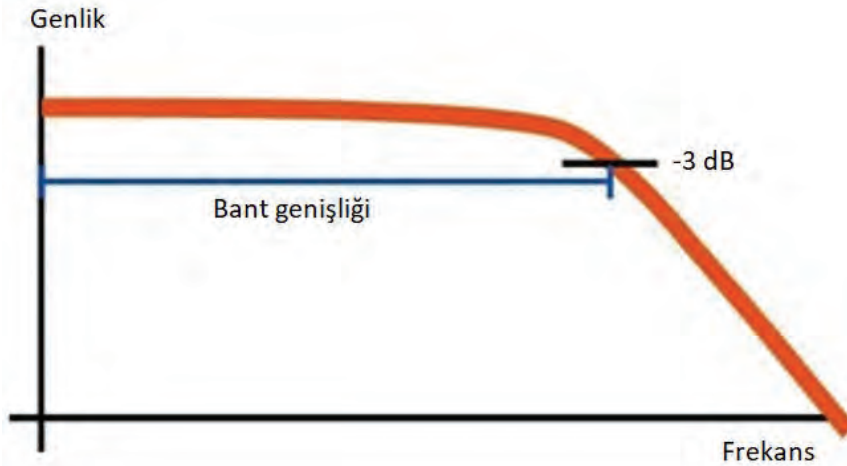
1.4. SİNYALLERDE BANT GENİŞLİĞİ

Haberleşme sistemleri, sinyal gürültü oranıyla birlikte bant genişliğiyle de değerlendirilir. Bir haberleşme sisteminin performansına ilişkin temel sınırlamalardan biri, iletilen sinyalle ilgili frekansların bant genişliğidir.

1.4.1. Bant Genişliği

Bant genişliği farklı sistemler için farklı şekillerde ifade edilir.

- Bir sinyal için bant genişliği, sinyalin içerdiği bileşen frekansları aralığını ifade eder. Bant genişliği daha büyük olduğunda bir sinyalle daha fazla sayıda frekans gösterilebilir. Örneğin KHz 10 bant genişliğine sahip GM (genlik modülasyonu) radyo sinyalleri, 200 KHz bant genişliğine sahip FM (frekans modülasyonu) radyoların sorunsuz bir şekilde iletebileceği daha yüksek ses frekanslarını iletemez.
- Bir haberleşme sistemi için bant genişliği, bilgi iletmek için gereken en az geçiş bandıdır. Bant genişliği, iletim ortamının ya da haberleşme kanalının kapasitesini ifade etmek için kullanılır. Başka bir deyişle bir kanal üzerinde taşınabilecek en fazla frekansa sahip sinyal, iletim ortamının bant genişliğidir. Bir haberleşme sisteminin bant genişliği, önemli olan tüm bilgi frekanslarını geçirebilecek kadar geniş olmalıdır. Bant genişliği ne kadar büyük olursa belirli bir süre içinde aktarılabilecek bilginin hacmi de o kadar büyük olur.
- Bir amplifikatör (yükselteç) veya filtre devresinin bant genişliği, bazı performans ölçütleri için karşıladığı frekans aralığını belirtir. En sık görülen ölçüt -3 dB frekansına dayanır. Büyüklükte 3 dB'lik azalma, güçte %50'lik azalmaya karşılık gelir. Gücün yarıya düştüğü noktadır. Bir frekans bandını ifade eden anlamlı frekans aralığı, frekansın -3 dB'ye düştüğü frekans aralığını ya da filtre tipine göre geçirme/bastırma aralığının başlangıç ve bitiş frekansını belirleyen değer olarak kabul edilir (Görsel 1.35).



Görsel 1.35: Bant genişliği grafiği

- Bir bilgisayar ağı veya genel ağ bağlantısı için bant genişliği, belirli bir süre içinde maksimum veri miktarını bir noktadan diğerine iletme kapasitesidir. Bant genişliği arttıkça veri aktarım hızı da artar.

Bant genişliği analog haberleşmede frekans cinsinden ifade edilir. Hertz cinsinden frekans bandını gösterir. Sayısal haberleşmede bps [bits per second (bits pör sekınd)] kullanılır. Bps, bir saniyede haberleşme kanalından geçen veri miktarının bit olarak gösteriminde kullanılır. İki bağlantı noktası arasında verinin ne kadar hızlı transfer edildiğini gösterir. 33.600 bps bir modem saniyede 33.600 bit veri transfer edebilir.

Bant genişliği BG ile gösterilir. Sinyallerde ve haberleşme sistemlerinde bant genişliği için 42.sayfada verilen bağıntı kullanılır. Bant genişliğini gösteren frekans düzlemi grafiği Görsel 1.36'da verilmiştir.

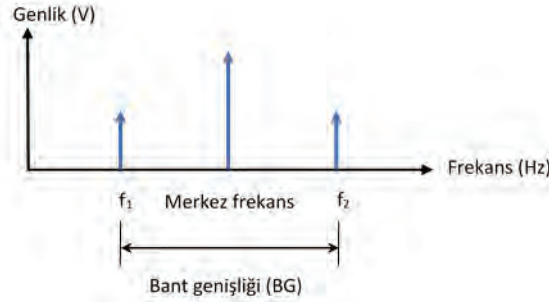
$$BG = f_2 - f_1$$

Formülde kullanılan

BG: Bant genişliği (Hertz-Hz)

f_1 : Alt sınır frekansı (Hertz-Hz)

f_2 : Üst sınır frekansı (Hertz-Hz)



Görsel 1.36: Frekans düzlemi grafiğinde bant genişliği

1. Örnek: Bir genlik modülasyonu modülatörünün üst yan bant frekans sınırı 105 KHz, alt yan bant frekans sınırı 95 KHz'dir. Modülatörün bant genişliğini bulunuz.

Çözüm: $f_1 = 95$ KHz

$f_2 = 105$ KHz

BG = ?

$$BG = f_2 - f_1 = 105 - 95 = 10 \text{ KHz'dir.}$$

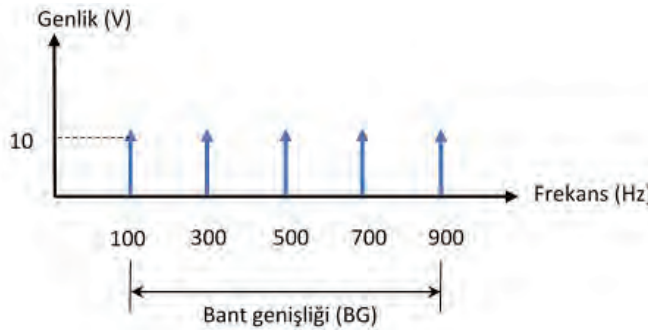
2. Örnek: 100, 300, 500, 700 ve 900 Hz frekanslarında 10 V genlikli beş adet sinüs sinyalinin oluşan birleşik analog sinyalin bant genişliğini bularak frekans düzlemi grafiğini çizin.

Çözüm: $f_1 = 100$ Hz

$f_2 = 900$ Hz

BG = ?

$$BG = f_2 - f_1 = 900 - 100 = 800 \text{ Hz'dir.}$$



Görsel 1.37: Frekans düzlemi grafiği

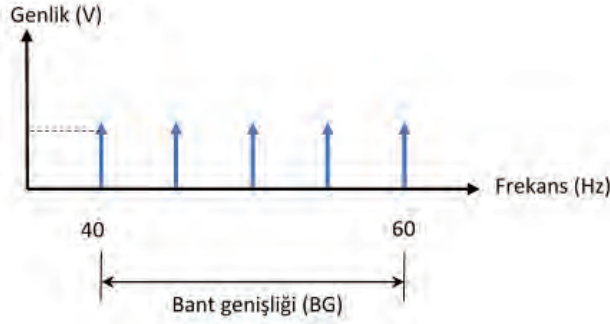
3. Örnek: Bir birleşik analog sinyalin bant genişliği 20 Hz'dir. Sinyalin beş bileşeni olup en yüksek frekans 60 Hz ise en düşük frekansı bulunuz. Sinyalin tüm bileşenleri aynı genlikte olacak şekilde frekans düzlemi grafiğini çizin.

Çözüm: $f_2 = 60$ Hz

BG = 20 Hz

$f_1 = ?$

$$BG = f_2 - f_1 \Rightarrow 20 = 60 - f_1 \Rightarrow f_1 = 60 - 20 = 40 \text{ Hz'dir.}$$



Görsel 1.38: Frekans düzlemi grafiği

1.4.2. Bilgi Kapasitesi

Bir haberleşme sisteminde belirli bir zaman aralığında ne kadar bilginin iletilebildiğinin ölçüsüne **bilgi kapasitesi** denir. Bant genişliği, iletim süresi ve bilgi kapasitesi arasındaki ilişki **Hartley (Hartley) Kanunu** ile ifade edilir. Günümüzde sayısal haberleşme gibi modern tekniklerin tasarımında en iyi sinyal ve haberleşme için Hartley Kanunu kullanılır.

$$C = BG \times T$$

Formülde kullanılan

C: Bilgi kapasitesi

BG: Bant genişliği (Hertz-Hz)

T: İletim süresi (Saniye-s)

Bilgi kapasitesi hem bant genişliği hem iletim süresiyle doğru orantılıdır. Birim zamandaki bilgi miktarı arttıkça gereken bant genişliği de artar. İnsan sesinin telefonda iletimi için 3100 Hz bant genişliği yeterlikten yayın niteliğinde televizyon sinyalleri için gerekli bant genişliği ise 6 MHz'dir.

1.4.3. İletilecek Bilgi Sinyalinin Bant Genişliği

İnsan tarafından üretilen ses sinyalleri her insan için farklı frekanslara sahip karmaşık dalga şekilleridir. İnsan sesinin karmaşık dalga şekillerinin yapısı sayesinde kişisel sesler ayırt edilebilir. Her sesin dalga şekli belirli temel frekanslar ile harmonik frekansları içerir. Temel frekansların katları harmonik olarak adlandırılır. Temel frekansların aralığı asıl bilgiyi, harmonik frekanslar da kişisel tanımayı belirtir. Harmonik frekansların sayısı ve şiddeti, kişisel insan seslerinin ve farklı müzik aletlerinin seslerinin tanınarak ayırt edilmesinde belirleyicidir. İletilecek bilgi sinyali olarak ses dalgaları bir frekans aralığını kapsamalıdır. Bu frekans aralığına **bilgi sinyali bant genişliği** denir.

İnsan kulağı 20 Hz ile 20 KHz aralığındaki sesleri duyabilir. Bu durumda yaklaşık 20 KHz'lik bant genişliği söz konusudur. Haberleşmede ses dışında resim, veri vb. bilgi sinyalleri farklı bant genişliklerine sahiptir.

İnsan sesi tarafından üretilen frekansların aralığı ortalama 100 ile 7.500 Hz aralığındadır. Frekans bant genişliği artışı haberleşme sisteminin maliyetini artırır. Bu nedenle telefon şebekelerinde 300 ile 3.400 Hz frekans aralığı kullanılır. Bu frekans aralığı, telefon konuşmasında üretilen ses sinyallerinin iletimi için yeterli bir bant genişliğidir. Telefon şebekelerinde 300 ile 3.400 Hz frekans aralığı **ticari konuşma bant genişliği** olarak adlandırılır. Bu bant genişliği uzak mesafedeki kullanıcı tarafından seslerin anlaşılması için yeterlidir. Tablo 1.4'te bazı sinyaller için frekans aralığı ve buna bağlı olarak bant genişliği verilmiştir.

Tablo 1.4: Bazı Sinyallerde Bant Genişliği		
Sinyaller	Frekans Aralığı	Bant Genişliği
İnsan sesleri	100-7.500 Hz	7.400 Hz
Telefon şebekeleri için ticari konuşma	300-3.400 Hz	3.100 Hz
Orkestra sesleri (yüksek kaliteli ses üretimi)	20-20.000 Hz	19.980 Hz

1.4.4. Dürtü ve Frekans Cevabı

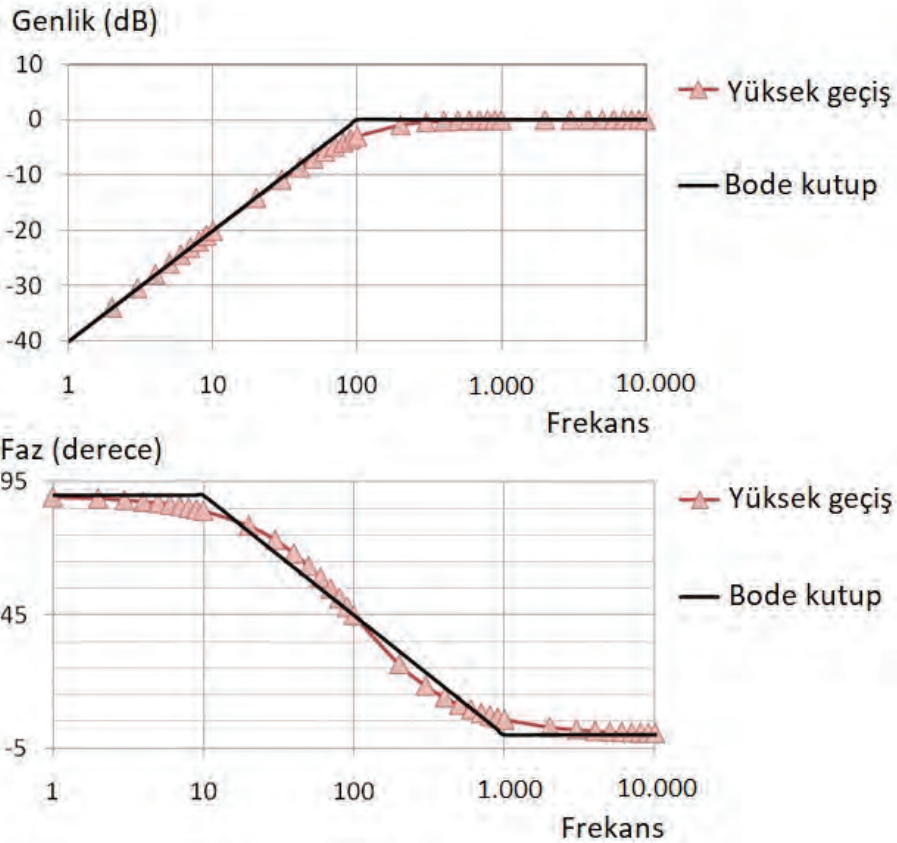
Bir lineer (doğrusal) sistemin **dürtü (impuls) cevabı**, sistem girişine bir dürtü uygulandığında ortaya çıkan çıkış sinyali olarak tanımlanır. Dürtü cevabı genellikle kısa süreli zaman alanlı sinyaldir. Dürtü cevabına bakılarak sistem çıktısının zaman alanında nasıl görüneceği tahmin edilebilir.

Frekans cevabı, sistemin periyodik girişlere verdiği tepkidir. Bir sistemin davranışının frekansa göre nasıl değiştiğini gösterir. Sistemin giriş sinyali üzerindeki etkisinin hesaplanmasına yardımcı olur. Bu etkiler frekans alanında gösterilir. Tüm periyodik giriş işaretleri sinüzoidal olmayabilir. Bu durumda fourier (furyer) dönüşümlerinden yararlanılır. Sinüzoidal frekans cevabı haberleşme ve kontrol sistemlerinde kullanılır. Elektronik filtre devrelerinde istenmeyen frekanslı sinyallerin engellenmesi veya istenen frekansa sahip sinyallerin geçirilmesi frekans cevabının uygulama alanlarıdır.

Bir sistemin frekans cevabı bode (bot) diyagramıyla tanımlanır. Frekans cevabı, bir cihazın çıkışındaki sinyal yapısının girişine uygulanan sinyal yapısıyla uyumluluğunu ifade eder. Birimi dB olarak tanımlanmıştır. Bode diyagramı, bode genlik diyagramı ve bode faz diyagramı olmak üzere iki bileşenden oluşur (Görsel 1.39).

Bode Genlik Diyagramı: Sistemin frekans cevabının genliğini ifade eder. Desibel ile ölçülür. Frekansın logaritmasının bulunduğu yatay eksene karşı çizilir.

Bode Faz Diyagramı: Sistemdeki faz kaymasını ifade eder. Frekansın logaritmasının bulunduğu yatay eksene karşı çizilir.

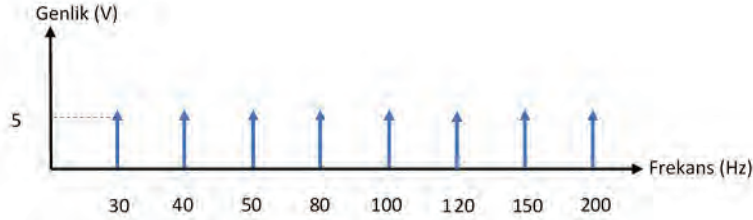


Görsel 1.39: Bode genlik ve bode faz diyagramı

Sistemin dürtü cevabı ve frekans cevabı yakından ilişkilidir. Frekans cevabı sistemin dürtü yanıtının fourier dönüşümüdür.

Amaç: Sinyalin bant genişliğini hesaplamak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.40: Birleşik analog sinyal frekans düzlemi grafiği

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tüm araç gereci ve devre elemanlarını hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmayınız.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm cihazları ve devre elemanlarını elle ve gözle kontrol ediniz.
3. Görsel 1.40'ta verilen frekans düzlemi grafiğine göre istenen büyüklükleri bularak Tablo 1.5'e kaydediniz.
4. Çalışma alanını ve atölyeyi temizleyiniz.

Tablo 1.5: Bant Genişliği Hesaplamaları	
Hesaplanan Büyüklükler	
Bileşenlerin genliği	
Alt sınır frekansı	
Üst sınır frekansı	
Bant genişliği	

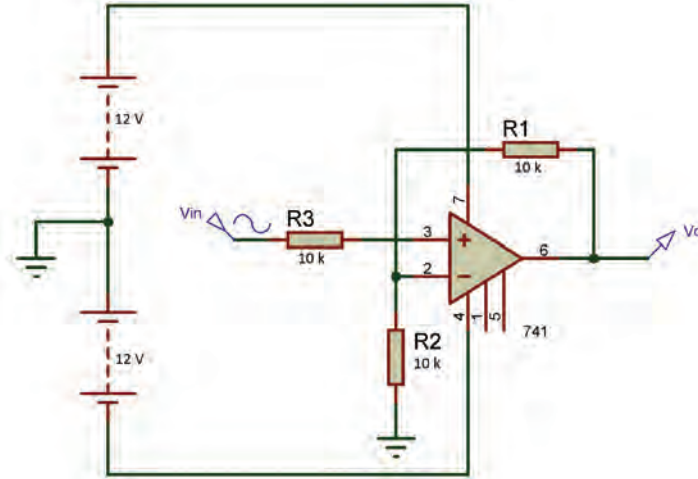
Uygulamaya İlişkin Soru

İşlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: Sinyalin frekans cevabını çıkarmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 1.41: Op-amp'li evirmeyen (faz çevirmeyen) yükselteç devresi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Bilgisayar	Elektronik devre çizim ve simülasyon programı yüklü olmalıdır.	1 adet
Teknik resim araç gereci	HB kalem, cetvel, daire şablonu	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tüm araç gereci ve devre elemanlarını hazırlayınız. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak malzeme bulundurmuyunuz.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm cihazları ve devre elemanlarını elle ve gözle kontrol ediniz.
3. Bilgisayarda elektronik devre çizim ve simülasyon programını çalıştırınız.
4. Görsel 1.41'de verilen devrede kullanılan elemanları (741, batarya, 10 KΩ) kütüphaneden seçerek ekleyiniz.
5. Görsel 1.41'de verilen devreyi tasarım alanına çiziniz.
6. Giriş gerilimi için Aletler [Gadgets (gacits)] araç çubuğunda bulunan Jeneratör [Generator (cenreytır)] butonundan sinüs [Sine (sayn)] sinyalini kullanınız. Sinyalin adını Vin, frekansını 1 KHz şeklinde belirleyiniz.
7. Devre çıkışına Gadgets araç çubuğunda bulunan Gerilim Probu [Voltage Probe (voltic pırop)] bağlayınız. Çıkış geriliminin adını Vo olarak belirleyiniz.
8. Grafik oluşturmak için Gadgets araç çubuğunda bulunan Simülasyon Grafiği [Simulation Graph (simüleyşın gıraf)] butonunu tıklayarak açılan penceredeki grafiklerden Frekans [Frequency (fıriguensi)] grafiğini seçiniz. Farenin sol tuşunu basılı tutarak tasarım alanının uygun bir yerine dikdörtgen çizerek grafiğin boyutlarını uygun bir şekilde belirleyiniz (Görsel 1.42).
9. Menü çubuğunda bulunan Grafik [Graph (gıraf)] menüsünden İz Ekle [Add Trace... (ed tireys)] komutunu çalıştırınız. Açılan pencereden Prob P1 (Probe P1) seçeneğini Vin olarak değiştirip kaydediniz. Tekrar Graph menüsünden Add Trace... komutunu çalıştırınız. Açılan pencereden Probe P1 seçeneğini Vo olarak değiştirip kaydediniz. Bu işlem adımı sona grafikte y eksenı düzenlenmiş olur.
10. Grafiğin sinyalleri gösterebilmesi için menü çubuğunda bulunan Graph menüsünden Grafiği Çalıştır [Simulate Graph (simuleyt gıraf)] komutunu çalıştırınız.

11. Grafiğin başlangıç ve bitiş zamanlarını değiştirmek için menü çubuğunda bulunan Graph menüsünden Grafiği Düzenle [Edit Graph (edit gıraf)] komutunu çalıştırınız. Açılan pencereden Referans [Reference (refırıns)] değerini Vin olarak değiştirip kaydediniz.
12. Elektronik devre çizim ve simülasyon programında elde ettiğiniz frekans cevabını Görsel 1.42'de verilen grafiğe çiziniz.
13. Çalışma alanını ve atölyeyi temizleyiniz.



Görsel 1.42: Frekans cevabı grafiği

Uygulamaya İlişkin Soru

İşlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

A) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan ayraçlara cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Telekomünikasyon; ses, resim, video gibi bilgi içeren unsurların elektriksel olarak uzak mesafelere gönderilmesidir.
2. (...) Sayısal haberleşmede bir zaman aralığının bütününde süreklilik arz eden sinyaller kullanılır.
3. (...) Elektromanyetik dalgalar, yayılmak için maddesel ortama ihtiyaç duyar.
4. (...) Bir saykılın tamamlanabilmesi için geçen zamana periyot denir.
5. (...) Analog sinyalin bileşenleri; genlik, frekans, faz ve zamandır.
6. (...) Haberleşme sistemlerinde iletim ortamından kaynaklanan tek problem gürültüdür.
7. (...) X ışınları kablosuz iletişimde kullanılır.
8. (...) Haberleşmede iletilen sinyalin şeklinin bozulmasına gürültü denir.
9. (...) SNR, haberleşme sisteminin performansını değerlendirmede en sık kullanılan ölçütlerden biridir.
10. (...) Bant genişliği analog haberleşmede frekans cinsinden ifade edilir.

B) Aşağıda verilen sorularda doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

11. Haberleşme sisteminde giriş işaretini iletim için uygun biçime dönüştüren devrelere verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Giriş dönüştürücüsü
- B) Verici
- C) Çıkış dönüştürücüsü
- D) Alıcı
- E) İletim ortamı

12. Aşağıda verilenlerden hangisi haberleşmede iletim ortamlarından biri değildir?

- A) Bir çift iletken kablo
- B) Koaksiyel kablo
- C) Dielektrik kablo
- D) Fiber optik kablo
- E) Serbest uzay

13. Aşağıda verilenlerden hangisi yarı çift yönlü haberleşme sistemlerinden biridir?

- A) Televizyon
- B) Radyo
- C) GPS
- D) Telefon
- E) Bas konuş telsizler

14. Aşağıda verilenlerden hangisi mekanik dalgalardan biri değildir?

- A) Elektromanyetik dalga
- B) Deprem
- C) Su
- D) Yay
- E) Ses

15. Aşağıda verilenlerden hangisi elektromanyetik dalgalardan biri değildir?

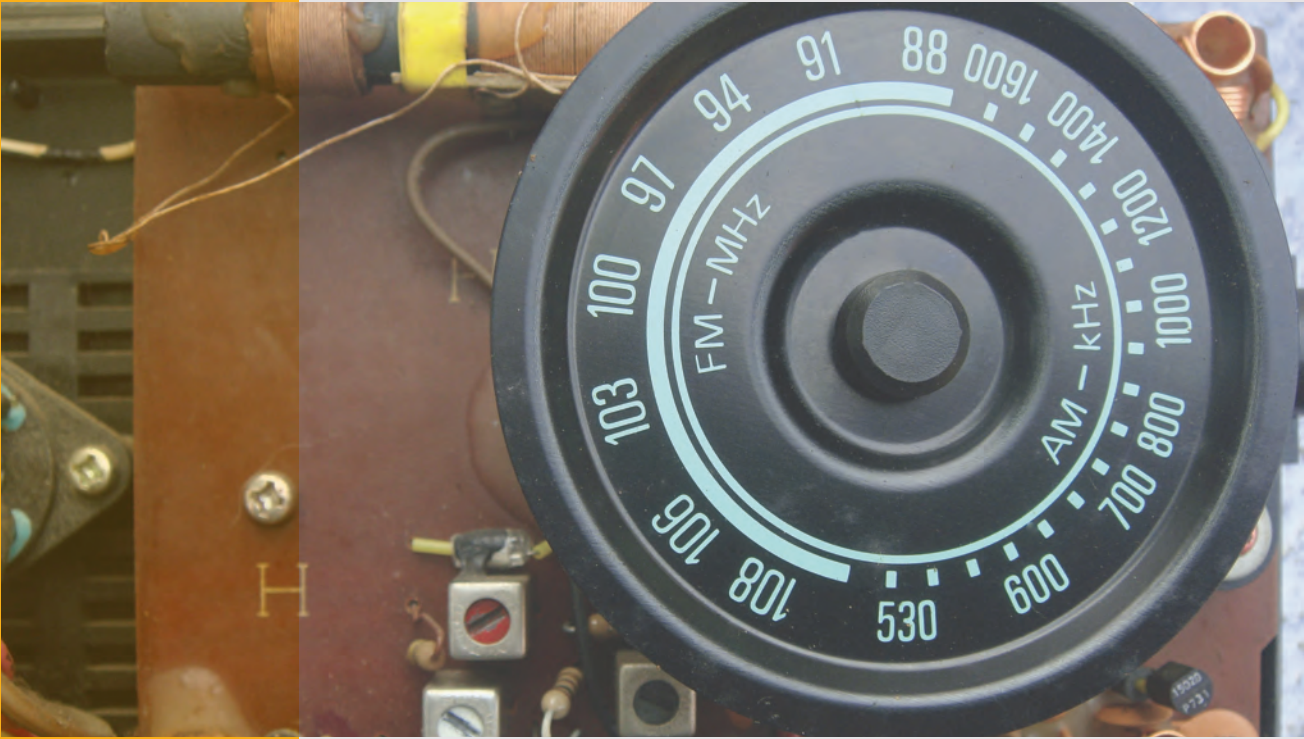
- A) Radyo
- B) Mikrodalga
- C) Kızılötesi
- D) Ses
- E) Morötesi

- 16. Aşağıda verilenlerden hangisi alternatif akım dalga formlarından biri değildir?**
- A) Sinüzoidal dalga
 - B) Kare dalga
 - C) Üçgen dalga
 - D) İşaret dalga
 - E) Testere dişi dalga
- 17. İletim ortamının özelliklerine ilişkin aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?**
- A) Sinyali alıcıya aktarmak için kullanılan fiziksel ortamdır.
 - B) Kablolu TV sistemlerinde iletim ortamı atmosferdir.
 - C) Radyo frekanslarında iletim ortamı olarak koaksiyel kablo kullanılır.
 - D) Kablosuz haberleşmede iletim ortamı serbest uzaydır.
 - E) Fiber optik kabloların kullanıldığı iletim ortamları çok daha fazla bant genişliği sunar.
- 18. Aşağıda verilenlerden hangisi sinyaller iletilirken iletim ortamından kaynaklanan bozulmalardan biri değildir?**
- A) Zayıflama
 - B) Sınırlı bant genişliği
 - C) Veri aktarım hızı
 - D) Distorsiyon
 - E) Gürültü
- 19. Sinyal gücünün mesafeye bağlı olarak azalmasına verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?**
- A) Termal gürültü
 - B) Distorsiyon
 - C) Gürültü
 - D) Sınırlı bant genişliği
 - E) İletim kaybı
- 20. 100 W'ın dBW karşılığı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?**
- A) 5
 - B) 10
 - C) 15
 - D) 20
 - E) 25
- 21. Bir haberleşme sisteminde sinyal gücü 100 W, gürültü gücü 100 mW'tır. Haberleşme sisteminin SNR değeri aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?**
- A) 10 dB
 - B) 20 dB
 - C) 30 dB
 - D) 50 dB
 - E) 100 dB
- 22. 200 KHz'de yayın yapan bir uzun dalga radyo vericisinin yayın frekansının dalga boyu aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?**
- A) 1.500 m
 - B) 3.000 m
 - C) 4.500 m
 - D) 6.000 m
 - E) 7.500 m

- 23. Sinyalin içerdği bileşen frekansları aralığını belirten terim aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?**
- A) Bit/s
 - B) Bps
 - C) Baud
 - D) Bilgi kapasitesi
 - E) Bant genişliği
- 24. 150, 350, 550 ve 750 Hz frekanslarında 5 V genlikli beş adet sinüs sinyalinden oluşan birleşik analog sinyalin bant genişliği aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?**
- A) 200 Hz
 - B) 600 Hz
 - C) 750 Hz
 - D) 1.500 Hz
 - E) 1,5 KHz
- 25. Telefon şebekeleri için ticari konuşma frekans aralığı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?**
- A) 300-3.400 Hz
 - B) 100-7.500 Hz
 - C) 0-10 KHz
 - D) 16-16.000 Hz
 - E) 20-20.000 Hz

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

ANALOG HABERLEŞME



2. ÖĞRENME
BİRİMİ



KONULAR

- 2.1. ANALOG HABERLEŞMENİN TEMELLERİ VE ELEMANLARI
- 2.2. ANALOG MODÜLASYON ÇEŞİTLERİ
- 2.3. ANALOG MODÜLASYON DEVRELERİ
- 2.4. ANALOG DEMODÜLASYON ÇEŞİTLERİ
- 2.5. ANALOG DEMODÜLASYON DEVRELERİ
- 2.6. FM RADYO ALICILAR
- 2.7. FM RADYO VERİCİLER

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Analog haberleşmede kullanılan elemanların çeşitleri ve özellikleri

Analog modülasyon

Demodülasyon devreleri

TEMEL KAVRAMLAR

analog haberleşme, alıcı, demodülasyon, modülasyon, verici

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bilgi sinyalleri (ses, görüntü vb.) nasıl iletilebilir? Açıklayınız.
2. Radyo vericileri ve alıcılarının en çok kullanıldığı alanlar nerelerdir.

2.1. ANALOG HABERLEŞMENİN TEMELLERİ VE ELEMANLARI

Bilgiler, ses dalgaları gibi sürekli kompleks sinyallerin modülasyonla iletildiği iletişim türüne **analog haberleşme** denir. Konuşmalardan çıkan ses dalgaları, analog iletişimin en basit hâlidir. Klasik ve eski tür telefon, radyo ve televizyonlarda sinyaller analog gönderilir.

2.1.1. Analog Haberleşmenin Özellikleri

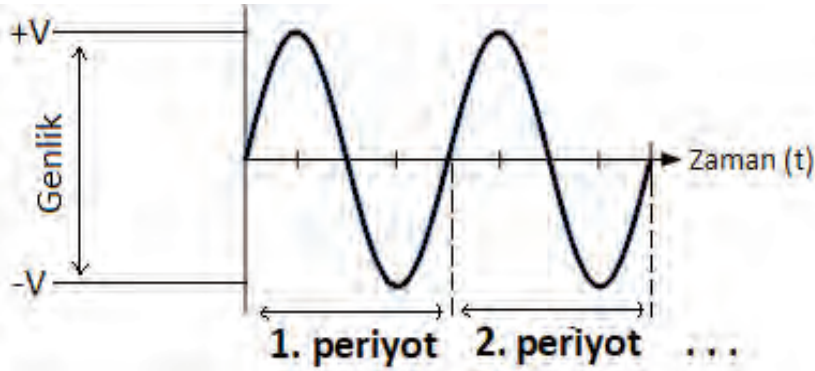
Analog haberleşmenin maliyeti ve bant genişliği azdır. Bozulmalara (gürültüye) duyarlı bir yapısı olduğu için bilgi kaybı çok olur ve bu kayıpları tespit etmek kolay değildir.

2.1.2. Analog Haberleşmenin Elemanları

Analog haberleşme sistemlerinde genlik, frekans ve periyot olmak üzere üç temel eleman vardır (Görsel 2.1).

Genlik: Bir sinyalin vektörel gösterimindeki alt ve üst sınırıdır.

Periyot: Bir saykılın tamamlanması için geçen süredir.



Görsel 2.1: Genlik ve periyot grafiği

Frekans: Bir sinyalin bir saniyedeki periyot sayısıdır.

Frekans $f = \frac{1}{T}$ formülü ile hesaplanır (f = frekans, T = periyot).

2.2. ANALOG MODÜLASYON ÇEŞİTLERİ

Analog modülasyon, genlik modülasyonu ve açı modülasyonu olmak üzere iki çeşittir. Bilgi sinyallerinin taşıyıcı sinyaller vasıtasıyla istenen yere iletilmesi işlemine **modülasyon** denir. Bir anten yardımıyla elektromanyetik dalgaların (ses, görüntü vb.) iletilmesi için kullanılan sinyaller, genellikle düşük frekanstadır. Bu sebeple bilgi sinyallerinin doğrudan iletilmesi fiziksel olarak mümkün olmaya-bilir. Bilgi sinyallerini doğrudan aktarmak için belirli bir güce ve frekansa sahip olması gerekir. Bunu sağlamanın yolu modülasyondur. Modülasyonun gerekliliği aşağıdaki örnek üzerinden incelenecektir. Bir sinyali taşımada kullanılacak anten boyunu hesaplama formülü aşağıdaki gibidir.

$\lambda = \frac{c}{F}$	Formüllerde kullanılan
	λ : Dalga boyu
	c : Işık hızı (300.000 km/s)
Anten Boyu = $\frac{\lambda}{4}$	F : Çalışma frekansı (Hz)

Örnek: Frekansı 2 KHz olan bir bilgi sinyalinin iletilmesi için gereken anten boyunu hesaplayınız ($c = 300.000$ km/s).

Çözüm: 2 KHz'in 2.000 Hz olduğu unutulmamalıdır.

$\lambda = 300.000/2.000 = 150 \text{ km} \rightarrow$ Dalga boyu 150 km bulunur. Anten boyu = $150/4 = 37,5 \text{ km}$
 Anten boyu 37,5 km gibi yüksek bir değerdir. Bu anteni pratikte kullanmak mümkün değildir.
 Bilgi sinyali yüksek frekanslı bir taşıyıcı sinyale bindirilip gönderildiğinde frekans artacağı için anten boyu da azalacaktır. Bu durum örnek üzerinden aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

2 KHz'lik bilgi sinyali 100 KHz'lik bir taşıyıcıya bindirilip gönderilirse anten boyu ne olur?

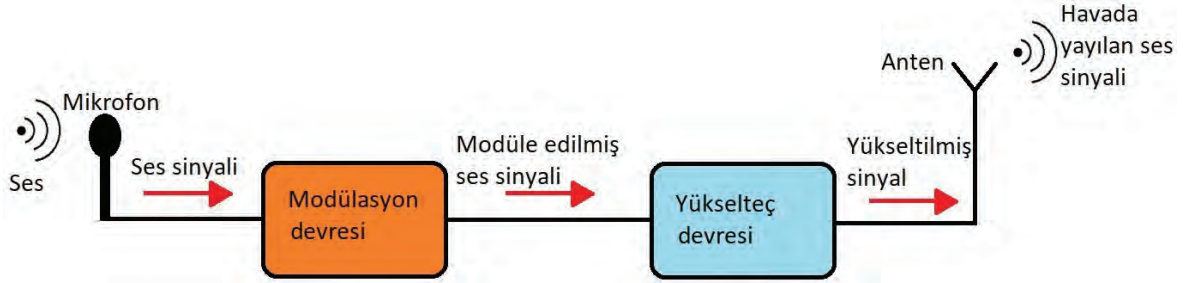
100 KHz = 100.000 Hz olduğu unutulmamalıdır.

$\lambda = 300.000/100.000 = 3 \text{ km} \rightarrow$ Dalga boyu 3 km bulunur. Anten boyu = $3/4 = 0,75 \text{ km}$

Yukarıda görüldüğü gibi frekans artınca anten boyu azalmaktadır.

Bozucu çevre etmenleri (başka sinyaller, ısı, ışık vb.) modülasyon yapmayı gerekli kılan bir diğer durumdur. Bu sebeple düşük frekanslı bilgi sinyalinin uzak mesafelere iletilmesi için yüksek frekansların üzerine bindirilerek gönderilmesi gerekir.

Tüm frekans bandından faydalanmak için modülasyon işlemiyle her bir vericinin frekansı kendi için ayrılan frekans bölgesine kaydırılır. Böylece dünya genelindeki çoğu verici ve alıcı birbirinin yayını bozmadan çalışabilir (Görsel 2.2).



Görsel 2.2: Modülasyon çizimi

Analog Modülasyon

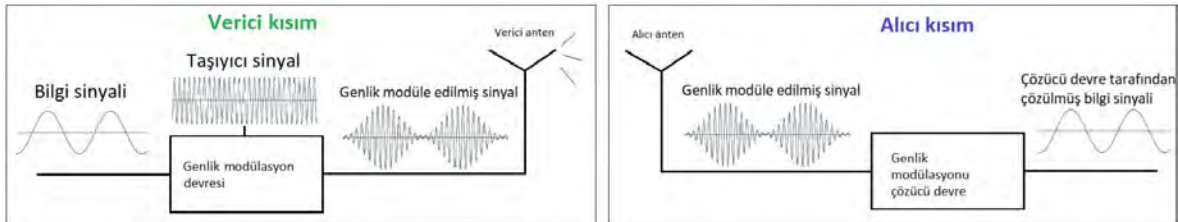
En yaygın kullanılan analog modülasyon, genlik modülasyonu ve açı modülasyonu olarak iki ana gruba ayrılır. Açı modülasyonu da kendi içinde frekans modülasyonu ve faz modülasyonu olarak ikiye ayrılır.

2.2.1. Genlik Modülasyonu

Bilgi sinyallerini iletmek için bir yolu genlik modülasyonudur. Yüksek frekanslı bir sinyalin genliğinin değiştirilerek iletmek istenen bilgi sinyalinin yapısına benzetilmesi ve kodlanmasıdır. Genlik modülasyonu, GM olarak ifade edilir.

Uzak mesafelere gönderilmek istenen düşük frekanslı bilgi sinyalleri (ses, görüntü vb.) önce elektrik enerjisine çevrilir. Daha sonra taşıyıcı sinyal üzerine bindirilerek elektromanyetik dalgalar şeklinde uzak mesafelere ulaştırılır (Görsel 2.3).

Bilgi sinyali, taşıyıcı sinyalin genliği değiştirilerek taşıyıcı sinyal üzerine kodlanır. Verici antenler vasıtasıyla sinyaller elektromanyetik dalgalar hâlinde havaya yayılır. Alıcı anten elektromanyetik dalgaları alarak çözücü devreye gönderir. Çözücü devreyse modüle edilmiş sinyali, ilk gönderilen bilgi sinyali hâline dönüştürür. Görsel 2.3'te görülen basit çizim genlik modülasyonunun temelidir. Bu temel diğer modülasyon çeşitlerinde de geçerlidir fakat modülasyon yöntemleri farklıdır.



Görsel 2.3: Genlik modülasyonu çizimi

Genlik Modülasyonlu Sinyalin Oluşturulması**Bilgi Sinyali**

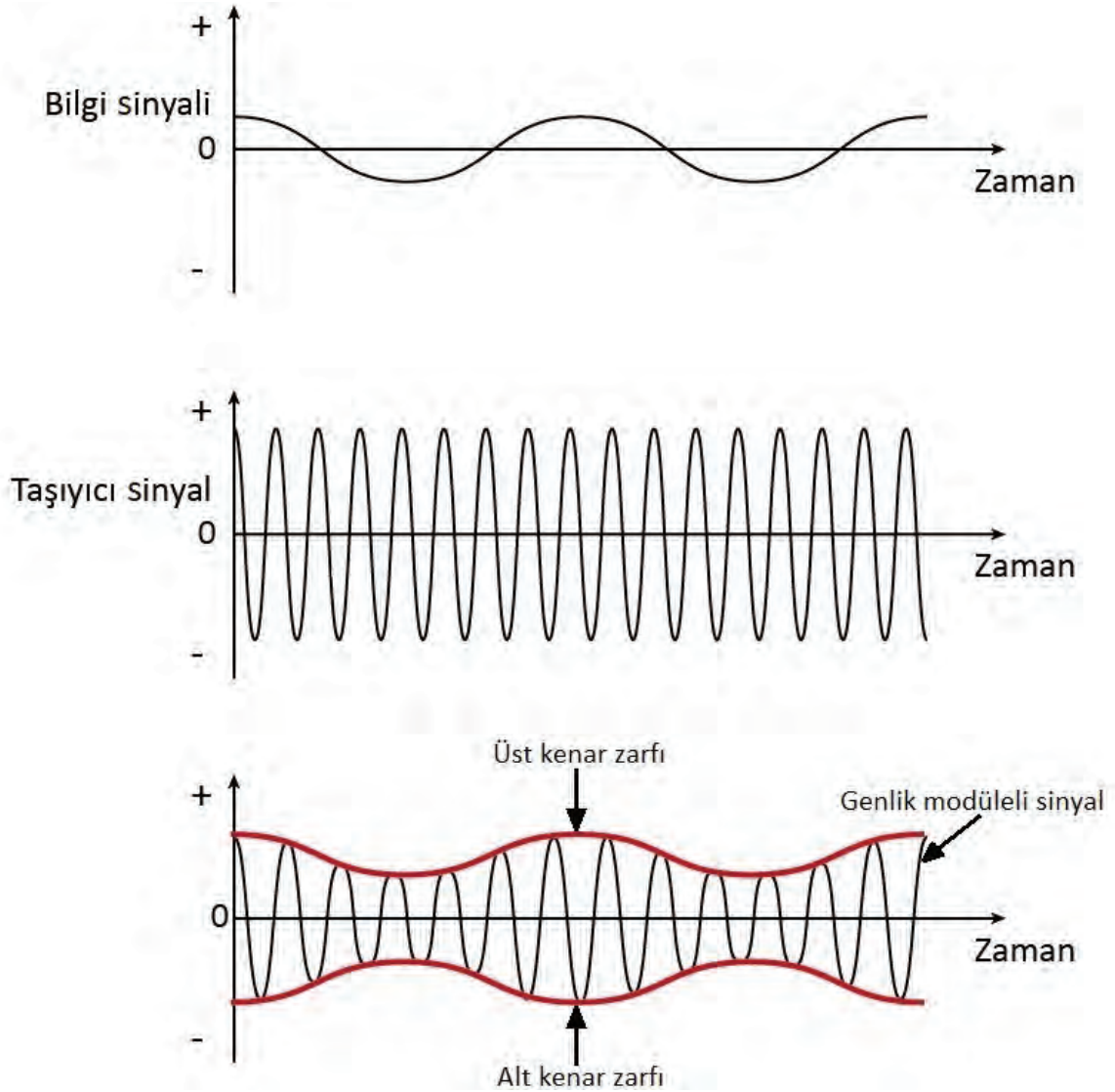
Bir kaynaktan bir alıcıya iletilmek için kullanılan ses, görüntü vb. verilerin elektromanyetik veya elektriksel işaretlerine **bilgi sinyali** denir. Bilgi sinyalleri değişik yapılarda olabilir. Bu yapılar; kare, sinüs, üçgen, testere dişi, kompleks vb.dir.

Taşıyıcı Sinyal

Bilgi sinyalinin taşınması için gerekli olan yüksek frekanslı sinyale **taşıyıcı sinyal** denir. Örneğin 10 KHz'lik bir bilgi sinyalini 100 KHz'lik bir taşıyıcı sinyal vasıtasıyla iletmek mümkündür.

Bilgi Sinyalinin Taşıyıcı Sinyale Genlik Modülasyonu ile Bindirilmesi

Bilgi sinyalinin taşıyıcı sinyale genlik modülasyonu ile bindirilmesi için taşıyıcı sinyalin genliği değiştirilerek bilgi sinyalinin genliğine benzetilir (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Genlik modülasyonu grafiği

Genlik modülasyonuna uğramış sinyal, kırmızı çizgiler ile bilgi sinyalini içinde barındırmaktadır. Bu durum osiloskopa daha net görülmektedir (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Genlik modüleli sinyal ile bilgi sinyalinin karşılaştırılması

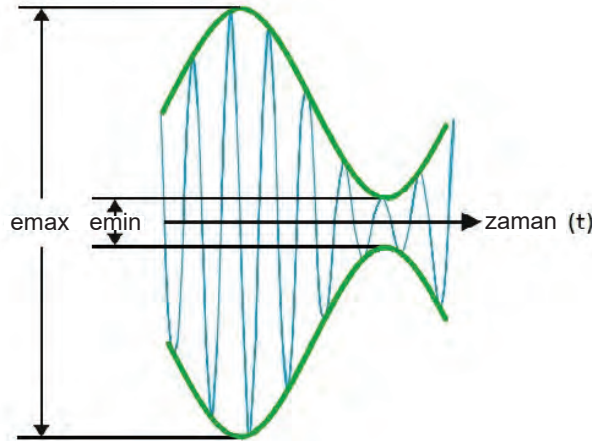
Görsel 2.6'da taşıyıcı sinyalin genliği değiştirilerek dış zarfı bilgi sinyaline benzetilmiştir. Genlik modülasyonlu haberleşmede gürültüsüz bir haberleşme için bilgi sinyali genliği ile taşıyıcı sinyalin genliğinin uyumlu olması gerekir. Bu uyum modülasyon faktörünün matematiksel olarak hesaplanmasıyla sağlanır. Modülasyon faktörü m ile gösterilir. Kaliteli bir haberleşme için modülasyon faktörü yaklaşık olarak $m = \%30$ olmalıdır. Modülasyon yüzdesini değiştiren, bilgi sinyalinin genliğidir. Bu değişim doğru orantılıdır. Modülasyon faktörünün formülü aşağıda verilmiştir.

$$\%m = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{e_{\max} + e_{\min}} \times 100$$

$e_{\max}$: Modüleli sinyalin tepeden tepeye maksimum genliği

$e_{\min}$: Modüleli sinyalin tepeden tepeye minimum genliği

Modülasyon yüzdesi, osiloskop kullanılarak kolayca ölçülür.



Görsel 2.6: Genlik modüleli sinyalin maksimum ve minimum noktaları

Örnek: Osiloskop ekranında görülen modüleli sinyalin tepeden tepeye maksimum değeri 3 V, tepeden tepeye minimum değeri 1 V'tur. Modülasyon yüzdesini hesaplayınız.

Çözüm:

$$\%m = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{e_{\max} + e_{\min}} \times 100 = \frac{3 - 1}{3 + 1} \times 100 = 50 \quad \text{Modülasyon yüzdesi } (\%m) = 50' \text{ dir.}$$

Genlik Modülasyonlu Sinyalde Bulunan Farklı Frekans Tipleri

Bilgi sinyalinde yer alan bütün frekanslar, modülasyon işleminde alt ve üst yan bantlar olarak elde edilir (Görsel 2.7).



Görsel 2.7: Genlik modülasyonlu işaretin frekans ortamında gösterimi

Bilgi Kutusu

- İşaretin frekans spektrumunda işgal ettiği yere **bant genişliği** denir.
- **Spektrum (tayf)**, elektromanyetik dalgaların belli bir değer kümesiyle sınırlanmadan birbiri ardına sürekli sonsuz değişmesi durumudur.

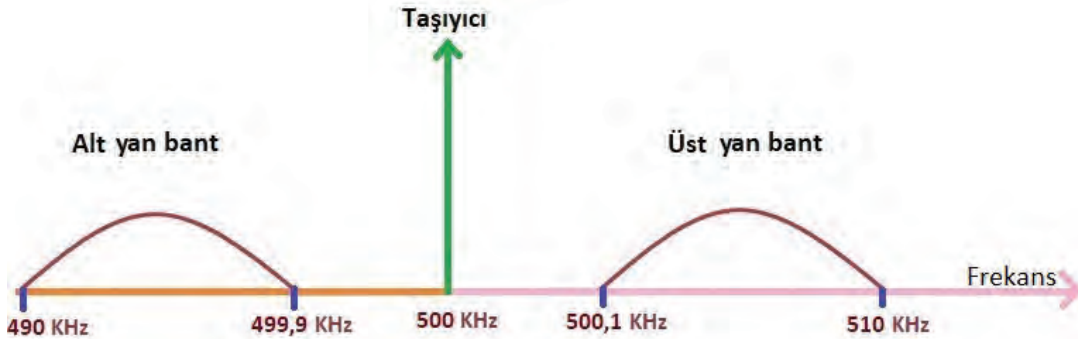
Çift Yan Bant Genlik Modülasyonu

Bilginin iletilmesi sırasında alt ve üst yan bantların her ikisinin de kullanıldığı genlik modülasyonuna **çift yan bant genlik modülasyonu** denir.

Tek Yan Bant Genlik Modülasyonu

Bilgi iletimi sırasında tek bir yan bantın kullanılmasına **tek yan bant genlik modülasyonu** denir. En sık kullanılan modülasyon türüdür. Tek yan bant modülasyonu gücün minimum düzeyde harcanmasından dolayı sık kullanılır.

Örnek: 100 Hz ile 10 KHz frekans aralığında olan bilgi sinyali 500 KHz'lik bir taşıyıcı sinyale genlik modülasyonu sonucu oluşan alt yan bantlar ve üst yan bantları Görsel 2.8 üzerinde inceleyiniz.



Görsel 2.8: Alt yan bant ve üst yan bant grafiği

Çözüm:

Alt yan bant = taşıyıcı sinyal - bilgi sinyali → 500 KHz - 10 KHz ve 500 KHz - 100 Hz arasındadır. Sonuç 490 KHz ile 499,9 KHz arasında çıkar.

Üst yan bant = taşıyıcı sinyal + bilgi sinyali → 500 KHz + 100 Hz ve 500 KHz + 10 KHz arasındadır. Sonuç 500,1 KHz ile 510 KHz arasında çıkar.

2.2.2. Açı Modülasyonu

Açı modülasyonu, sinüzoidal dalganın faz açısı zamana bağlı olarak değiştirildiğinde oluşur. Açı modülasyonu, genlik modülasyonuna göre gürültüye daha az yatkın olduğu için radyo iletişim performansını artırmaktadır. Frekans modülasyonu ve faz modülasyonu, açı modülasyonunun türleridir.

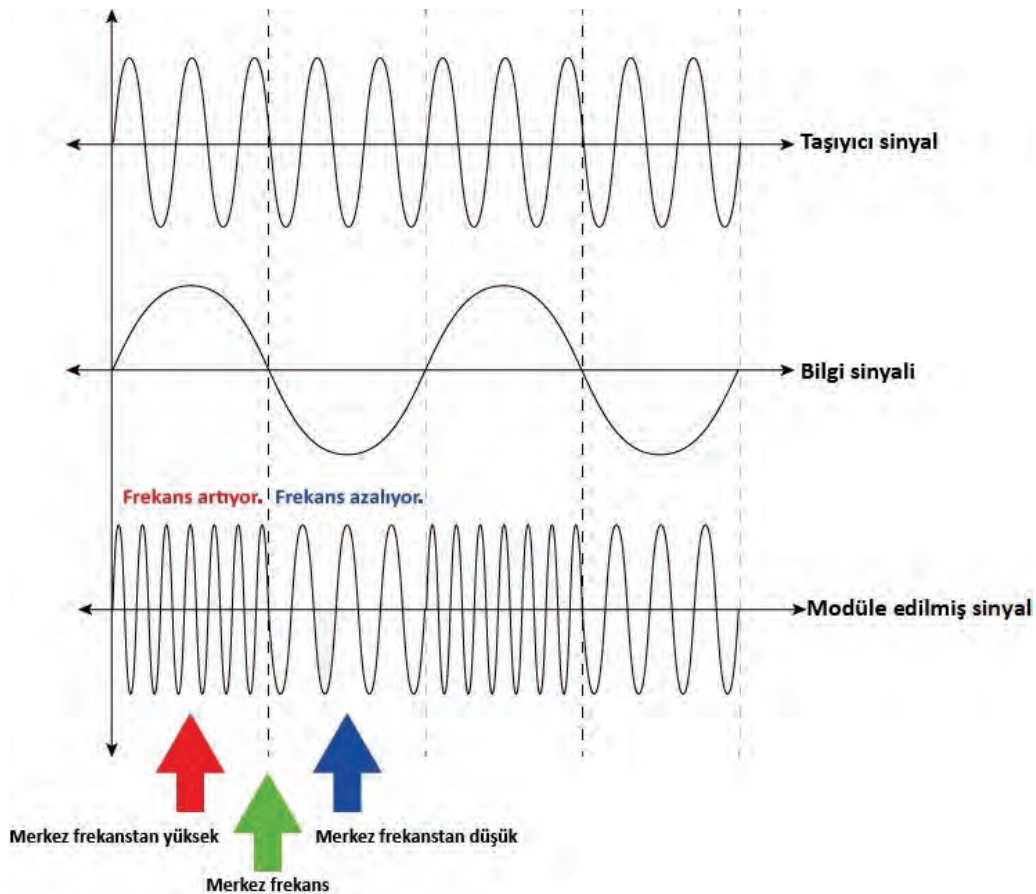
Frekans Modülasyonu

Düşük frekanslı bilgi sinyalinin, yüksek frekanslı taşıyıcı sinyalin frekansını değiştirerek taşınmasına **frekans modülasyonu** denir. Frekans modülasyonunun kısaltması FM'dir.

Frekans Modülasyonunun Elde Edilmesi

Frekans modülasyonu, bilgi sinyalinin durumuna göre genliği sabit tutulan taşıyıcı sinyalin frekansının değiştirilmesiyle oluşur. Genlik modülasyonuna göre bazı avantajları vardır. Bunlardan en önemlisi, bilgi sinyalini iletilmek istenen ortama daha iyi iletmesidir. Böylece daha kaliteli bir iletim gerçekleşir.

Frekans modülasyonu için alçak frekanslı bilgi sinyali ve yüksek frekanslı taşıyıcı sinyal olmak üzere iki önemli sinyal vardır. Modüle edilmemiş taşıyıcının frekansına, **merkez** ya da **sükûnet frekansı** adı verilir. Örneğin 5 KHz'lik bilgi sinyali ile 200 MHz'lik taşıyıcı sinyal, frekans modülasyonuna tabi tutulursa buradaki 200 MHz taşıyıcının merkez frekansıdır. Modülasyon için gerekli olan sinyaller, Görsel 2.9'da bilgi ve merkez frekanslı taşıyıcı sinyali olarak gösterilmiştir.



Görsel 2.9: FM'nin (frekans modülasyonu) elde edilmesi

Bilgi sinyalinin pozitif (+) alternanslarında taşıyıcının frekansı yükselir. Bu değer merkez frekansının üstündedir. Taşıyıcının en yüksek frekansı, bilgi sinyalinin pozitif (+) maksimum değerinde elde edilir. Bilgi sinyalinin negatif (-) alternanslarında taşıyıcının frekansı azalır. Bu değer merkez frekansının altındadır. En düşük taşıyıcı frekansı, bilgi sinyalinin negatif (-) maksimum değerinde elde edilir. Modüle eden sinyalin genliği sıfırda taşıyıcı frekansı merkez frekansına eşittir (Görsel 2.9).

Faz Modülasyonu

Faz modülasyonu ile frekans modülasyonu birbirine benzemektedir. Kablosuz haberleşmede faz modülasyonu ve frekans modülasyonu beraber kullanılmaktadır.

Faz modülasyonu PM olarak ifade edilir. Taşıyıcı sinyal fazının, bilgi sinyalinin genliğine ve frekansına bağlı olarak değiştirilmesidir. Faz modülasyonu (PM), bir taşıyıcı dalganın anlık fazında varyasyonlar olarak bir mesaj sinyalini kodlar. Faz modülasyonu, frekans modülasyonu ile birlikte iki temel modülasyondan biridir.

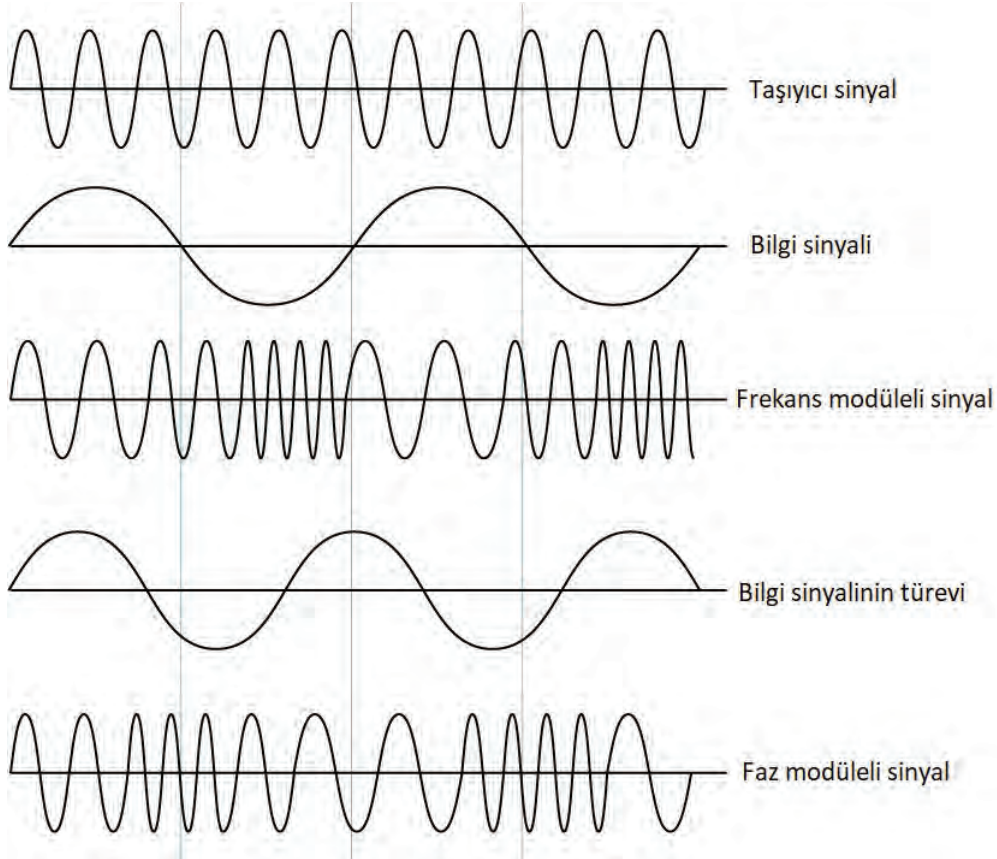
Bir taşıyıcı sinyalin fazı, mesaj sinyalinin değişen sinyal seviyesini takip edecek şekilde modüle edilir. Pik genliği ve taşıyıcı sinyalin frekansı sabit tutulur ancak mesaj sinyalinin genliği değiştiğinde taşıyıcının fazı buna göre değişir. Faz modülasyonu, radyo dalgalarını iletmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Wi-Fi, GSM ve uydu televizyon gibi geniş bir teknolojinin altında yatan birçok dijital iletim kodlama şemasının ayrılmaz bir parçasıdır.

Faz modülesi sinyalin elde edilmesi için öncelikle bilgi sinyalinin türev alıcı devreyle türevi alınır. Daha sonra frekans modülasyonu uygulanır ve faz modülesi sinyal elde edilir (Görsel 2.10).



Görsel 2.10: Faz modülesi sinyalin elde edilmesi

Görsel 2.11 üzerinde bilgi sinyalinin pozitif alternansında faz modüle edilmiş sinyalin frekansı azalmıştır. Bilgi sinyalinin sıfır olduğu noktada modüle edilmiştir ve sinyal merkez frekansa eşittir. Bilgi sinyalinin negatif alternansında modüle edilmiş sinyal yüksek frekanstadır. Frekans modülasyonlu sinyal ile faz modülasyonlu sinyal arasındaki fark anlaşılmaktadır.



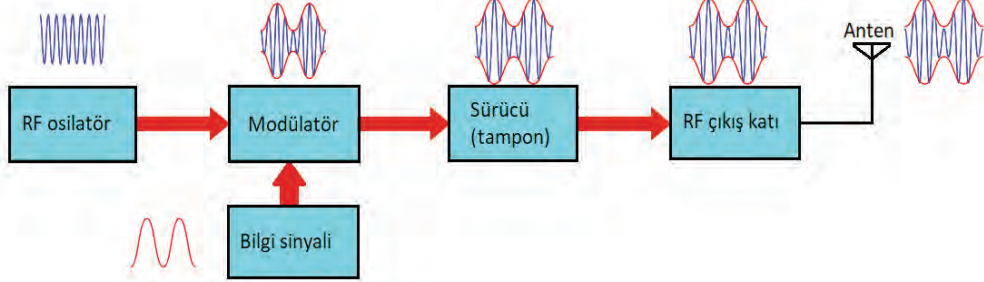
Görsel 2.11: Frekans ve faz modülasyon sinyalleri

2.3. ANALOG MODÜLASYON DEVRELERİ

Analog modülasyon, genlik modülasyonu ve açı modülasyonu olmak üzere iki çeşittir.

2.3.1. Genlik Modülasyon Devreleri (GM Vericiler)

Taşınacak bilgi sinyali, RF (radyo frekans) osilatör, modülatör, sürücü (tampon), RF çıkış katı ve anten, genlik modülasyonlu bir verici devrede en az bulunması gereken katlardır (Görsel 2.12).



Görsel 2.12: Genlik modülasyonlu bir vericinin çizimi

Bilgi Sinyali: Bilgi, ses, görüntü, data gibi büyüklüklerin elektriksel büyüklüğe çevrilmiş alçak frekanslı sinyallerden oluşur. Bu sinyal alçak frekans yükselteci kullanılarak istenen seviyeye getirilir.

RF Osilatör: GM vericilerinde RF osilatör devresi taşıyıcı sinyalin oluşturulması için kullanılır. Osilatör frekansının sabit ve kararlı olması için genellikle kristalli osilatör kullanılır. Osilatör frekansı yüksek frekanslı sinyaldir.

Modülatör: Taşınacak bilgi sinyalini RF osilatörde üretilen taşıyıcı sinyale modüle eden kata **modülatör katı** denir.

Sürücü (Tampon): Sürücü katı, modülatörle çıkış katını birbirinden yalıtıp empedans uygunlaştırmak için kullanılır.

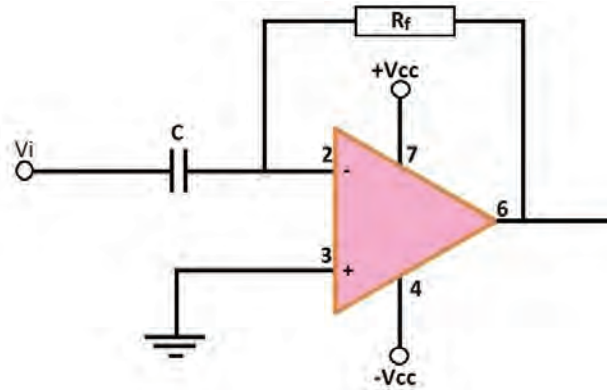
RF Çıkış Katı: Tampon katından gelen modüleli sinyallerin yeterli seviyede yükseltilip antene verildiği kattır.

2.3.2. Açı Modülasyon Devreleri

Açı modülasyonu, frekans modülasyonu ve faz modülasyonu olmak üzere iki şekilde yapılır. Faz modülasyonu, frekans modülasyonu ile çok benzerdir. Bilgi sinyalinin türevi alınıp frekans modülasyonuna tabi tutulur. Bu şekilde faz modülasyonu elde edilmiş olur.

Türev Alıcı Devre (Diferansiyatör Devre)

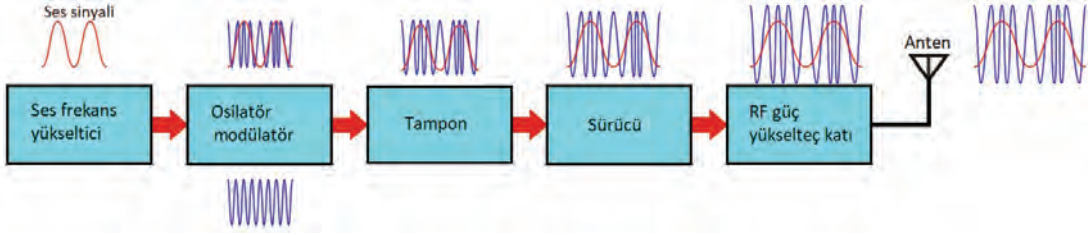
Giriş sinyalinin birinci türevi olan, bir çıkış sinyali üreten işlemsel yükselteç devresine **türev alıcı devre** denir. Türev alıcı devre, matematiksel olarak giriş voltajının zamana göre değişim oranıyla doğru orantılı bir voltaj çıkışı üretir. Başka bir deyişle giriş voltajı sinyalindeki değişikliklerle giriş akımı ne kadar büyük olursa çıkış voltajı da o kadar büyük olur. Şekil olarak da sinyalde daha fazla yükselme meydana gelir. Görsel 2.13'te türev alıcı devre görülmektedir. Türev alıcı devrenin girişine sinüzoidal dalga uygulandığında çıkışında 180° faz farkı alınmış sinüzoidal dalga elde edilir.



Görsel 2.13: Diferansiyatör devre

FM Verici Devreler

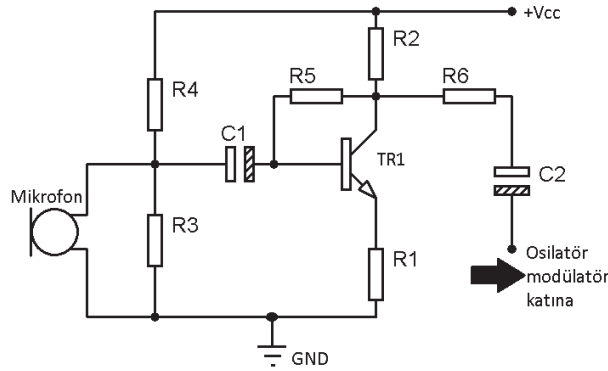
FM verici devrenin blok diyagramı görsel 2.14'te görülmektedir.



Görsel 2.14: FM verici devrenin çizimi

Ses Frekans Yükseltici

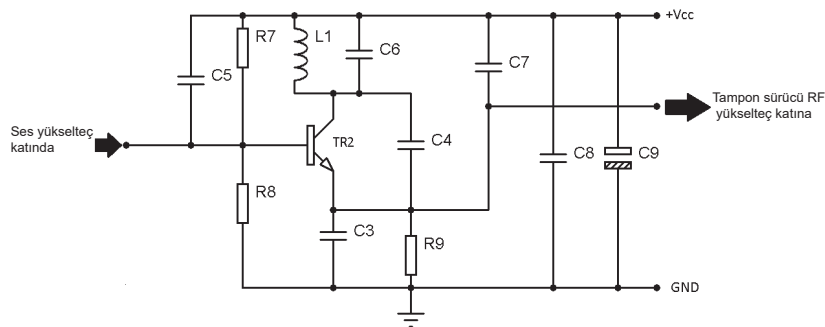
Görsel 2.15'te bir FM vericinin ses frekans devresi yer almaktadır. Mikrofonu uygulanan ses dalgaları, mikrofon tarafından elektriksel ses sinyallerine dönüştürülür. R3 direnci mikrofon polarizasyonu sağlar. R1, R2, R4, R5 dirençleri transistörün polarizasyon gerilimlerini sağlar. C1 kondansatörü mikrofon çıkışından elde edilen elektriksel ses frekans yükseltmek üzere TR transistörünün beyzine kuplaj eder. C2 kondansatörü ise TR transistörünün kolektöründeki yükseltilmiş olan elektriksel ses frekans sinyalini bir sonraki kat olan osilatör devresine aktarır. R6 direnci çıkış empedansını yükseltmek amacıyla kullanılır. Böylelikle mikrofondan elde edilen küçük ses sinyalleri yükseltilerek çıkışa aktarılabilir.



Görsel 2.15: FM radyo vericisi ses frekans yükseltici devresinin çizimi

Osilatör ve Modülatör

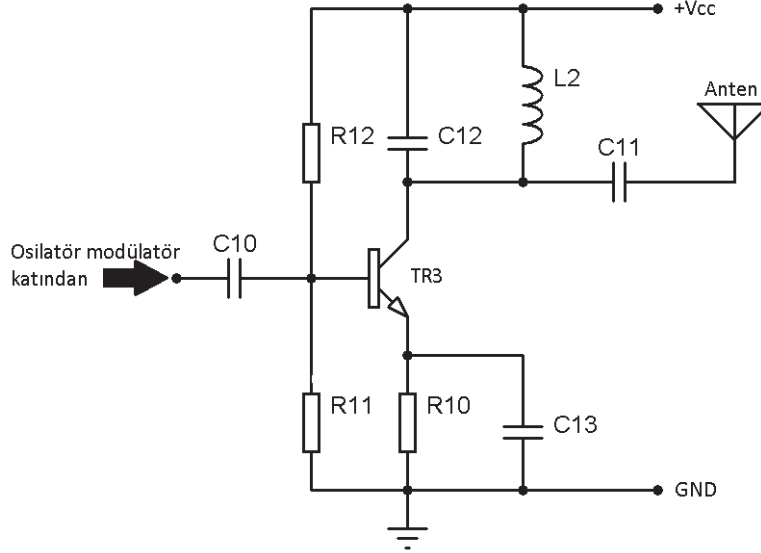
FM vericide kullanılan osilatör ve modülatör devresi Görsel 2.16'da verilmiştir. Burada voltaj kontrollü osilatör (VCO) aynı zamanda modülatör olarak çalışmaktadır. Ses frekans yükselticiden gelen sinyallere bağlı olarak osilatörün frekansı değişmektedir. Değişim ses sinyalinin genliğine bağlı frekans değişimi olduğu için frekans modülasyonu sağlanmış olur. Devrede R7, R8, R9 dirençleri transistörün polarizasyon gerilimini oluşturmak için kullanılır. C4, C6, C7 kondansatörleri ve L1 bobini osilatörün frekansını belirler. C5, C6, C9 kondansatörleri besleme gerilimindeki gürültüyü dekuplaj etmekte kullanılır.



Görsel 2.16: Osilatör ve modülatör devresinin çizimi

Tampon, Sürücü ve RF Yükselteci

Tampon devresi osilatörün çıkış devresi tarafından yüklenmesine engel olmak için kullanılır. Genel olarak giriş empedansı yüksek, çıkış empedansı küçük devrelerdir. Sürücü devresi, tampon katından aldığı küçük genlikli sinyali yükselterek çıkış katına ileten (süren) gerilim amplifikatörüdür. Vericinin türüne göre pasif devre elemanları da sürücü ve tampon olarak kullanılabilir. Görsel 2.17'deki devrede tampon, sürücü ve RF yükselteç bir arada kullanılmıştır. C10 kondansatörü kuplaj amaçlı tampon olarak çalışmaktadır. R10, R11, R12 dirençleri TR3 transistörünün polarma gerilimlerini sağlamaktadır. C13 kondansatörü emiteri dekuple ederek AC sinyalinin şaseye aktarılmasını sağlamaktadır. C11, C12 ve L2 tank devresi olarak kullanılmış ve gücün antene uygun empedansta aktarılması sağlanmıştır (Görsel 2.17).

**Görsel 2.17: Tampon sürücü ve RF yükselteç katı**

Müzik yayını yapan frekans modülasyonlu radyo vericilerinde (88 MHz-108 MHz) gerekli bant genişliği 100 KHz'dir. Frekans modülasyonu birçok yöntemle yapılır. Tüm yöntemlerin esası bir osilatör frekansının bilgi sinyaliyle değiştirilmesidir. Frekans modülasyonu yöntemleri aşağıda verilmiştir.

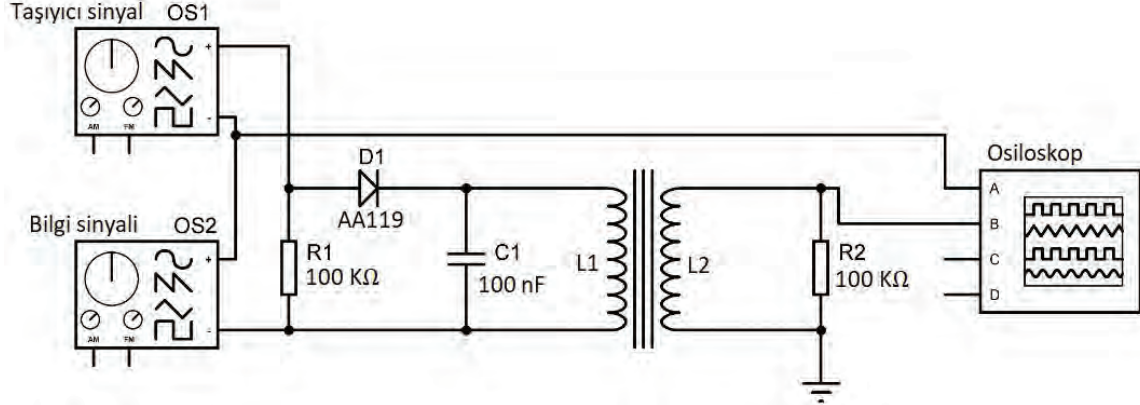
Kapasitif Mikrofon Yöntemi: Frekans modülasyonunun nasıl yapıldığını en kolay anlatan yöntemdir. Kapasitif mikrofonun özelliği çıkış uçlarında kondansatör özelliği göstermesi ve bu kondansatörün mikrofona gelen ses dalgalarına göre kapasitesini değiştirmesidir.

Varikap Diyotlu Yöntem: Varikap diyotlar yüzey birleşmeli silisyum diyotlardır. Varikap diyotların özelliği ters polarma altında çalışması ve uçlarında kondansatör özelliği göstermesidir. Varikap diyotların gösterdikleri kapasite, uçlarına uygulanan gerilim ile ters orantılıdır.

Gerilim Kontrollü Osilatör (VCO) Yöntemi: Gerilim kontrollü osilatörler günümüzde en çok kullanılan osilatörlerdir. Bunun nedeni montajlarının kolay, çevre elemanlarının az olmasıdır. Çıkış sinyalleri aynı anda kare, üçgen ve sinüs olan gerilim kontrollü osilatörler vardır. Osilatör sinyalinin frekansı VCO girişindeki gerilim değeriyle değişir. Girişindeki gerilim değeri artırılırsa çıkış sinyalinin frekansı artar. Girişindeki gerilim değeri azaltılırsa çıkış sinyalinin frekansı da azalır.

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak genlik modülasyonlu devre kurmak ve devrenin giriş çıkış sinyallerini ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



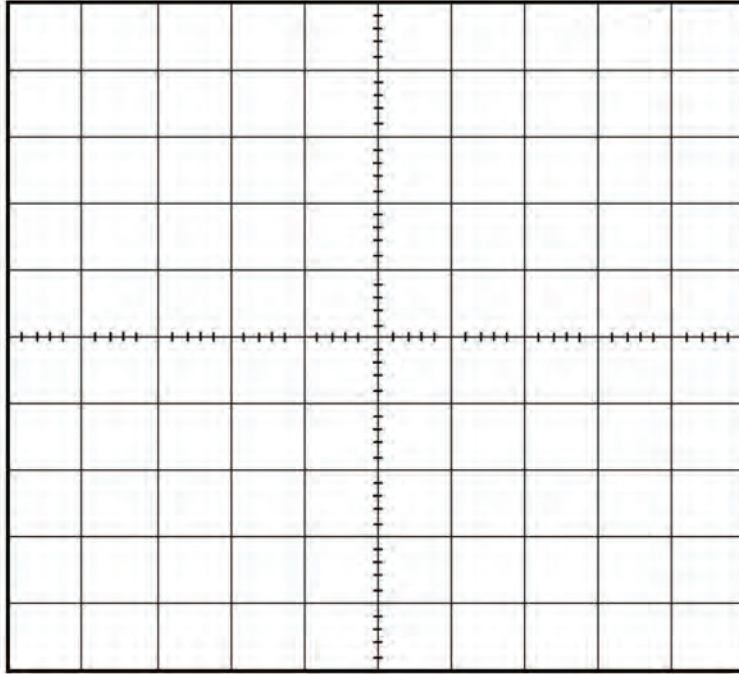
Görsel 2.18: Genlik modülasyonlu devrenin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
Sinyal jeneratörü	Çift kanallı	1 adet
Direnç	2 x 100 KΩ	2 adet
Diyot	AA119 (germanyum)	1 adet
Kutupsuz kondansatör	100 nF	1 adet
Trafo	Nüveli (primer sekonder bobinli)	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 2.18'deki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Osiloskobu ve sinyal jeneratörünü Görsel 2.18'deki gibi bağlayınız.
3. Sinyal jeneratörlerinden bilgi sinyali (OS2) 1 KHz 1 Vpp, taşıyıcı sinyali (OS1) 100 KHz 5 Vpp ayarlayınız.
4. Osiloskobun her kanalı için Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Görsel 2.19'a yazınız.
5. Çıkış sinyalini Görsel 2.19'a çiziniz.
6. Yaptığınız işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
7. Çalışma ortamını temizleyiniz.



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 2.19: Osiloskop ekranı (GM sinyalinin çizim alanı)

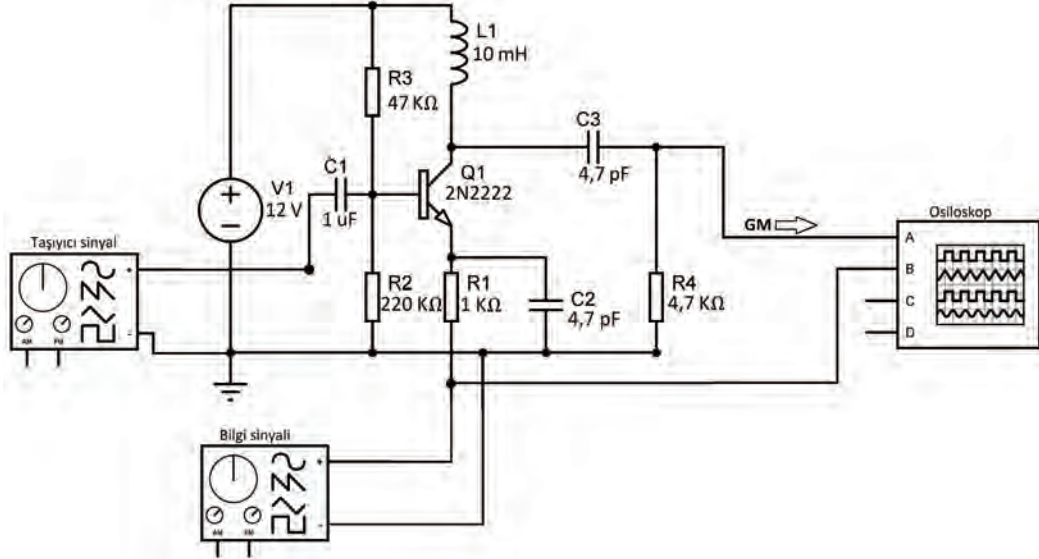
Uygulamaya İlişkin Soru

Modülasyon sinyaliyle taşıyıcı sinyal arasındaki farkları açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak genlik modülasyonlu devre kurmak ve devrenin giriş çıkış sinyallerini ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



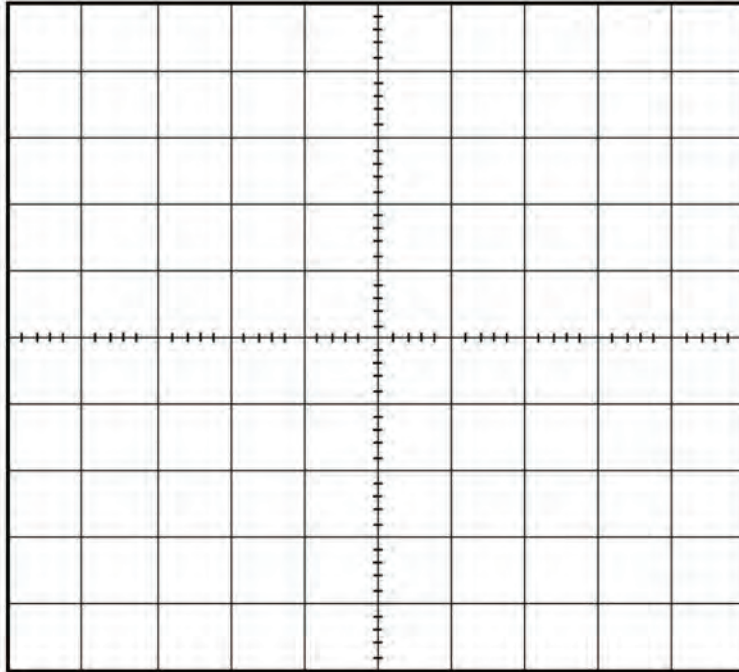
Görsel 2.20: Genlik modülasyonlu devrenin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
Sinyal jeneratörü	Çift kanallı	1 adet
DC güç kaynağı	220/12 V	1 adet
Direnç	1 KΩ, 4,7 KΩ, 47 KΩ, 220 KΩ	4 adet
Kutupsuz kondansatör	2 x 4,7 pF, 1 uF	3 adet
Transistör	2N2222	1 adet
Bobin	10 mH	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 2.20'deki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Atölye öğretmeninin gözetiminde osiloskop ve sinyal jeneratörü bağlantılarını yapınız.
3. Atölye öğretmeninin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Osiloskobu ve sinyal jeneratörünü Görsel 2.20'deki gibi bağlayıp açınız. Güç kaynağını gerekli voltaja getiriniz.
5. Bilgi sinyalini 15 KHz, 1 Vpp, taşıyıcı sinyali 300 KHz 1 Vpp ayarlayınız.
6. Osiloskobun her kanalı için Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Görsel 2.21'e yazınız.
7. Çıkış sinyalini Görsel 2.21'e çiziniz.
8. Malzemelerinizi gerektiği kadar kullanınız. Artan malzemelerinizi sonraki uygulamalar için saklayınız.
9. Yapılan işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 2.21: Osiloskop ekranı (GM sinyalinin çizim alanı)

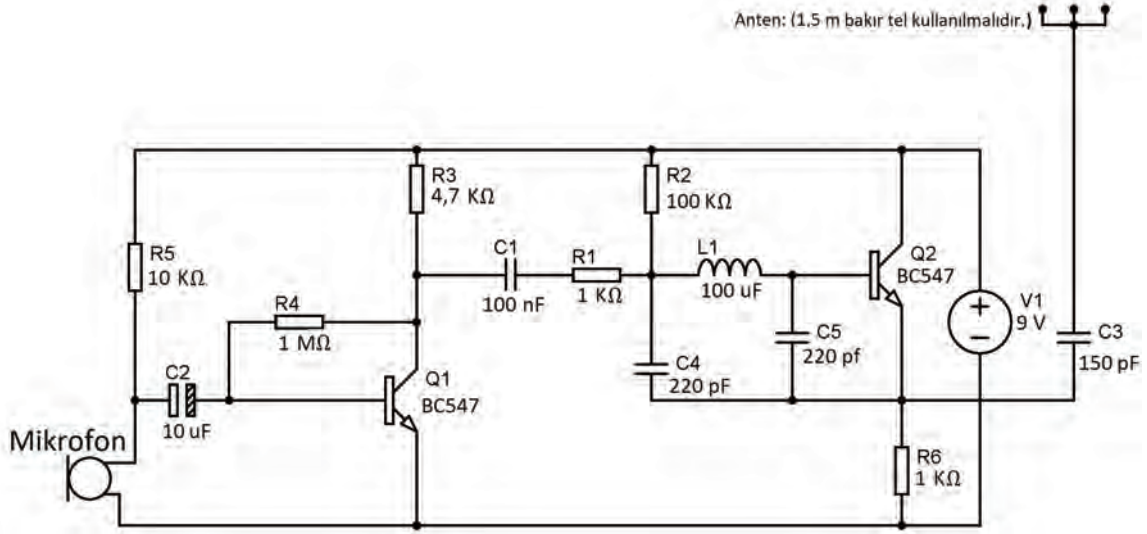
Uygulamaya İlişkin Sorular

1. Uygulanan bilgi sinyalinin genliği değiştirildiğinde çıkış sinyalinde nasıl bir değişim meydana gelir? Uygulama yaparak arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Bilgi sinyali ile modüledi sinyal arasındaki farkları açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak GM verici devreyi kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.22: GM verici devrenin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
DC güç kaynağı	220/9 V	1 adet
Direnç	2 x 1 KΩ, 4,7 KΩ, 10 KΩ, 100 KΩ, 1 MΩ	6 adet
Transistör	2 x BC547	2 adet
Kutupsuz kondansatör	100 nF, 2 x 220 pF, 150 pF	4 adet
Kutuplu kondansatör	10 uF	1 adet
Mikrofon	Kapasitif	1 adet
Bobin	100 uH	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 2.22'deki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız. Güç kaynağı gerilimini 9 V'a getiriniz.
4. Mikrofon girişine ses uygulayınız.
5. Bir GM alıcı radyo temin ederek yaptığınız GM verici devresini test ediniz. Yaptığınız devre sabit frekanslı bir devre olduğu için GM alıcının frekansını, vericiden gönderdiğiniz sesi duyana kadar ayarlayınız.

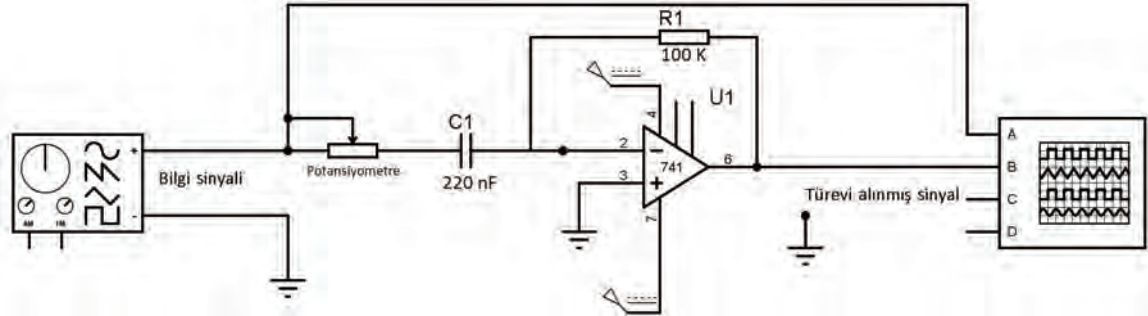
Uygulamaya İlişkin Soru

GM vericiyle alıcı arasındaki farklar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20....
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak türev alıcı devreyi kurmak ve ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



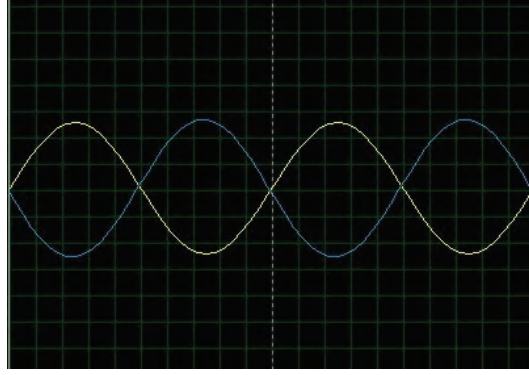
Görsel 2.23: Türev alıcı devrenin çizimi

Kullanılan Malzemeler

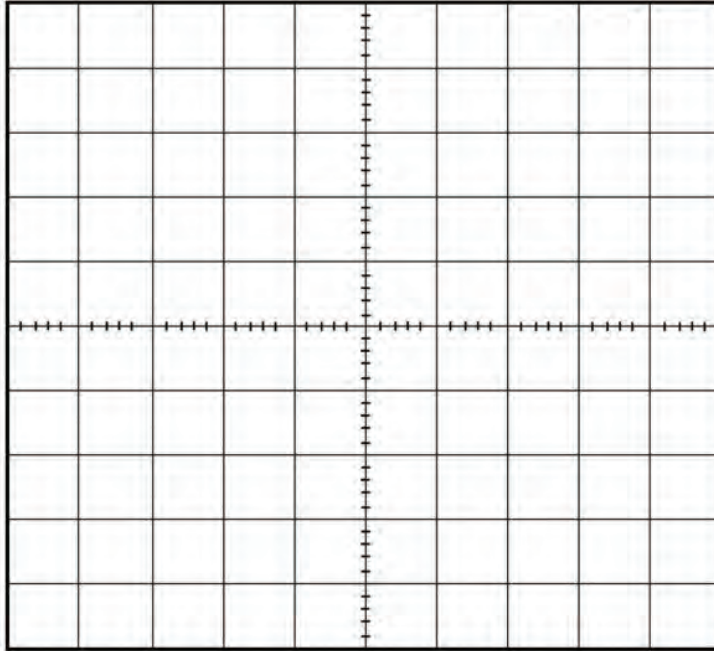
Adı	Özellği	Miktarı
DC güç kaynağı	220/12 V (simetrik + 12 V 0 - 12 V)	1 adet
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
Sinyal jeneratörü	Çift kanallı	1 adet
Direnç	100 KΩ	1 adet
Potansiyometre	100 KΩ	1 adet
Kutupsuz kondansatör	220 nF	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 2.23'teki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Atölye öğretmeninin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
3. Osiloskop ve sinyal jeneratörünü Görsel 2.23'teki gibi devreye bağlayınız.
4. Osiloskobu ve sinyal jeneratörünü açınız. Güç kaynağını gerekli voltaja getiriniz.
5. Sinyal jeneratöründen önce 1 KHz'lik bir sinüs sinyali uygulayınız. Osiloskopta oluşan sinyallerin Görsel 2.24'teki gibi olması için Volt/Div ve Time/Div ayarlarını ve devrede bulunan potansiyometre ayarlarını yapınız. Osiloskop Volt/Div ve Time/Div ayarlarını Görsel 2.24'e yazınız.
6. Osiloskopta elde edilen sinyalleri Görsel 2.25'e çiziniz.
7. Sinyal jeneratöründen farklı sinyaller (kare, üçgen vb.) uygulayınız. Uyguladığınız sinyale göre çıkış sinyalini gözlemleyiniz.
8. Çalıştığınız ortamı temizleyiniz.



Görsel 2.24: Türev alıcının osiloskopta çıkış görüntüsü



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 2.25: Osiloskop ekranı (Türev alıcı devrenin giriş çıkış sinyalinin çizim alanı)

Uygulamaya İlişkin Sorular

1. Devredeki potansiyometrenin görevini kısaca açıklayınız.
2. Devrenin girişine sinüs sinyali uygulandığında çıkış sinyalinin durumunu kısaca yorumlayınız.
3. Devre girişine sinüs sinyali hariç farklı bir sinyal uygulandığında çıkışta oluşan sinyali yorumlayınız.

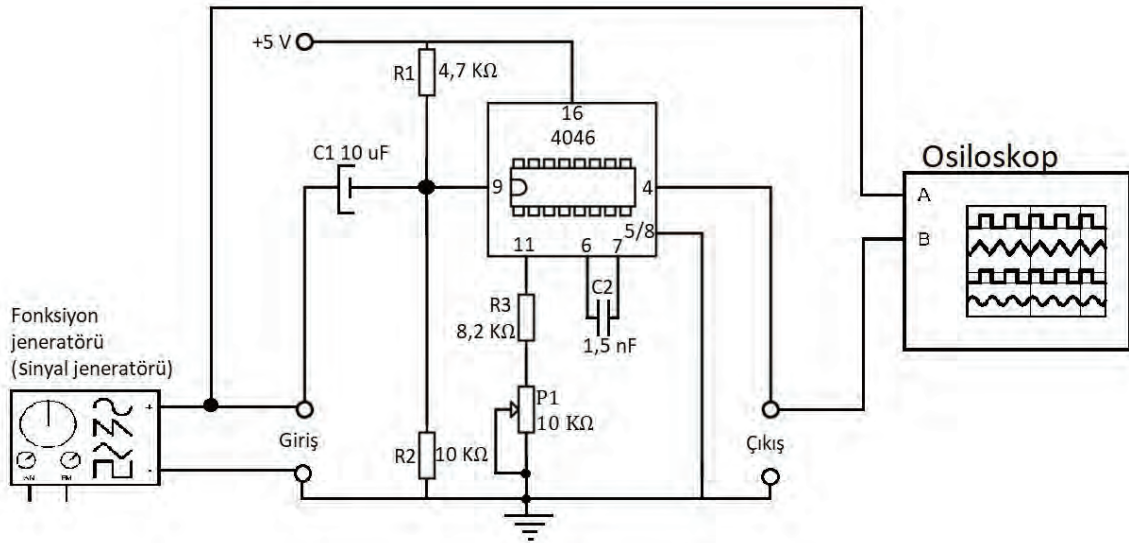
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20....
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak frekans modülasyon devresini kurmak ve sinyalleri incelemek.

VCO [Voltage Controlled Oscillator (Voltaj Kontrollü Osilatör)]

Bilgi sinyali 4046'nın VCO giriş terminaline uygulanmış, çıkış işareti VCO çıkış terminalinden alınmıştır. VCO giriş terminalinde bir sinyal yokken VCO çıkış ucunda frekansı C1 kondansatörü, R3 direnci ve P1 potansiyometresinin değerleriyle belirlenen kare dalga sinyal oluşur. Bu sinyalin frekansına **serbest çalışma frekansı** denir. Bu sinyal frekans modülatörünün taşıyıcı sinyali olarak kullanılır. Bu sinyalin frekansı P1 potansiyometresiyle belli aralıkta ayarlanabilir. Ayarlanan bu frekansa **merkez frekansı** denir. Devreye bilgi sinyali uygulanırsa bilgi sinyalinin pozitif alternanslarında VCO'nun çıkış ucundaki sinyalin frekansı artar. Bu artma bilgi sinyalinin genliğiyle doğru orantılıdır. Bilgi sinyalinin negatif alternanslarında VCO'nun çıkış ucundaki sinyalin frekansı azalır. Bu azalma yine bilgi sinyalinin genliğiyle doğru orantılıdır.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



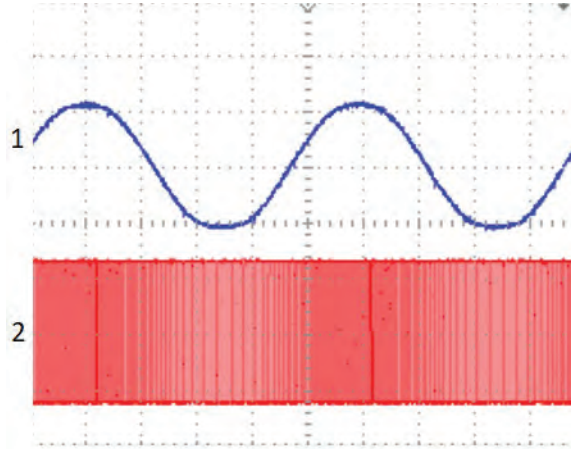
Görsel 2.26: VCO devrenin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
Fonksiyon jeneratörü		1 adet
DC güç kaynağı	220/5 V	1 adet
Direnç	4,7 KΩ, 8,2 KΩ, 10 KΩ	3 adet
Potansiyometre	10 KΩ	1 adet
Kutupsuz kondansatör	1,5 nF	1 adet
Kutuplu kondansatör	10 uF	1 adet
Entegre	4046	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 2.26'daki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Osiloskop ve fonksiyon jeneratörünün Görsel 2.26'daki gibi bağlantılarını yapınız.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayıp güç kaynağı gerilimini 5 V'a getiriniz.
4. Osiloskop ve sinyal jeneratörlerinin enerji bağlantılarını yapıp çalıştırınız.
5. Fonksiyon jeneratörünü 400 Hz, 1 V_{pp} ayarlayınız.
6. P1 potunu Görsel 2.27'deki görüntüyü görene kadar çeviriniz.
7. Çalışma ortamını temizleyiniz.



Görsel 2.27: VCO devresi osiloskop ekran görüntüsü

Uygulamaya İlişkin Soru

VCO devresindeki çıkış sinyali ile giriş sinyali arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

2.4. ANALOG DEMODÜLASYON ÇEŞİTLERİ

Analog demodülasyon, analog modülasyonun tersi işlemleri yaparak modüle edilen bilgi sinyali ni demodüle eder ve orijinal hâline dönüştürür.

2.4.1. Demodülasyon

Modüleli sinyal içinden bilgi sinyalinin ayrılması işlemine **demodülasyon** ya da **algılama** denir. Bir diğer ifadeyle işaretin frekans spektrumunun temel banda geri taşınmasıdır. Bu işlemin yapıldığı devrelere **demodülatör** ya da **dedektör** adı verilir.

Genlik Demodülasyonu

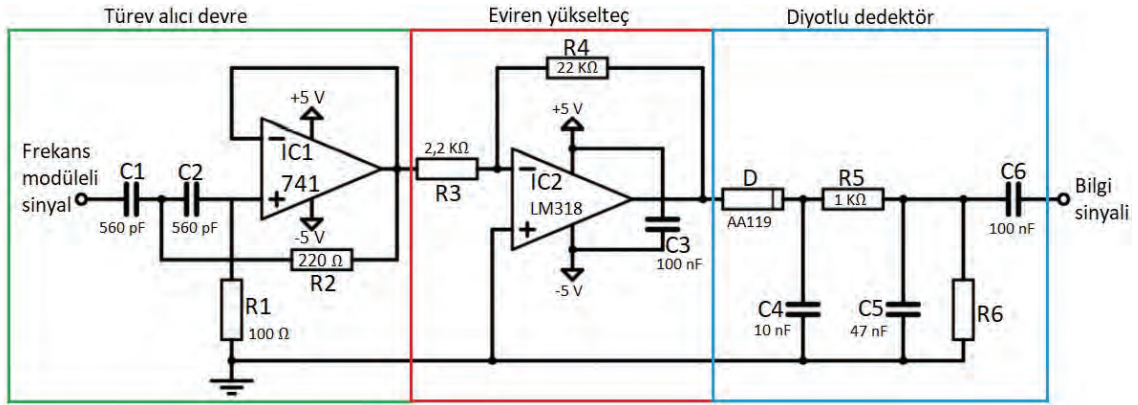
Genlik modülasyonunun demodülasyonu, senkronlu ve senkronsuz sistemlerle yapılabilir. Senkronlu sistemde vericiden gelen işaretlerle alıcıda demodülasyon işlemi eş zamanlı yapılır. Senkronlu sistemlere örnek olarak çarpım dedektörü, anahtarlama dedektör, PLL dedektör (phase locked loop) gösterilebilir. Senkronsuz sistem en fazla kullanılan en az elemanlı sistemdir. Bu sistemde, diyotlu dedektör ve transistör dedektör örnek gösterilebilir.

Frekans Demodülasyonu

Frekans modüleli bir işarette genlik sabit olup frekans, bilgi sinyaline bağlı değişmektedir. **Frekans demodülatörleri**, girişteki işaretin frekans değişimini lineer (doğrusal) gerilim değişimine çeviren devrelerdir. Frekans demodülasyonu için diskriminatörlü yöntem ve faz kilitlemeli çevrim (phase locked loop-PLL) olmak üzere iki yöntem kullanılır.

Diskriminatörlü Yöntem

Frekans modülasyonlu işaretin genlik modülasyonlu işarete çevrilip sonra diyotlu ya da transistör genlik modülatöründen geçirilerek tekrar bilgi sinyalinin elde edildiği devrelerdir (Görsel 2.28).



Görsel 2.28: Diskriminatörlü yöntem devresinin çizimi

Frekans modülasyonlu işaretin türevi alınırsa frekans modülasyonu, genlik modülasyonlu işarete dönüşür. Eviren yükselteç çıkışında genlik modülasyonlu işaretin genliği yükseltilmiş olarak elde edilir. Genlik modülasyonlu işaretin pozitif zarfı algılanarak bilgi sinyali burada tekrar elde edilir. C6 kondansatörü DC ofset gerilimini sıfırlamak için kullanılmıştır. Diskriminatörlü yöntem pek kullanılmaz.

Faz Kilitlemeli Çevrim Devresi

Görsel 2.29'da PLL devresinin çizimi görülmektedir. PLL geri beslemeli bir kontrol sistemidir. Giriş ve çıkış sinyallerinin frekans ve fazda gerekli koşullar altında kilitlenmesini sağlayan bir devredir. RF'de taşıyıcı frekans iletim esnasında eğer kayarsa alıcı devrelerindeki PLL taşıyıcı frekansı otomatik olarak takip eder. PLL genelde iki amaç için kullanılır. Bunlar, faz veya frekans modülasyonu ile gelen sinyalleri demodüle etmek için ve zamanla frekansı değişen taşıyıcı sinyali izlemek için kullanılır. Genel olarak PLL devresi aşağıdaki bölümlerden oluşur.

- Faz dedektörü (PD)
- Alçak geçiren filtre (LPF)
- Gerilim kontrollü osilatör (VCO)
- Yükseltici



Görsel 2.29: Doğrultuculu demodülatörün blok diyagramı

PLL içindeki faz dedektörü, girişindeki iki sinyali kilitler ve bunların frekansı aynıysa çıkışına sıfır verir. Eğer dedektör girişindeki iki sinyalin frekansları farklıysa dedektör çıkışında bulunan alçak geçiren filtreye girer ve bu filtre çıkışında AC bileşenler süzüldükten sonra DC bir seviye oluşur. Bu DC seviye VCO'nun girişini oluşturur. VCO girişine uygulanan DC seviye VCO çıkış frekansını, dedektör girişindeki frekansla tam olarak aynı olması yönünde değiştirir. Bu akış, kapalı bir geri besleme çevrimidir. Eğer VCO çıkış frekansı dedektör giriş frekansıyla aynı ise PLL yapısı başarıyla kilitlenir. Dolayısıyla PLL giriş frekansı sabit kaldığı sürece kontrol gerilim sıfır olur.

2.5. ANALOG DEMODÜLASYON DEVRELERİ

Analog demodülasyon devreleri, genlik ve açıl demodülasyon devreleri olmak üzere iki çeşittir.

2.5.1. Genlik Demodülasyonu (GM Alıcılar)

Genlik modülasyonlu radyo haberleşmesi dünya standardı olarak üç frekans bandında yapılır. Bunlar; uzun dalga, orta dalga ve kısa dalga bantlarıdır. Bantların frekans aralıkları Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1: Genlik Modülasyonlu Alıcıların Frekans Aralıkları		
LF (long frequency)	Uzun dalga frekans bandı	≈ 150 KHz-350 KHz
MF (medium frequency)	Orta dalga frekans bandı	≈ 535 KHz-1605 KHz
SF (short frequency)	Kısa dalga frekans bandı	≈ 6 MHz-18 MHz

Bu üç dalganın radyo vericisi anteninden yayıldıktan sonra ulaşabildiği mesafeler birbirinden farklıdır. Uzun dalga modüleli sinyaller, yer küresine paralel yol alır ve uzak mesafelerden dinlenebilir. Orta dalga modüleli sinyaller, doğru bir çizgi gibi yol alır ve orta mesafelerden dinlenebilir. Kısa dalga modüleli sinyaller, atmosferdeki iyonosfer tabakasıyla yeryüzü arasında zikzaklar çizerek ilerler. Yeryüzüne çarptığı noktalarda iyi dinlenir, arada kalan noktalarda dinlenemez. Bazı hâllerde radyo vericisine yakın olan bölgede dinlenemezken daha uzak mesafedeki bölgede dinlenebilir. Orta ve kısa dalgadan yapılan radyo yayınlarının dinlenme mesafesi iklim şartlarına göre değişir. Atmosferdeki iyonosfer tabakası ısıyla genişleyerek yeryüzüne yaklaşır ya da yeryüzünden uzaklaşır. Bu durum dengesiz haberleşmeye neden olur. Geceleri ısı düşünce orta ve kısa dalgadan yayın yapan radyo vericilerinin yayınları daha uzak mesafelerden dinlenebilir.

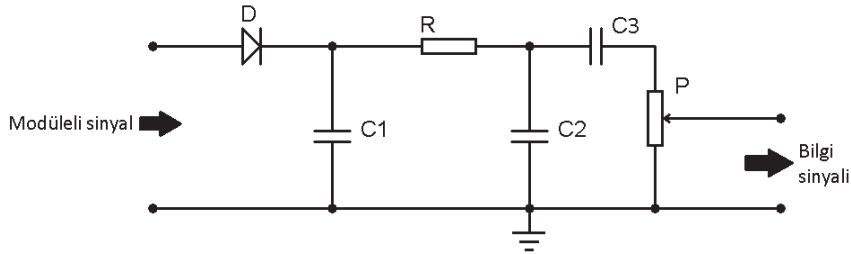
Genlik modülasyonunun demodülasyonu senkronlu ve senkronsuz sistemlerle yapılabilir. Senkronlu sistemde vericiden gelen işaretler ile alıcıda demodülasyon işlemi eş zamanlı yapılır. Senkronlu sistemlere çarpım dedektörü, anahtarlamalı dedektör, PLL dedektör örnek gösterilebilir. Senkronsuz sistem en fazla kullanılan en az elemanlı sistemdir. Bu sisteme, örnek diyotlu dedektör ve transistörlü dedektör örnek gösterilebilir.

Görsel 2.30'da diyot dedektörün blok diyagramı gösterilmiştir. Yapı, tipik bir asenkron dedektördür. Hem pozitif hem negatif yarım periyottaki GM modüleli zarf eğrisi doğrultucu girişine uygulanır. Doğrultucu çıkış işareti, pozitif yarım periyottaki zarf eğrisi ve bir DC seviyedir. Doğrultucunun çıkış işareti bir alçak geçiren filtreye girmektedir. Bu filtrenin çıkışı orijinal modüle edilmiş işaret ve bir DC seviyedir. Bu DC seviye kaldırıldıktan sonra orijinal işaret edilmiş olur.



Görsel 2.30: Doğrultuculu demodülatörün blok diyagramı

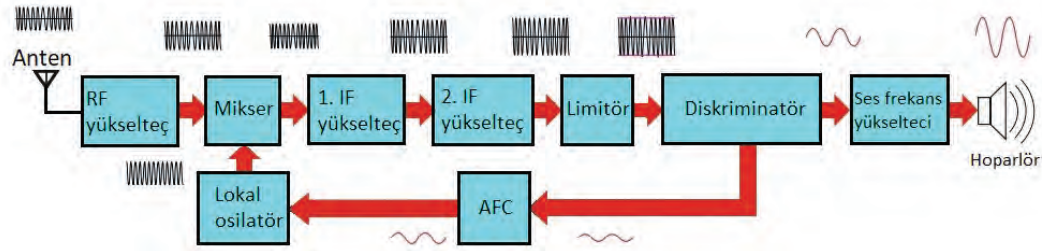
Görsel 2.31 pratik bir diyot dedektör devresini göstermektedir. GM işareti D diyodu tarafından doğrultulduktan sonra C1, C2 kondansatörleri ve R direncinden oluşan alçak geçiren filtreye girmektedir. Alçak geçiren filtrenin çıkış işareti pozitif bölgede bir zarf işareti ve bir DC seviyedir. C3 kapasitesi, DC bileşenlerin süzülmesini sağlarken AC bileşenlerin de geçmesini sağlamaktadır.



Görsel 2.31: Doğrultuculu demodülatör devresinin çizimi

2.5.2. Frekans Demodülasyonu (FM Alıcılar)

Frekans modülasyonlu radyo alıcıları en çok kullanılan alıcılardır. Görsel 2.32'de FM alıcının blok diyagramı görülmektedir.



Görsel 2.32: FM radyo alıcısının blok diyagramı

Anten

FM vericinin ürettiği radyo sinyallerini elektromanyetik dalgalar hâlinde havaya (uzaya) yayar. Çalışma frekanslarına göre antenin şekli ve boyutları değişir.

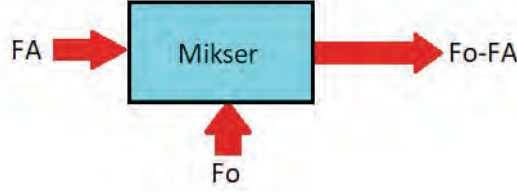
Radyo Frekans Yükselteci

Anten üzerinde oluşan radyo sinyali bu kat tarafından seçilir. Seçilen bu sinyal çok küçük genlikte olduğundan heterodin işlemi için yeterli değildir. Bu nedenle sinyal, işlenebilmesi için bu katta yükseltilir. Bu işlem sonunda sinyalin diğer özellikleri değişmez, frekansı yine aynıdır.

Mikser ve Osilatör

Mikser katına, RF yükselteci çıkışı ile alıcının kendi içindeki lokal osilatörün ürettiği sinyal aynı anda uygulanır. Bu sinyaller FA (anten sinyali frekansı), Fo (osilatör sinyali frekansı) olarak adlandırılır. FA ve Fo sinyallerinin karıştırılması sonucu dört değişik frekanslı sinyal elde edilir.

1. FA = Anten sinyali
2. Fo = Osilatör sinyali
3. Fo + FA = Toplam sinyal
4. Fo - FA = Fark sinyali



Görsel 2.33: Görsel 2.33: Mikser katı giriş çıkış sinyalleri

Mikserde RF yükselteci katından gelen FM sinyalle lokal osilatörden gelen sinyalin karıştırılması gerçekleşir. Karıştırma işleminin yapılabilmesi için Fo sinyalinin, frekansı dinlenmek istenen yayının frekansından IF değeri kadar (10,7 MHz) fazla olmalıdır. Karıştırma işlemi sonucunda mikser çıkışında anten sinyali özelliğini taşıyan 10,7 MHz'lik ara frekans sinyali oluşur (Görsel 2.33).

Ara Frekans (IF) Yükselteci

İki ya da daha fazla kattan oluşur. Mikser katı çıkışındaki 10,7 MHz'lik ara frekans sinyalini seçerek akım ve gerilim değerlerini yükseltir.

Limitör

Alıcıda kullanılan yükselteçlerin frekans karakteristiklerinin ideal olmaması, elektrikli aletler, araba motorları ve gök gürültüsü gibi gürültü kaynakları FM dalga üzerinde genlik değişimlerine yol açabilir. Eğer FM dalga bu hâliyle demodüle edilirse ses frekans sinyalinde bozulmalar meydana gelir. Bu nedenle FM dalga demodüle edilmeden önce limitleme işlemine tabi tutulur. Limitleme işleminde FM sinyalin tepe noktaları belli bir seviyeden kırılır. Böylece FM dalgadaki genlik değişimleri ve çıkışta oluşabilecek parazitler engellenmiş olur.

Diskriminatör

10,7 MHz'lik frekans modüleli dalganın frekans değişimlerini ses frekansına çevirir. Bir başka deyişle taşıyıcı sinyalle bilgi sinyali bu katta birbirinden ayrışır ve taşıyıcı sinyal zayıflatılırken bilgi sinyali ses frekans yükseltecine gönderilir.

AFC (Otomatik Frekans Kontrolü)

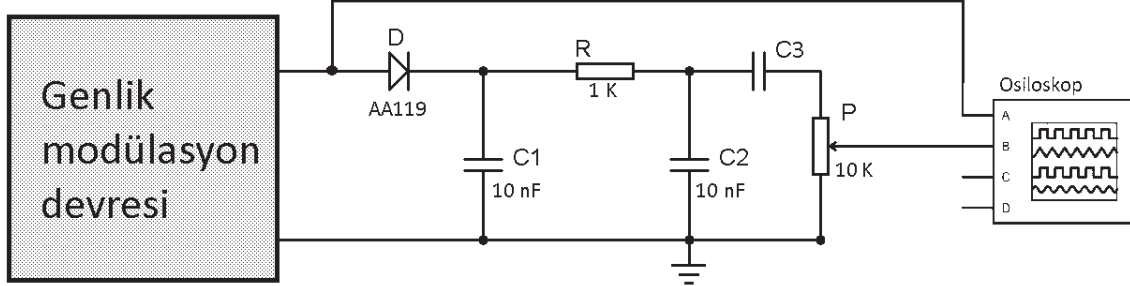
Alıcıya ulaşan istasyon sinyallerinin genlikleri farklı düzeydedir. Alıcı içindeki yükselteçlerin kazançları sabit olduğundan ses ayarı değiştirilmediği hâlde istasyon değiştirildikçe alıcı çıkışında birbirinden çok farklı ses seviyeleri oluşur. Bu istenmeyen bir durumdur. Bunun önüne geçilebilmesi için diskriminatör çıkışından osilatöre geri besleme uygulanır. Osilatör tank devresine varikap diyot bağlanır. Diskriminatör çıkışında taşıyıcı genliğine bağlı olarak elde edilen DC gerilim varikap uçlarına uygulanır. Eğer antenden alınan sinyal kuvvetliyse diskriminatör çıkışından elde edilen DC gerilim artacak bu da varikap diodun kapasitesini dolayısıyla osilatör frekansını değiştirecektir. Bu durum IF frekansının 10,7 MHz değerinden uzaklaşmasına neden olur. IF yükselteçleri 10,7 MHz değerine ayarlı olduklarından bu değerden farklı frekanslarda kazançları düşer. Kazancın düşmesi çıkışta ses seviyesinin düşmesine neden olur. Bu işlem sayesinde çıkışta oluşan sesin seviyesi her istasyon için tamamen aynı olmasa da yakın değerdedir olacaktır.

Ses Frekans Yükselteci

Demodülasyon işleminin sonra elde edilen ses frekans sinyalinin genliği hoparlörü sürebilecek seviyede değildir. Bu nedenle diskriminatör katından alınan ses frekans sinyali ses frekans yükseltecine uygulanır. Ses frekans yükselteci ses frekans sinyalinin akım ve gerilim değerlerini yükselterek hoparlöre gerekli enerjiyi sağlar.

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak genlik demodülasyonlu devre kurmak ve devrenin giriş çıkış sinyallerini ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



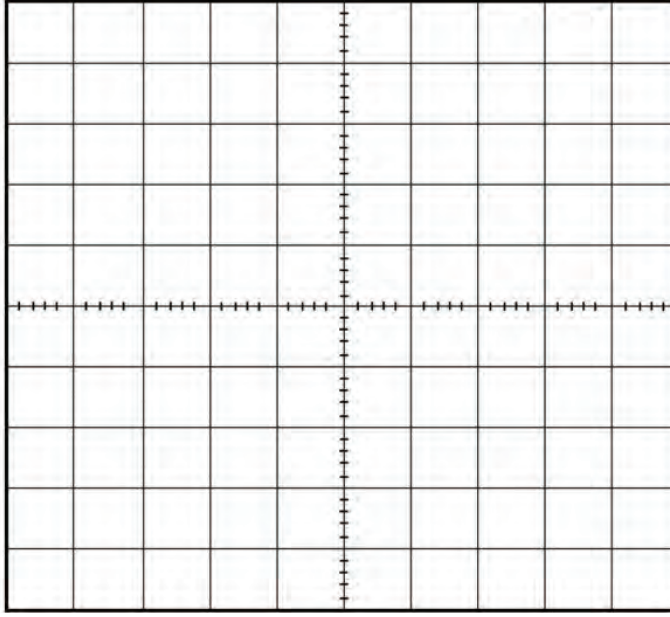
Görsel 2.34: Genlik demodülasyon devresinin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
Sinyal jeneratörü	Çift kanallı	1 adet
Direnç	1 K Ω	1 adet
Potansiyometre	10 K Ω	1 adet
Diyot	AA119 (germanyum)	1 adet
Kutupsuz kondansatör	2 x 10 nF	1 adet
Genlik modülasyon devresi		1 adet
Bread-board		

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 2.34'teki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Osiloskobu ve GM devresini Görsel 2.34'teki gibi bağlayınız. GM verici devresi olarak önceki uygulamada yapılan genlik modülasyon devresi kullanılabilir.
3. Genlik modülasyon devresindeki sinyal jeneratörlerinden bilgi sinyali (OS2) 1 KHz 1 Vpp, taşıyıcı sinyali (OS1) 100 KHz 5 Vpp ayarlayınız.
4. Osiloskobun her kanalı için Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Görsel 2.35'e yazınız.
5. Çıkış sinyalini Görsel 2.35'e çiziniz.
6. Yaptığınız işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
7. Çalışma ortamını temizleyiniz.



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 2.35: Osiloskop ekranı (GM sinyalinin çizim alanı)

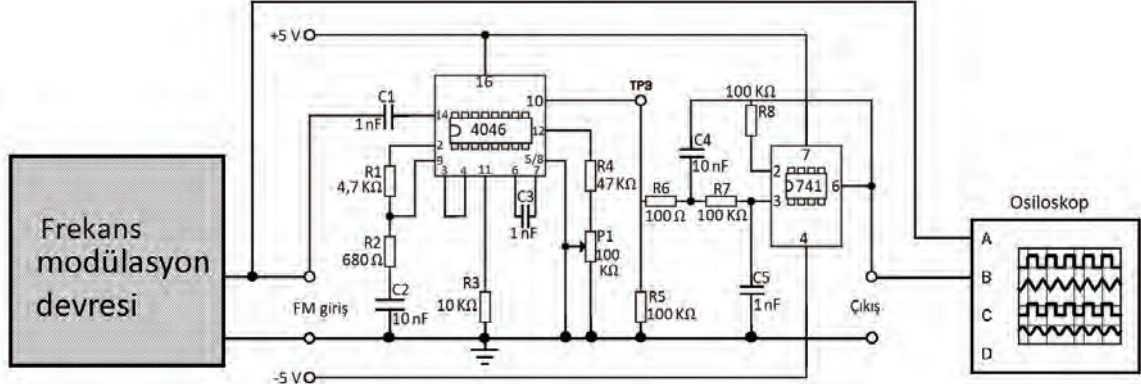
Uygulamaya İlişkin Soru

Frekans ve genlik modülasyonları arasındaki farklar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak frekans demodülasyonlu devre kurmak ve devrenin giriş çıkış sinyallerini ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



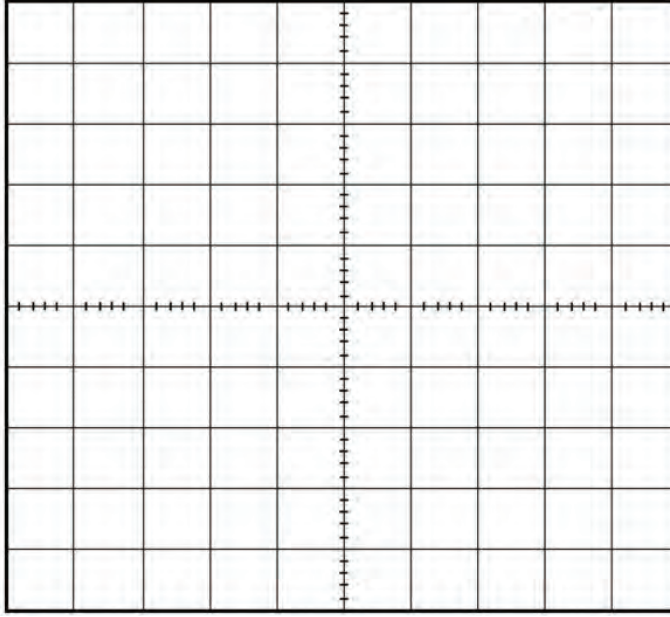
Görsel 2.36: Frekans demodülasyonlu devrenin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özellği	Miktarı
Güç kaynağı	220 V/ -5 V, 0 V, +5 V ,	1 adet
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
Sinyal jeneratörü		1 adet
Direnç	100 Ω , 680 Ω, 4,7 KΩ, 10 KΩ, 47 KΩ, 3 x 100 KΩ	8 adet
Potansiyometre	100 KΩ	1 adet
Kutupsuz kondansatör	3 x 1 nF, 2 x 10 nF	5 adet
Frekans modülasyon devresi		1 adet
Entegre	4046, 741	2 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 2.36'daki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Osiloskobu ve FM devresini Görsel 2.36'daki gibi bağlayınız. FM modülasyon devresi olarak önceki uygulamada yapılan frekans modülasyon devresi kullanılabilir.
3. Frekans modülasyon devresindeki sinyal jeneratörü bilgi sinyalini 1 KHz 1 Vpp ayarlayınız.
4. Osiloskopun B kanalında düzgün sinüs dalga görene kadar P1 potansiyometresini ayarlayınız.
5. Osiloskobun Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Görsel 2.37'ye yazınız.
6. Çıkış sinyalini Görsel 2.37'ye çiziniz.
7. Yaptığınız işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
8. Çalışma ortamını temizleyiniz.



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 2.37: Osiloskop ekranı (FM sinyalinin çizim alanı)

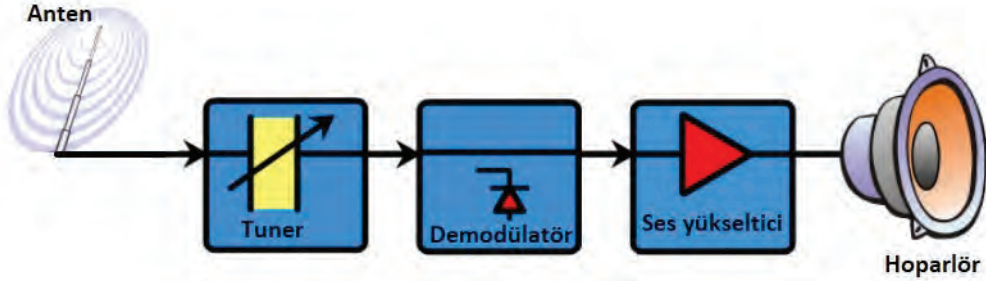
Uygulamaya İlişkin Soru

Frekans ve genlik modülasyonları arasındaki farklar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20....
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

2.6. FM RADYO ALICILAR

FM alıcılar, FM verici devrelerin gönderdiği sinyali alarak hoparlör vasıtasıyla gelen sinyali ses sinyaline çeviren devrelere **FM alıcı** denir. Kısaca faz modülasyonlu sinyali demodüle etmeye yarayan devrelerdir. Görsel 2.38’de FM alıcı devrenin basit çizimi görülmektedir.

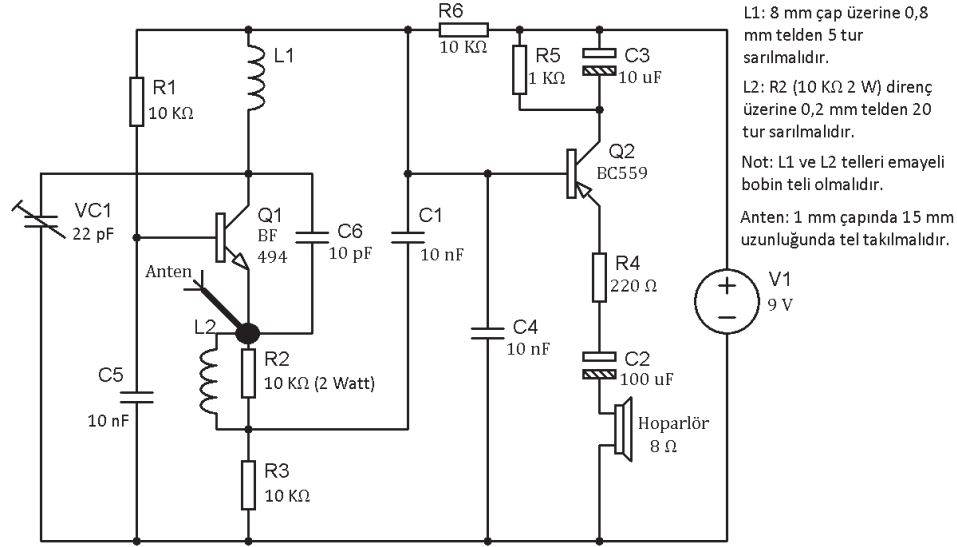


Görsel 2.38: FM alıcı devrenin çizimi

FM alıcılar, sinyalleri bir anten vasıtasıyla alır. Alıcı (tuner), istenen radyo frekans sinyalini anten tarafından alınan diğer tüm sinyallerden ayırmak için filtre devreleri kullanır. Ayırma işleminden sonra amplifikatör ile sinyal yükseltilerek son olarak da demodülasyon yoluyla istenen bilgiye ulaşılır. Bu sinyalin gücü hoparlörü sürece kadar güçlü değildir. Bu yüzden ses yükseltici devreler vasıtasıyla yükseltilerek hoparlöre gönderilir. Frekans modülasyonu 88-108 MHz VHF bandında bir radyo yayınında kullanılır. FM radyo vericisi 200 KHz genişliğinde bir kanala sahiptir. FM’de iletilen maksimum ses frekansı 15 KHz’dir. FM alıcılar günümüzde, pek çok devre bileşeninin entegre hâle getirildiği tümleşik sistemleri kullanmaktadır. RF otomatik kazanç kontrolü (AGC - automatic gain control) devreleri, otomatik frekans kontrolü, ses kuvvetlendiricileri, RF kuvvetlendiricileri, ara frekans katları gibi çeşitli elektronik devre bölümlerinin tek bir paket içinde bulunduğu RF alıcı entegreleri vardır.

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak FM alıcı devre kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.39: FM alıcı uygulama devresinin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Pil	9 V pil	1 adet
Pil yatağı	9 V pil için	1 adet
Direnç	220 Ω, 1K Ω, 3 x 10 KΩ, 10 KΩ (2 W)	6 adet
Transistör	BF494 veya BF199, BC559	2 adet
Kutupsuz kondansatör	10 pF, 4 x 10 nF	5 adet
Kutuplu kondansatör	10 uF, 100 uF	2 adet
Ayarlı kondansatör	22 pF (trimmer)	1 adet
Hoparlör	8 Ω	1 adet
Bobin teli	0,8 mm, 0,2 mm	2 adet
Bakırlı delikli plaket	5 x 10 cm	1 adet
Kalem havya		1 adet
Lehim		1 m
El aletleri	Pense, yan keski vb.	

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 2.39'daki uygulama devresini delikli bakırlı plaket üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde pili devreye bağlayınız.
4. Ayarlı kondansatörü bir plastik tornavida yardımıyla çevirip bir yayın bulmaya çalışınız.
5. Devrede bulunan bobinlere iletken bir malzeme yaklaştırınız ve hoparlördeki seste nasıl bir değişim olduğunu gözlemleyiniz.
6. Çalışma ortamını temizleyiniz.

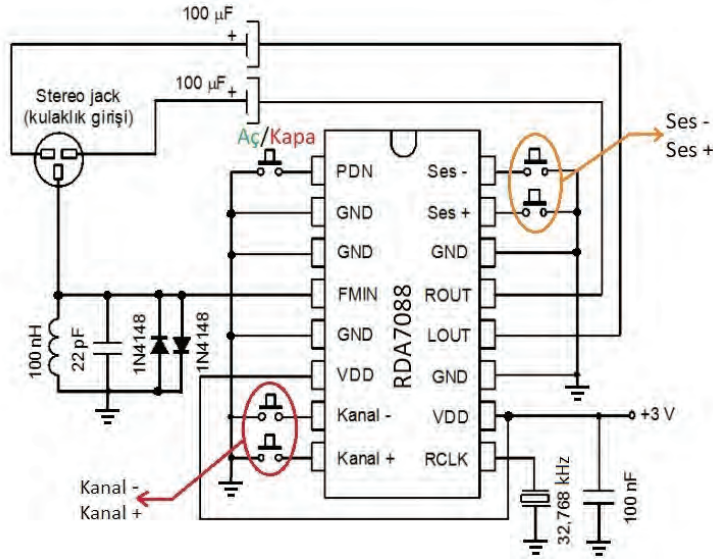
Uygulamaya İlişkin Sorular

1. Devrede kullanılan bobinlere bir iletken madde yaklaştırıldığında hoparlörden gelen seste ne gibi bir değişim oluyor? Açıklayınız.
2. Ayarlı kondansatörü (trimmeri) plastik tornavidayla ayarlamanın sebebi ne olabilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak FM alıcı devre kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.40: FM alıcı uygulama devresinin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Pil	2 x 1,5 V (kalem pil)	2 adet
Pil yatağı	2 x 1,5 V	1 adet
Kutupsuz kondansatör	10 pF, 4 x 10 nF	2 adet
Kutuplu kondansatör	2 x 100 µF	2 adet
Bobin	100 nH	1 adet
Kristal	32,768 KHz	1 adet
Diyot	1N4148	2 adet
Buton	Tach buton veya push buton	5 adet
Jack	Stereo	1 adet
Kulaklık	Stereo	1 adet
Entegre	RDA7088	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 2.40'taki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz. Atölye öğretmeninin gözetiminde devreye enerji veriniz.
3. Devre üzerinde bulunan butonlarla alıcının çalışmasını gözlemleyiniz.
4. Çalışma ortamını temizleyiniz.

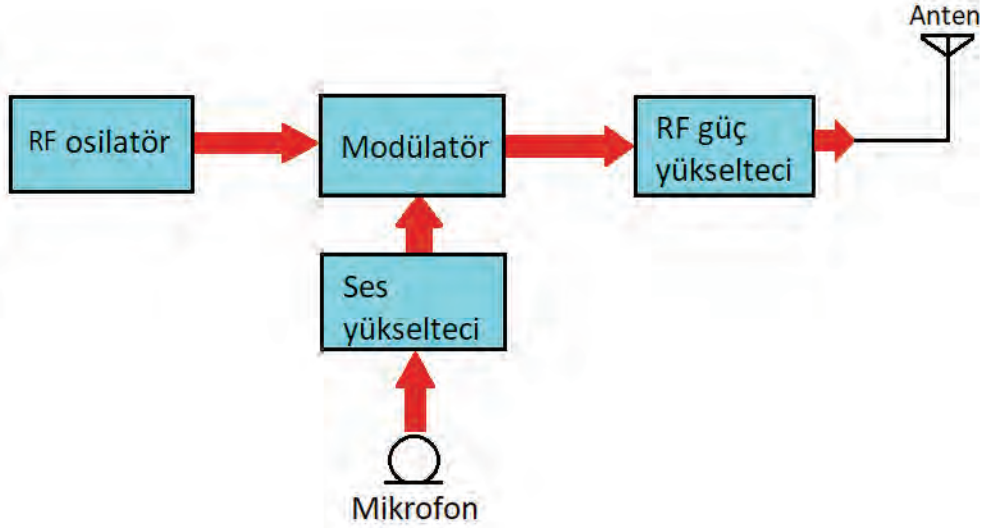
Uygulamaya İlişkin Soru

FM radyo alıcının stereo jack girişinde bulunan iki adet 100 uF kondansatörün görevi nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

2.7. FM RADYO VERİCİLER

Haberleşmede, bilgi sinyalinin genliğine göre taşıyıcı sinyalin frekansının değiştirilmesiyle bilgi sinyalinin iletildiği devrelere **FM verici devre** denir. Kısaca frekans modülasyonu yapılan devrelerdir. Genel olarak FM vericiler 87.5 ila 108.0 MHz arasında taşıyıcı sinyal kullanır.

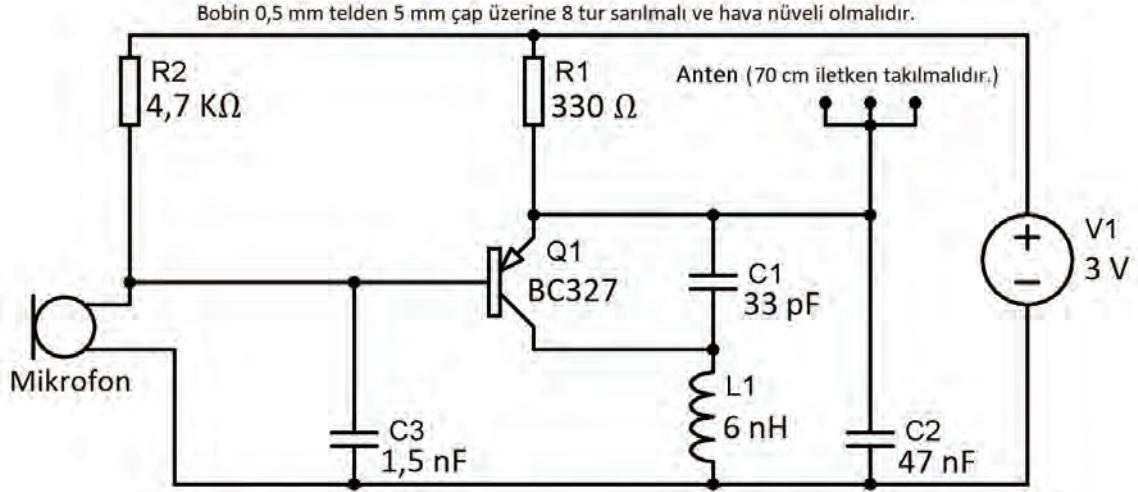


Görsel 2.41: FM verici devrenin çizimi

Görsel 2.41'de, basit bir doğrudan FM verici çizimi verilmiştir. RF osilatör standart bir LC osilatörün frekans belirleyici bölümüdür. Kondansatörlü mikrofon, akustik enerjiyi mekanik enerjiye çeviren bir dönüştürücüdür. Mekanik enerji, kondansatörün plakaları arasındaki mesafeyi dolayısıyla kondansatörün kapasitansını değiştirmekte kullanılır. Kapasitans değiştiğinde rezonans frekansı da değişir. Dolayısıyla osilatörün çıkış frekansı, doğrudan harici ses kaynağından gelen girişle değişir. Bu doğrudan FM üretimidir çünkü osilatör frekansı modüle edici sinyal tarafından doğrudan değiştirilir ve frekans değişikliğinin büyüklüğü, modüle edici sinyalin genliğiyle doğru orantılıdır. Modülatör ses sinyalini modüle ederek RF güç yükseltici kate gönderir. RF güç yükseltici, sinyali gerekli güce yükselterek antene gönderir. Anten ise sinyali boşluğa (havaya) gönderir.

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak FM verici devre kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.42: Frekans modülasyon uygulama devresinin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özellği	Miktarı
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
Pil	2 x 1,5 V kalem pil (3 V)	2 adet
Pil yatağı	2 kalem pillik	1 adet
Direnç	330 Ω, 4,7 KΩ	2 adet
Transistör	BC327	1 adet
Kutupsuz kondansatör	1,5 nF, 33 pF, 47 pF	3 adet
Mikrofon	Kapasitif	1 adet
Bobin	6 nH	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 2.42'deki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde osiloskop bağlantılarını devrenin çıkışı olan antene yapınız.
4. Atölye öğretmenin gözetiminde pil bağlantısını yapınız.
5. Mikrofon girişine ses uygulayınız ve çıkış sinyallerini inceleyiniz.
6. Bir FM alıcı temin ederek yaptığınız FM verici devresini test ediniz.
7. Çalışma ortamını temizleyiniz.

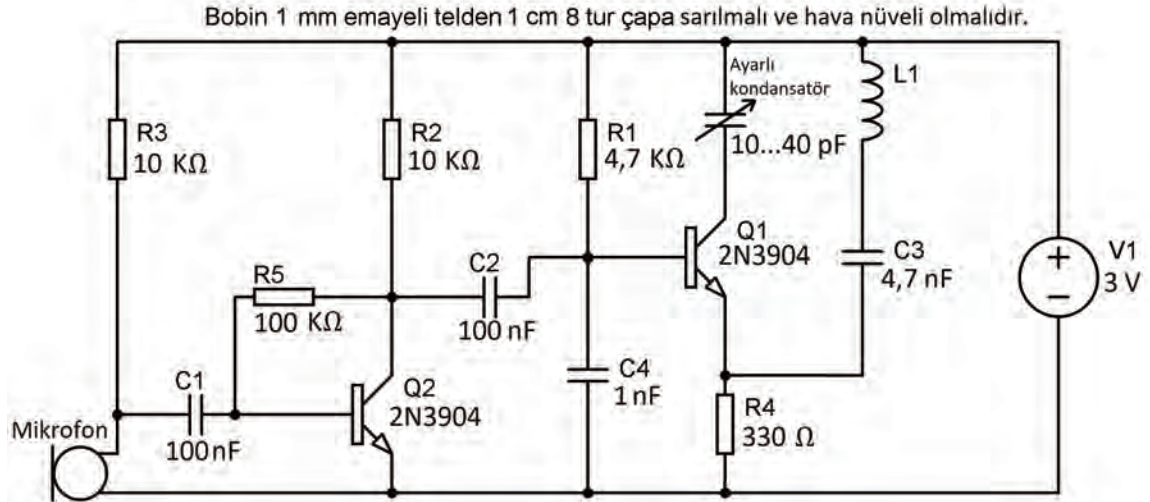
Uygulamaya İlişkin Sorular

1. Devrede kullanılan bobine bir metal yaklaştırıldığında sinyalde bozulma veya kayma meydana geliyor mu? Açıklayınız.
2. Bu uygulamada bobinin görevini kısaca açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak frekans modülasyonlu (FM verici) devre kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.43: FM verici uygulama devresinin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Pil	2 x 1,5 V kalem pil (3 V)	2 adet
Pil yatağı	2 kalem pillik	1 adet
Direnç	330 Ω, 4,7 K Ω, 2 x 10 KΩ, 100 KΩ	5 adet
Transistör	2 x 2N3904	2 adet
Kutupsuz kondansatör	1 nF, 4,7 nF, 2 x 100 nF	4 adet
Ayarlı kondansatör	10 pF...40 pF (trimmer)	1 adet
Mikrofon	Kapasitif	1 adet
Bobin	(1 mm telden 1 cm çapa 8 tur sarılmalıdır.)	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 2.43'teki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayıp güç kaynağı gerilimini 3 V'a getiriniz.
4. Mikrofon girişine ses uygulayınız. Ayarlı kondansatör ile frekansı ayarlayınız.
5. Bir FM alıcı temin ederek yaptığınız FM verici devresini test ediniz.
6. Çalışma ortamını temizleyiniz.

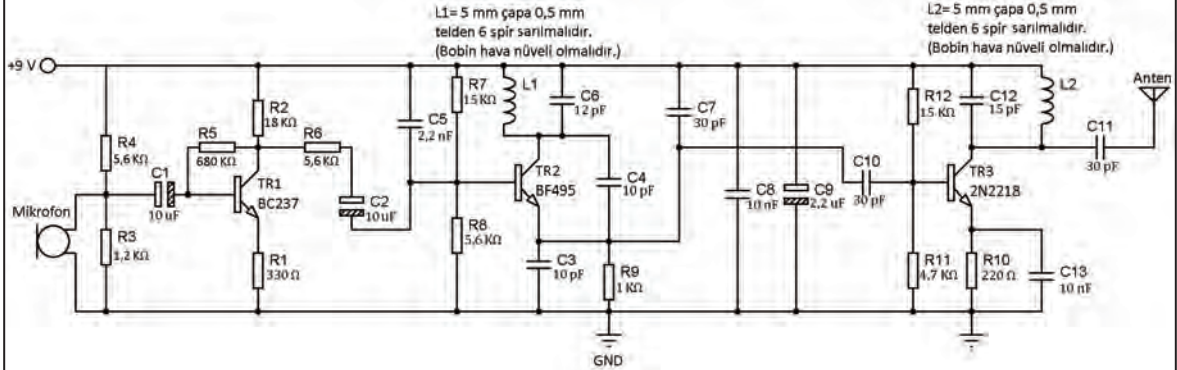
Uygulamaya İlişkin Sorular

1. Devrede kullanılan bobine bir metal yaklaştırıldığında sinyalde bozulma olmasının nedeni ne olabilir? Arkadaşlarınızla bu konuyu tartışınız.
2. Bu uygulamada bobinin görevini kısaca açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak FM verici devre kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 2.44: FM verici devrenin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
9V DC güç kaynağı	220/9 V	1 adet
Direnç	220 Ω , 330 Ω , 1 K Ω , 1,2 K Ω , 4,7 K Ω , 2 x 5,6 K Ω , 10 K Ω , 2 x 15 K Ω , 18 K Ω , 33 K Ω , 680 K Ω	13 adet
Transistör	BC237, BF495, 2N2218	3 adet
Kutupsuz kondansatör	2 x 10 pF, 12 pF, 15 pF, 2 x 33 pF, 2,2 nF, 2 x 10 nF	9 adet
Kutuplu kondansatör	2,2 uF, 2 x 10 uF	3 adet
Mikrofon	Kapasitif	1 adet
Bobin teli	L1, L2	2 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 2.44'teki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağını açınız. Güç kaynağı gerilimini 0 V'a getirip uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız. Güç kaynağını 9 V'a getiriniz.
4. Mikrofon girişine ses uygulayınız.
5. Bir FM alıcı temin ederek yaptığınız FM verici devresini test ediniz.
6. Çalışma ortamını temizleyiniz.

Uygulamaya İlişkin Sorular

1. Devrede kullanılan bobine bir metal yaklaştırıldığında sinyalde bozulma veya kayma meydana geliyor mu? Açıklayınız.
2. Bu uygulamada bobinin görevini kısaca açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	/..../20....
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

A) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan ayraçlara cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Bilgi sinyallerinin iletilmesi için modülasyon işlemine tabi tutulması gerekir.
2. (...) Bir sinyalin genliği değiştirilerek yapılan modülasyon türüne faz modülasyonu denir.
3. (...) Kaliteli bir haberleşme için modülasyon faktörü %70 olmalıdır.
4. (...) Yüksek frekanslı sinyaller anten vasıtasıyla uzaya (havaya) iletilir.
5. (...) Bir sinyal, modülasyon yapılmadan önce yükseltme işlemine tabi tutulmalıdır.
6. (...) Demodülasyon işlemi modülasyon işleminin tersidir.
7. (...) Günümüzde dinlenen radyolar FM demodülasyonu mantığıyla çalışır.
8. (...) Ses sinyallerinin genliğini hoparlörden insan kulağının duyabileceği düzeyde yükselten devrelere limitör denir.
9. (...) Bilgi sinyalinin türevi alınarak yapılan frekans modülasyonuna faz modülasyonu denir.
10. (...) Havada yayılan sinyalleri alıcılar öncelikle güç yükseltici katı vasıtasıyla alır.

B) Aşağıda verilen sorularda doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

11. Aşağıdakilerden hangisi analog haberleşme için doğru bir ifade değildir?

- A) Maliyeti azdır.
- B) Bant genişliği çok fazladır.
- C) Görültüye duyarlıdır.
- D) Bilgi kayıpları çoktur.
- E) Şifrelemeye elverişli değildir.

12. 300 KHz'lik taşıyıcı frekansa bindirilen bir bilgi sinyalinin iletilmesi için kaç metre antene ihtiyaç duyulur?

- A) 200 m
- B) 250 m
- C) 500 m
- D) 750 m
- E) 1.000 m

13. Aşağıdakilerden hangi iki çift faz modülasyonu olarak bilinir?

- A) GM-PLL
- B) PPM-PAM
- C) PWM-DM
- D) FM-PM
- E) PCM-PSK

14. Osiloskopta ölçülen sinyalin tepeden tepeye maksimum değeri 5 V, minimum değeriye 3 V ise modülasyon yüzdesi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) %10
- B) %20
- C) %25
- D) %50
- E) %75

15. Genlik modülasyon devrelerinde aşağıdakilerden hangisi bulunmaz?

- A) Türev alıcı devre
- B) RF osilatör
- C) Modülatör
- D) RF çıkış katı
- E) Tampon katı

16. Üretilen sinyali modüle eden kat aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Osilatör
- B) Modülatör
- C) Sürücü
- D) RF çıkış katı
- E) Güç yükseltici

17. Demodülasyon işlemi yapan devrelere verilen ad aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Yükselteç
- B) Sürücü
- C) Osilatör
- D) Türev alıcı
- E) Dedektör

18. Yaklaşık olarak 6 MHz ile 18 MHz arasında genlik modülasyonlu alıcılara verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Uzun dalga
- B) Geniş bant
- C) Orta dalga
- D) Kısa dalga
- E) Karma bant

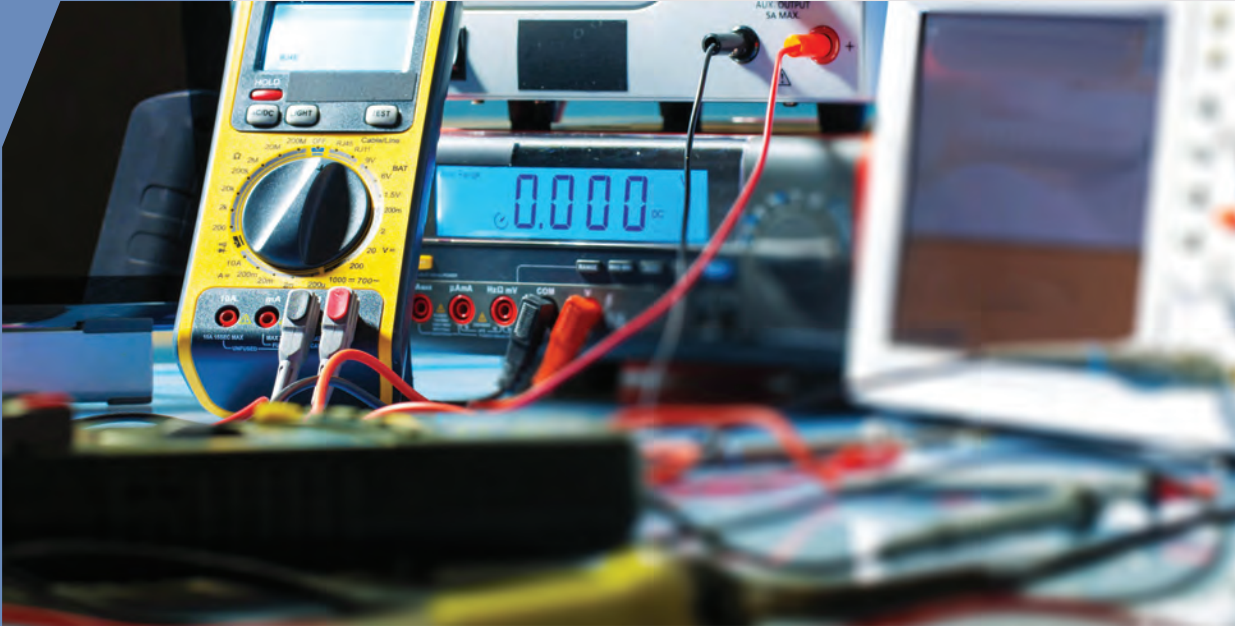
19. Mikser katının görevi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Sinyallerin genliğini yükseltmek
- B) AC sinyalleri filtrelemek
- C) DC sinyalleri filtrelemek
- D) Sinyalleri karıştırmak
- E) Sinyallerin frekansını yükseltmek

20. Frekansı 1 KHz olan sinyalin periyodu kaç saniyedir?

- A) 0,001 s
- B) 0,01 s
- C) 0,1 s
- D) 1 s
- E) 10 s

SAYISAL HABERLEŞME



KONULAR

- 3.1. SAYISAL HABERLEŞMENİN TEMELLERİ VE ELEMANLARI
- 3.2. SAYISAL MODÜLASYON
- 3.3. SAYISAL MODÜLASYON DEVRELERİ
- 3.4. SAYISAL DEMODÜLASYON
- 3.5. SAYISAL DEMODÜLASYON DEVRELERİ

3. ÖĞRENME
BİRİMİ



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Sayısal haberleşmenin temelleri

Sayısal haberleşme terimleri ve elemanları

Sayısal haberleşme modülasyonu ve demodülasyonu devreleri

TEMEL KAVRAMLAR

alçak geçiren filtre, analog dijital çevirici (ADC), darbe modülasyonu, dijital analog çevirici (DAC), kodlama, kuantalama, örnekleme

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Teknolojinin gelişmesiyle haberleşme teknolojisinde ne tür gelişmeler olmaktadır?
Açıklayınız.
2. Sayısal haberleşmenin kullanıldığı alanlar hakkında bildiklerinizi ifade ediniz.

3.1. SAYISAL HABERLEŞMENİN TEMELLERİ VE ELEMANLARI

Bilgiyi gerilim sayesinde ileten iletişim türüne **sayısal haberleşme** denir. Sayısal bilgiler, ikili (binary) sayılarla (1 ve 0) kodlanır ve uygun gerilimlere dönüştürülerek aktarılır. **Sayısal işaretler**, bir zaman aralığının bütünü yerine sadece belirli zaman anlarında tanımlanmış ve sadece belirli değerleri alabilen işaretlerdir. Günümüzde haberleşme teknolojisinin gelişmesiyle analog haberleşme yerine daha modern olan sayısal haberleşme kullanılmaktadır.

3.1.1. Sayısal Haberleşmenin Özellikleri

- Analog haberleşme gibi sürekli değil darbeler hâlinindedir. Bu yüzden darbeler arasında başka (fazladan) bilgiler de taşımaya elverişlidir.
- Gelişen teknolojiyle birlikte sayısal haberleşme üzerine yapılan çalışmalar sayesinde sayısal bilgileri iletmek günden güne daha kolay hâle gelmektedir.
- Bant genişliği çok fazladır.
- Bozulmalara karşı dirençlidir. Veri kaybı az olur. Ayrıca veri kayıplarını belirli hata kodlamalarıyla onarmak mümkündür.
- Şifrelenebilir. Bu sayede güvenli iletişim sağlanır.
- Birden fazla kanal, cihaz veya sistemle haberleşmek mümkündür.
- İleri teknolojiyle uyumludur.

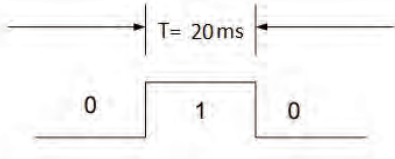
3.1.2. Sayısal Haberleşmede Kullanılan Elemanlar ve Terimler

Bilgi, sayısal haberleşmede genellikle analog biçimdedir (ses, resim, ısı, ışık vb.). Sayısal haberleşmede ilk olarak bu bilgiler sayısal darbeler (işaretlere) çevrilir. Vericiden gönderilen bu darbeler, alıcı kısımda tekrar analog bilgiye çevrilir. Analog bilgiyi sayısal iletim ortamına hazırlamak için değişik modülasyon yöntemleri vardır. Her modülasyonun da kendisine uygun demodülasyon sistemi vardır.

Bit: Sayısal haberleşmede 0 veya 1 bilgisine verilen isimdir.

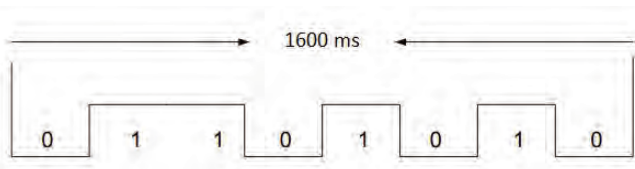
Bps (Bit Per Second): Seri iletişimde bir saniyede gönderilen bit sayısıdır.

1. Örnek: Osiloskopta elde edilen aşağıdaki şekilde 1 bitlik veri için saniyede iletilen bit sayısını bulunuz.



Çözüm: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \times 10^{-3}} = 50 \text{ Hz} = 50 \text{ bps}$

2. Örnek: Osiloskopta elde edilen aşağıdaki şekilde 8 bitlik veri için saniyede iletilen bit sayısını bulunuz.



Çözüm: Bir bit için geçen süre = $\frac{1.600 \text{ ms}}{8} = 200 \text{ ms}$

Frekans (bit hız) = $\frac{1}{200 \times 10^{-3}} = \frac{1.000}{200} = 5 \text{ bps}$

Baud: Sembol veya sinyal elemanlarına verilen isimdir. Örneğin bir cihaz her bilgi alışverişi esnasında 4 bitle kodlanan bir veri gönderirse 1 baud değeri 4 bittir.

Baud Rate (Baud Hızı): Bilgi iletiminde bir saniyede meydana gelen sinyal değişikliğidir.

3. Örnek: Bir veri iletiminde iletim hızı 2.000 baud ve bu iletim hattı 8 farklı seviye durumuyla kodlanmışsa bps hızı nedir?

Çözüm: 8 farklı seviye durumunu kodlamak için 3 bite ihtiyaç vardır ($2^3 = 8$). $2.000 \times 3 = 6.000$ bps olur.

BER [Bit Error Rate (Bit Hata Oranı)]: Sayısal haberleşmede, sayısal bilginin iletimi esnasında bozulan veya yanlış algılanan bit miktarına verilen isimdir.

$$BER = \frac{\text{Gönderilen Hatalı Bit Sayısı}}{\text{Toplam Gönderilen Bit Sayısı}} \text{ formülüyle hesaplanır.}$$

4. Örnek: Bir iletim hattında 300.000.000 bit gönderildiğinde 15 bit hata meydana geliyorsa BER oranı kaçtır?

$$\text{Çözüm: } BER = \frac{\text{Gönderilen Hatalı Bit Sayısı}}{\text{Toplam Gönderilen Bit Sayısı}} = \frac{15}{300.000.000} = \frac{15}{30 \times 10^7} = 0,5 \times 10^{-7}$$

5. Örnek: Bir iletim hattında 100.000.000 bit gönderiliyorsa BER oranı 10^{-7} ise hata oranı kaçtır?

$$\text{Çözüm: } BER = \frac{\text{Gönderilen Hatalı Bit Sayısı}}{\text{Toplam Gönderilen Bit Sayısı}}$$

$$10^{-7} = \frac{\text{Gönderilen Hatalı Bit Sayısı}}{100.000.000}$$

$$\text{Gönderilen hatalı bit sayısı} = 10 \text{ bit}$$

Çözüm: Kanal: Verinin (bilginin) gönderildiği hatta veya ortama verilen isimdir.

Kanal Kapasitesi: Bir kanalda 1 saniyede gönderilebilecek maksimum bit sayısıdır.

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

C = bps (kanal kapasitesi)

B = bant genişliği

$\frac{S}{N}$ = sinyal / gürültü güç oranı

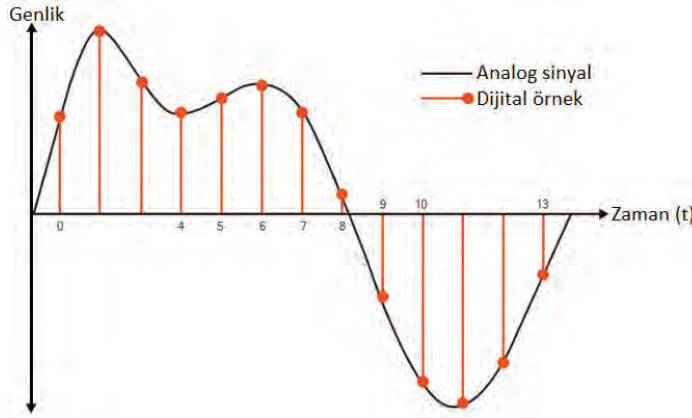
6. Örnek: Bir iletim hattında (B = 5,6 KHz) ve S/N oranı 1.023 ise kanal kapasitesi nedir?

$$\text{Çözüm: } C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

$$C = 5.600 \times \log_2(1 + 1.023) = 5.600 \times 10 = 56.000 \text{ bps} = 56 \text{ kbps}$$

Gürültü: Haberleşmede iletilen veya alınan bilgiyi bozan rastgele enerjidir.

Örnekleme Teoremi: Analog bir işaretten sayısal işarete geçiş için analog işaretin belli aralıklarla değerlerini alarak sayısal işarete dönüştürme işlemine denir. Aynı zamanda bu sayısal işareten tekrar analog işaret elde edilebilmesi için örnek değerler alınır (Görsel 3.1).



Görsel 3.1: Örnekleme teoremi

Anahtarlama hızı ne kadar yüksek olursa örneklenen işaret, orijinal işarete o kadar benzer.

$f_m \rightarrow (f_m = 1/T_m)$ bant genişlikli bilgi işaretinin, bir temel bant bilgi işareti olması durumunda örnekleme frekansı ($f_s = 1/T_s$), f_s frekansına **nyquist frekansı** veya **örnekleme frekansı** denir.

$f_s \geq 2 f_m$ nyquist koşulunu sağlamalıdır.

Nyquist Ölçütü: Örnekleme frekansı, maksimum giriş frekansının iki katından büyük olmalıdır. Örnekleme frekansı ise $F_s > 2F$ olmalıdır.

T_m periyotlu bir bilgi sinyali T_s periyotlu saat darbeleriyle örneklendiği zaman T_m periyodu içinde bilgi işaretinden T_m/T_s kadar örnek alınır.

Örnek: 1 KHz'lik bir bilgi sinyali 10 KHz'lik bir saat darbesiyle örneklendiği zaman, bilgi sinyalin-den bir periyotta kaç örnek alınır?

Çözüm: 1 KHz = 1.000 Hz, 10 KHz = 10.000 Hz

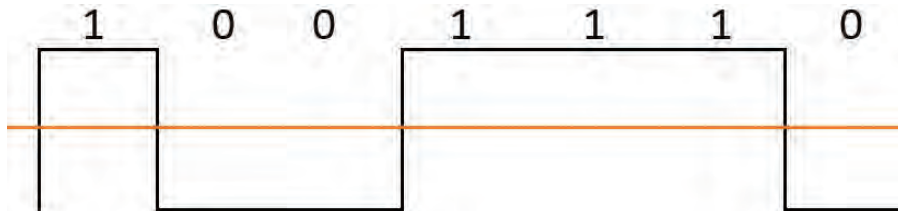
$f_m = 1/T_m \rightarrow 1.000 = 1/T_m \rightarrow T_m = 0,001 \text{ s} = 1 \text{ ms}$

$f_s = 1/T_s \rightarrow 10.000 = 1/T_s \rightarrow T_s = 0,0001 \text{ s} = 0,1 \text{ ms}$

$T_m/T_s = 1 \text{ ms}/0,1 \text{ ms} = 10$ örnek alınır.

Kodlama: Belirli bir kurala göre bir sinyalin değiştirilmesine verilen isimdir. Örnek birkaç kodlama aşağıda verilmiştir.

NRZ [Non Return to Zero (Sıfıra Dönüşsüz) Kodlama Tekniği]: NRZ kodlama tekniğinde her bir bit belli bir düzeydeki işaretlerle gösterilir. Örneğin 1 biti yüksek voltaj düzeyiyle, 0 bitiye düşük voltaj düzeyiyle gösterilir. İkili veri gönderilirken düşük ve yüksek voltaj düzeyleri arasında sürekli geçiş olur, hiçbir zaman sıfır voltaj düzeyi kullanılmaz. Bir bitin gönderim aralığı boyunca voltaj düzeyi sabittir. Görsel 3.2'de, sıfıra dönüşsüz kodlama tekniği kullanılarak aktarılan bir veri gösterilmektedir.



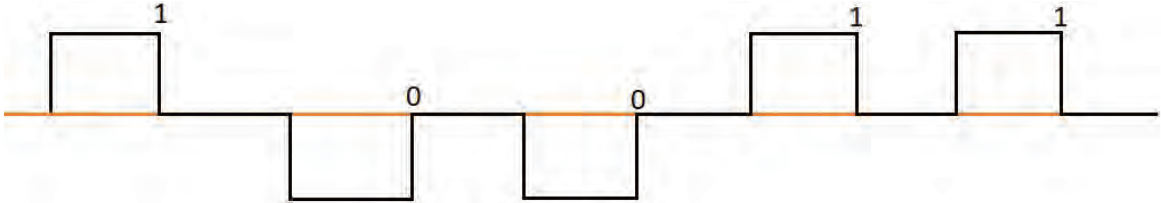
Görsel 3.2: NRZ kodlama

RZ [Return to Zero (Sıfıra Dönüştü) Kodlama Tekniği: Sıfıra dönüştü kodlama tekniğinde 1, voltaj düzeyinin yükselmesi ve daha sonra sıfıra geri dönmesiyle; 0 ise herhangi bir değışikliğin olmamasıyla gösterilir. İkilik 1'in gösteriminde bit başlangıcında voltaj düzeyi artar, bitin gönderim aralığının yarısına kadar yüksek düzeyde kalır. Tam yarısında 0 düzeyine düşer ve 0 düzeyinde kalır. Görsel 3.3'te RZ kodlama tekniği gösterilmiştir.



Görsel 3.3: RZ kodlama

Bipolar (İki kutuplu-HDB3) Kodlama Tekniği: İki kutuplu kodlama tekniği, her bir bitin yüksek ya da düşük voltaj düzeyinden 0 düzeyine dönmesiyle kodlanır. İkilik 1, bitin başlangıcında voltaj düzeyinin yükselmesi, bit gönderim genişliğinin tam ortasına gelindiğindeyse tekrar sıfıra düşerek bitin sonuna kadar 0 düzeyinde kalmasıyla kodlanır. 0 ise aynı şekilde bitin gönderilmeye başlanmasıyla voltaj düzeyinin düşmesi, bit genişliğinin tam ortasında ise tekrar sıfıra yükselmesiyle kodlanır. Her bir bitin kodlanmasında sıfır düzeyine gelinmesi, oluşan işaretin dönüş genişliğinin yarıya düşmesine neden olur (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: Bipolar kodlama

Kod Etkinliği: Kodlama bittiğinde kullanılan bit sayısı ile gerekli olan bit sayısı arasındaki orana denir. Bu oran ne kadar yüksekse kodlama o derece yüksek ve etkin yapılmış demektir.

$$\text{Kod Etkinliği (KE)} = \frac{(\text{Gerekli bit sayısı})}{(\text{Kullanılan bit sayısı})}$$

1. Örnek: Bir kodlama işleminde gerekli bit sayısı 4, kullanılan bit sayısı ise 5'tir. Buna göre KE kaçtır?

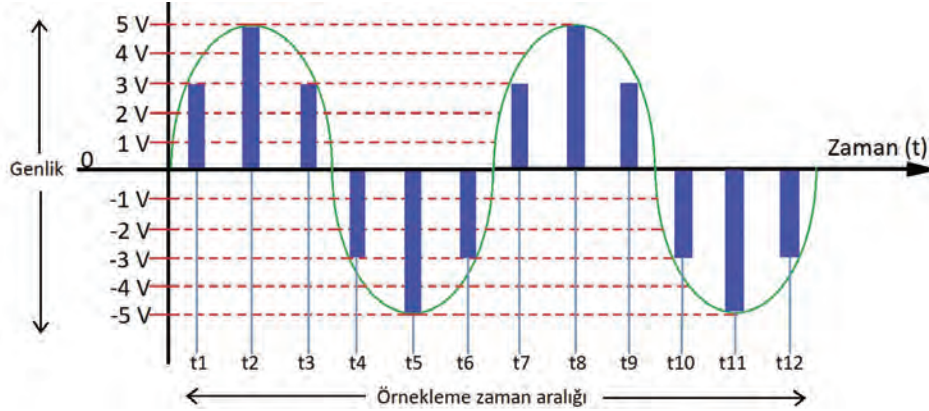
Çözüm: $KE = \frac{4}{5} = 0,8$ 'dir.

2. Örnek: %60 kod etkinliği olan kodlamada kullanılan bit sayısı 10 ise gerekli bit sayısı kaçtır?

Çözüm: $0,6 = \frac{(\text{Gerekli bit sayısı})}{10}$ Gerekli bit sayısı = $0,6 \times 10 = 6$ bit

Kod Çözme: Belirli kurallar çerçevesinde değıştirilip kodlanan sinyalleri, orijinal hâline dönüştürme işlemidir.

Kuantalama İşlemi: Bir analog sinyali, örneklenmiş belli seviyelerini yuvarlayarak dijital (sayısal) sinyale dönüştürme işlemidir (Görsel 3.5). Bir sinyalin kuantalanması, sinyalin en büyük genliğiyle en küçük genliğinin arasını basamaklara (örneklere) ayırmak ve bu basamakların bu işarete benzemesini sağlamaktır. Örneğin -5 V ile +5 V arasında genliği değişen bir işaretin 10 kuantaya seviyesine ayrıldığı düşünölsün. Bu işlemde önce kuantalama aralığı bulunur. $a = [(5) - (-5)]/10 = 1$ 'dir. -5 V, -4 V, -3 V, -2 V, -1 V, 0 V, +1 V, +2 V, +3 V, +4 V, +5 V şeklinde sinyal 1 V'luk seviyelere ayrılmalıdır.

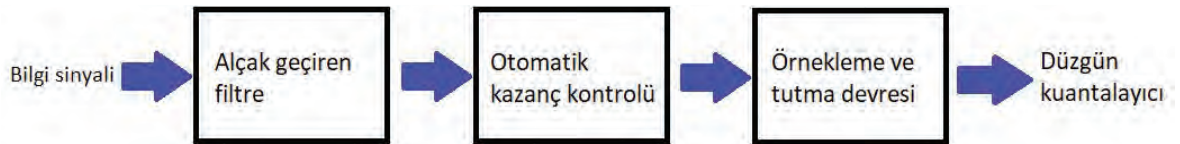


Görsel 3.5: Kuantalama grafiği

Kuantalama işleminde önceki örneklemin elde edilmesi mümkün olmayabilir. Bu durum sonucunda bir miktar bilgi kaybolmaktadır. Bu kaybolmaya **kuantalama hatası** adı verilir. Bu kuantalama hatasını en aza indirmek için dilim aralığı artırılmalıdır. Buna bağlı olarak örneklemede kullanılan bit sayısı da artar.

Bir sinyalin genliğinin eşit oranlarda bölünmesiyle yapılan kuantalama işlemine **düzgün kuantalama** denir. Bu kuantalamada her kuantaya aralığı eşittir. Örneğin -5 V ile +5 V arasında genliği değişen bir işaret 10 kuantaya seviyesine ayrılırsa sinyal 1 V'luk eşit seviyelere ayrılır. -5 V, -4 V, -3 V, -2 V, -1 V, 0 V, +1 V, +2 V, +3 V, +4 V, +5 V seviyelerinde kuantalama yapılır.

Bir sinyalin genliği eşit aralıklara bölünemiyorsa buna **düzgün olmayan kuantalama** denir. Ses işaretleri küçük genliklere sahip olduğu için düzgün olmayan kuantalamaya daha sık rastlanmaktadır. Bu olaydan dolayı boş kanal gürültüsü oluşur. Bu gürültüyü azaltmak için başvurulacak ilk yöntem, adım büyüklüğünün azaltılması veya dilim sayısının artırılmasıdır. Görsel 3.6'da bilgi sinyalini düzgün kuantalama yapabilecek bir sinyal hâline dönüştüren devrenin blok diyagramı verilmiştir. Darbe kod modülasyonlu sistemlerde örnekleme frekansının seçilmesi nyquist kriterlerine göre yapılmalıdır.



Görsel 3.6: Düzgün kuantalama işlemi

Alias Frekansı: Orijinal sinyale benzemeyen farklı bir sinyaldir. Eğer örnekleme kriteri karşılanmazsa analog sinyal frekansı kaybolur ve alias frekansı üretilir.

1. Örnek: 2 KHz'lik bir sinyal $F_s = 1,5$ KHz ile örneklenirse $F_{alias} = 2.000 - 1.500 = 500$ Hz'lik bir alias frekansı ortaya çıkar. Alias frekansını önlemek için antialias filtreler kullanılır.

2. Örnek: 25 KHz'lik ses bandını iletmek için 40 KHz'lik örnekleme frekansı kullanıldıysa sistemin 25 KHz'i geçmesine izin veren ancak 15 KHz'lik sinyalin geçmesine izin vermeyen antialias fitresinin kullanılması gereklidir.

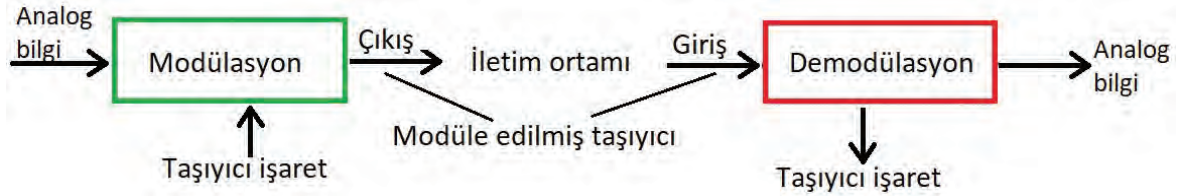
Parite: Çoğu sistemde gönderilen bilgide hata olup olmadığı parite biti sayesinde test edilir. Parite bitleri; parite jeneratörü, özel veya (XOR) kapıları ile üretilir. Parite biti kullanılan sistemlerde gönderilen her karakterin sonunda ilave bir bit bulunur. Hata olması durumunda parite biti hata bayrağını (NAK) kaldırır.

Parite biti dâhil olmak üzere gönderilen tüm birlerin sayısı çiftse çift parite, tekse tek parite olarak isimlendirilir. Örneğin 1011000 1 birlerin sayısı çift olduğu için çift parite, 1000100 1 birlerin sayısı tek olduğu için tek parite olarak isimlendirilir.

3.2. SAYISAL MODÜLASYON

Sayısal modülasyon, iletilmek istenen bilginin belli kurallara göre örneklenerek kodlanmasıyla yapılan sinyal işleme tekniğidir. Taşıyıcı işaret ve bilgi işaretine göre haberleşme sistemleri sınıflandırılarak birbirinden ayrılabilir. Telefon, ses, TV sinyalleri, bilgisayar verileri bilgi sinyallerine örnek olarak gösterilebilir. Darbe modülasyonu genel olarak belirli bir darbe dizisinin genlik, süre veya diğer özelliklerinin bilgi işaretinin bir fonksiyonu olarak değiştirilmesi sonucu elde edilir.

Sayısal haberleşme sistemi genel olarak Görsel 3.7’de verilmiştir. Görüldüğü gibi vericide analog bilgi önce sayısal bilgiye çevrilmiş, modüle edilerek iletim ortamına sürülmüştür. Alıcı, iletim ortamından bu modülasyonlu sinyali alarak demodüle etmiş ve dijital bilgiyi tekrar analog bilgiye çevirmiştir.



Görsel 3.7: Modülasyon ve demodülasyon

3.2.1. Sayısal Modülasyonun Özellikleri

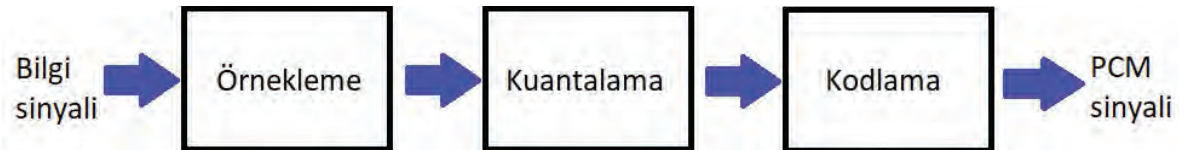
- Sayısal bilgiyi depolamak, saklamak daha kolaydır.
- Sayısal bilgiyi işlemek daha kolaydır.
- Sayısal modülasyonda veri güvenliği fazladır.
- Kaliteli bir haberleşme sağlar.
- Gürültü ve bozulmalar azdır.
- Kolay çoğullama olanağı sağlar.
- Veri kapasitesi çok fazladır.

Sayısal Modülasyon Çeşitleri

- Darbe Kod Modülasyonu [Pulse Code Modulation (PCM)]
- Delta Modülasyonu (DM)
- Darbe Pozisyon Modülasyonu [Pulse Position Modulation (PPM)]
- Darbe Genişlik Modülasyonu [Pulse Width Modulation (PWM)]
- Darbe Genlik Modülasyonu [Pulse Amplitude Modulation (PAM)]

3.2.2. Darbe Kod Modülasyonu (PCM)

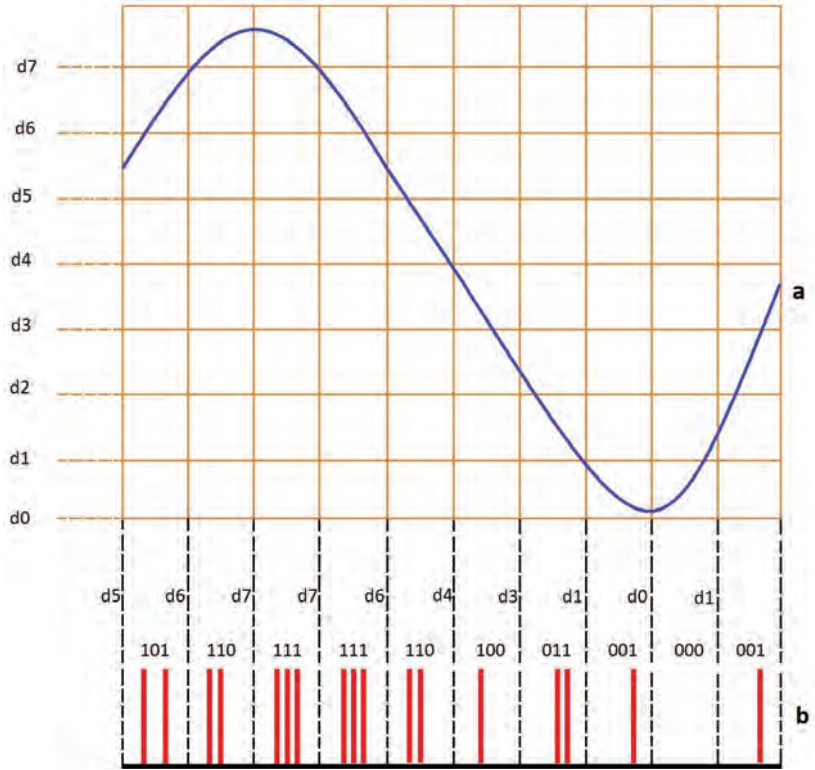
PCM’de, darbeler sabit uzunlukta ve sabit genliktedir. PCM’de bilgi işareti örnekleme sinyalinin frekansına bağlı bir hızla örneklenir. **Örnekleme (sampling)**, gönderilecek bilgi sinyalinden periyodik olarak örnek alınması işlemidir. Daha sonra örnek değerler kuantalanır. Kullanılan her örnek değere önceden belirlenmiş seviyede en yakın değerle yakınlaştırma yapılır. Her örnek değer ya da buna karşılık gelen kuantalama seviyesi bir binary kod sözcüğüyle kodlanır. Buna göre örnek değerler dizisi, bir binary kod sözcüğü dizisiyle gösterilir (Tablo 3.1). Sonuçta elde edilen 0-1 dizisi bir darbe dizisine dönüştürülür. 1, darbeyi; 0 ise darbe yokluğunu gösterir (Görsel 3.8).



Görsel 3.8: PCM aşamaları

Tablo 3.1: Onluk Sayıların 3 Bitlik Binary Kodları	
Karşılık Gelen Onluk Sayı Değeri	Binary Kod
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

Analog **a** sinyali, darbe kod modülasyonu sonucu **b** sinyali olarak kodlanır. Görsel 3.9'da bilgi sinyalinin başlama noktası d5 olduğu için ilk kodlama binary olarak 101 kodlanmıştır. Daha sonra d6'ya çıkan bilgi sinyali, binary 110 olarak kodlanmıştır. Kodlama işlemi bilgi sinyalinin bulunduğu noktada modülasyonlu sinyal binary yani dijital kodlanır.



Görsel 3.9: Örnek bir analog sinyalin PCM ile kodlanması

Bir PCM oluşturmak ve bilgi paketlerinin nasıl kodlanacağını belirlemek için bir kod tanımlamak gerekir. Öncelikle bilgi sinyali örneklenir ve örnekleme noktasına eş değer bir sayısal kod yerleştirilir. PCM'de 3 bitlik ikili bir kodla temsil edilmek istendiğinde 10 V'luk bir bilgi sinyalinin 3 tane ikili bitle, olması 8 ($2^3 = 8$) durumu vardır. Bu durumda sinyalin yedi ayrı örneklemeye değerine kuantalama yapılır.

$$\Delta V = \frac{V_{\max}}{2^n - 1} = \frac{10}{2^3 - 1} = 1,4285 \text{ V}$$

Sinyal	Kod
0 V	000
1,4286 V	001
2,8572 V	010
4,2858 V	011
5,7144 V	100
7,1430 V	101
8,5716 V	110
10 V	111

Örnek: PCM'de 3 bitli ikili bir kodla temsil edilen 5 V'luk bir bilgi sinyalinin örnekleme değerine göre kuantalama aralığını bulunuz.

Çözüm: $\Delta V = \frac{V_{\max}}{2^n - 1} = \frac{5}{2^3 - 1} = 0,7143 \text{ V}$

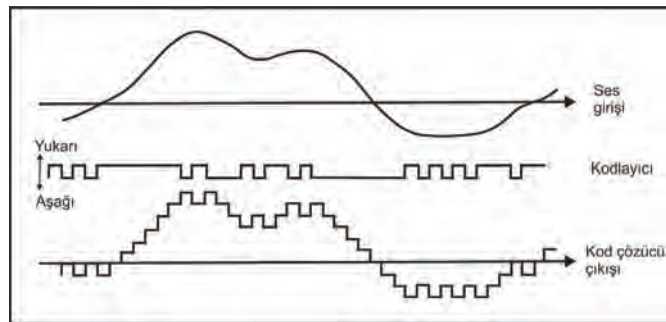
Sinyal	Kod
0 V	000
0,7143 V	001
1,4286 V	010
2,1429 V	011
2,8572 V	100
3,5715 V	101
4,2858 V	110
5 V	111

3.2.3. Delta Modülasyonu (DM)

Delta modülasyonunda, modülasyona uygulanacak işaretin artmakta mı azalmakta mı olduğu belirlenir. Kodlayıcı giriş çıkış sinyali artıyorsa lojik 1, azalıyorsa lojik 0 değerini alır. Bu sistem PCM sistemine göre daha basittir. Özellikle sesli iletişim için tercih edilir ancak video ve diğer veri transferleri için de kullanılabilir.

Delta modülasyonunda dönüşüm, orijinal analog sinyalin dijital versiyonu olduğu için dönüşüm sürecinde bozulmalar meydana gelir. Bu sinyalin, vericiden alıcıya gitmesi gereken mesafe uzadıkça bozulma artar. Delta modülasyonu, genellikle telsiz, kablosuz kulaklık ve bebek monitörleri gibi kısa mesafeli yayınlarda kullanılmaktadır.

Delta modülasyonu sürecinde bu analog sinyal hızlı bir şekilde örneklenir ve her örnekleme için bir bit veri kaydedilir. Bu veri akışı daha sonra orijinal analog sinyale yaklaşan bir dijital sinyalden oluşur. Analog delta modülasyon işlemi, her örnekleme örneği için yalnızca bir bit veri oluşturduğundan analog sinyal çok doğru bir şekilde gösterilmez. Bu durum, işlemi hızlı bir iletim yöntemi yapar ancak hataya açık hâle getirir (Görsel 3.10).

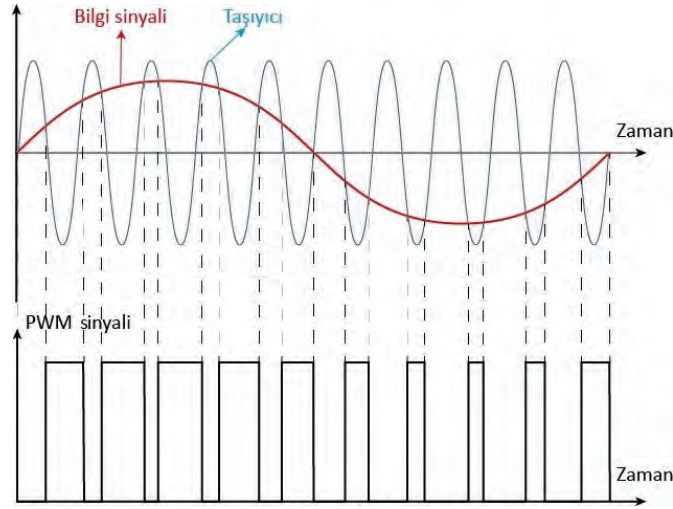


Görsel 3.10: Delta modülasyonu ve kod çözücü çıkışı

3.2.4. Darbe Genişlik Modülasyonu (PWM)

Üretilcek darbelerin genişlikleri kontrol edilerek çıkışta üretilmek istenen sinyalin elde edilmesi tekniğidir. Bu modülasyon sistemi, bilgi sinyaline göre darbelerin uzunlukları ve genişlikleri (süreleri) ayarlanarak gerçekleştirilir.

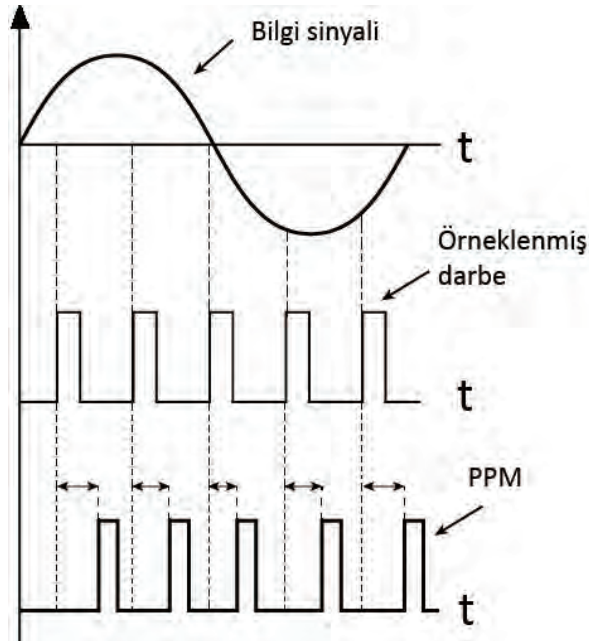
Görsel 3.11'de bilgi sinyalinin pozitif alternansının tepe değerinde darbeler en geniş durumdadır. Bilgi sinyali sıfır noktasına geldiğinde darbeler merkez darbe genişliğine gelmektedir. Bilgi sinyali negatif alternansa geldiğinde darbe genişliği azalmaktadır. Bu kodlama yöntemiyle PWM üretilir. Dikkat edilirse genlik her zaman sabittir. Bilgi sinyalinin sıfır olduğu ya da sinyalin olmadığı anda modüleli sinyalin periyodunda pozitif ve negatif zamanlar birbirine eşittir. Bir periyotluk kare dalga işaretinde, pozitif ve negatifte geçen zamanların eşit ya da farklı olmasının ayarlanması özelliğine **duty cycle** denir.



Görsel 3.11: PWM sinyali

3.2.5. Darbe Pozisyon Modülasyonu (PPM)

Darbe pozisyon modülasyonu PPM olarak ifade edilir. Darbe genişlik ve darbe pozisyon modülasyonları birbirine benzer. Görsel 3.12'de darbelerin bilgi sinyaline göre pozisyon aldığı görülmektedir. PWM işaretinden de PPM işaretini elde etmek mümkündür.



Görsel 3.12: PPM modülasyonu

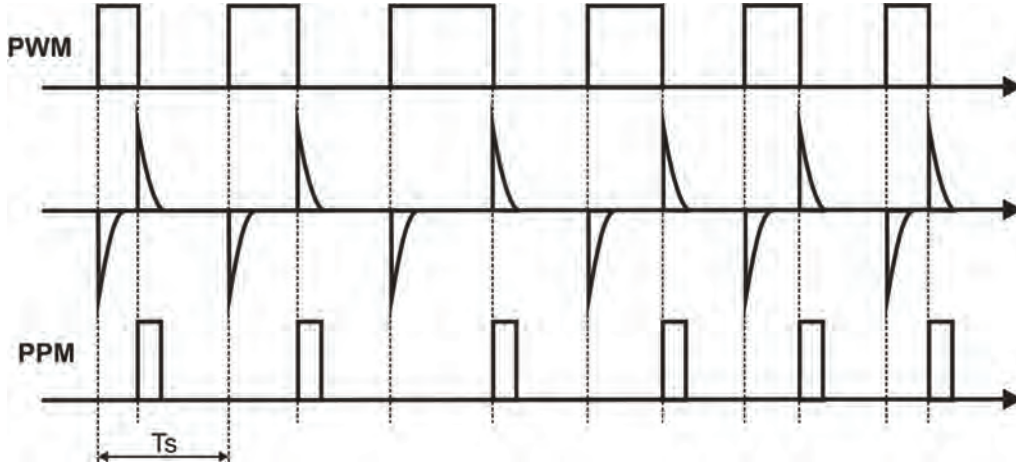
PWM işaretinden PPM işaretini elde etmek için PWM işaretinde önce yükselen ve düşen kenarlarda impuls sinyal üretilir. Daha sonra impuls sinyaller bir türev alıcıya uygulanır. Türev alıcı, impulstaki gerilim değişimi süresince sabit genlikli pals (darbe) oluşturur. Bunun için pozitif impulslara karşı duyarlı olan schmitt tetikleyici kullanılarak darbe genliği ve darbe süresi sabit olan darbeler elde edilir. PWM işaretinde gürültü az olduğu için böyle bir işareten PPM işaretinin elde edilmesi gürültü açısından büyük fayda sağlar.

Bilgi Kutusu

İmpuls Sinyal: İmpulsun Türkçe karşılığı dürtü demektir. Buradan yola çıkılarak impuls sinyale **dürtü sinyali** veya **tetikleme sinyali** denir.

Schmitt Tetikleme Devresi: Üçgen ve kare dalga üretmede kullanılan iki konumlu devredir.

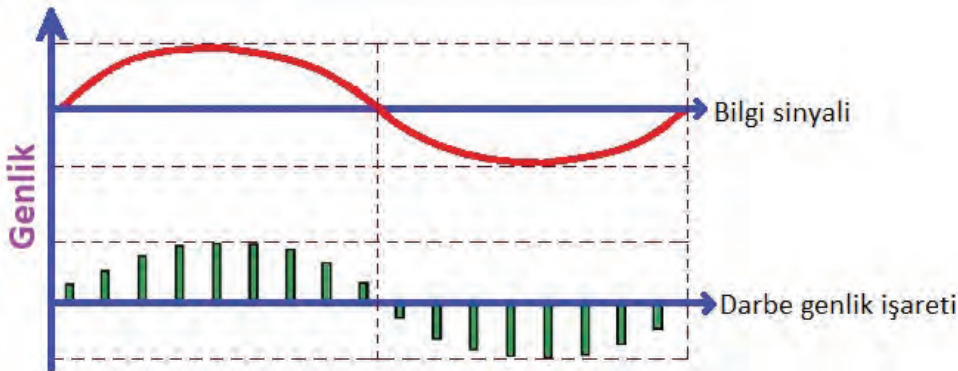
PWM işaretinden PPM işaretinin elde edilmesi için alıcı tarafından çözülen PPM darbelerinin önce PWM darbelerine dönüştürülmesi gerekir. Bunun için integrasyon işlemi yapılarak orijinal işaret elde edilir. PPM işareti, bir flip flop transistörünün beyzine uygulanarak PWM işareti elde edilir. Diğer flip flop transistörünün beyzineyse vericiden yayınlanan senkronizasyon işaretleri uygulanır (Görsel 3.13). Senkronizasyon darbelerinin gerekliliği, diğer modülasyon çeşitlerine göre bir olumsuzluk olarak görülebilir. Darbe pozisyon modülasyonu, gürültü ve diğer özellikleri açısından sağladığı üstünlük sebebiyle en çok tercih edilen modülasyon tipidir.



Görsel 3.13: PWM işaretinden PPM işaretinin elde edilmesi

3.2.6. Darbe Genlik Modülasyonu (PAM)

Darbe genlik modülasyonu, genliğin her anında modülasyon sinyalinin anlık genliği tarafından kontrol edildiği bir modülasyon biçimidir. Sinyalin düzenli aralıklarla örneklendiği ve her numunenin örnekleme anında, sinyalin genliğiyle orantılı yapıldığı bir modülasyon sistemidir. Bu teknik, bir dizi sinyal darbesinin genliğini kodlayarak verileri iletir (Görsel 3.14).



Görsel 3.14: Darbe genlik modülasyonu

3.3. SAYISAL MODÜLASYON DEVRELERİ

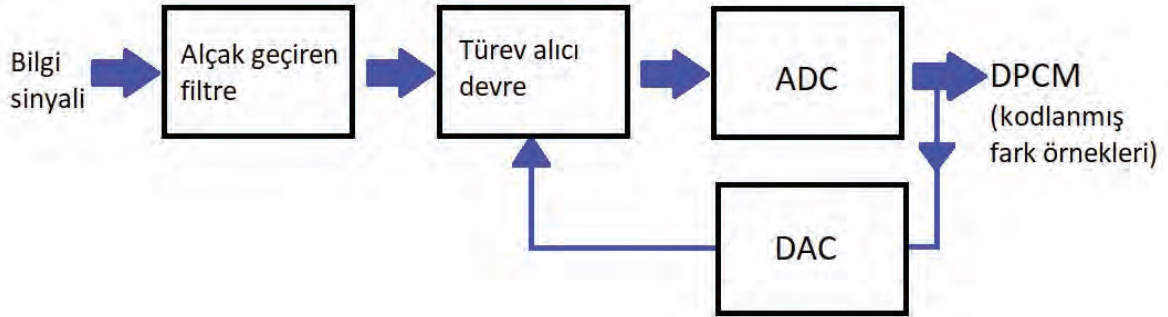
Sayısal modülasyon devreleri; sinyalleri, haberleşme kanallarına uygun sayısal dalga formlarına çevirmek için kullanılır. Sayısal bilgiye göre analog taşıyıcının karakteristik özelliklerinin değiştirilmesidir.

3.3.1. Darbe Kod Modülasyonu Devreleri

PCM'de taşıyıcı sinyal önce uygun bir örnekleme frekansı ile örneklenir. Bu örneklenen değerler belirli bir seviyeye yuvarlanır. Bu yuvarlanan değerler ikili kodla gösterilir. Örneklenmiş analog işareti sayısal işarete dönüştürmek için analog dijital çevirici (ADC) devrelere ihtiyaç vardır.

Diferansiyel Darbe Kod Modülasyonu (DPCM)

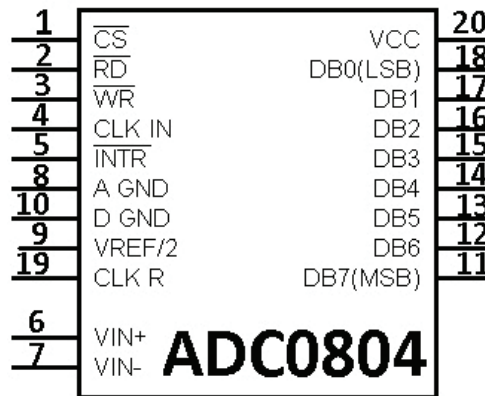
PCM'nin çok fazla bit üretmesi ve fazla bant genişliği kullanması nedeniyle bu modülasyon geliştirilmiştir. DPCM aynı PCM gibi örnekleme, kuantalama ve kodlama aşamalarından oluşur. Fakat gerçek değerle tahmin edilen değer arasındaki farkı ölçtüğü için diferansiyel darbe kod modülasyonu olarak isimlendirilir (Görsel 3.15).



Görsel 3.15: DPCM blok şeması

Analog Dijital Çevirici Devre

Analog sinyalleri dijital sinyallere çeviren devrelere **ADC** denir. ADC0804 8 bit çözünürlüklü, tek kanallı, 20 ayaklı bir entegredir. Besleme gerilimi 5 V DC ile analog giriş gerilim aralığı 0-5 V DC arasındadır. 15 mW güç harcaması, 100 µs (100 mikrosaniye) çevirme zamanı vardır. Bu entegrenin 8 bit çözünürlüğü olduğu için $2^8 = 256$ kuantalama aralığı vardır. Kuantalama hatası, gerilim olarak referans gerilimi 5 V kabul edilirse $5V/256 = 0,0195$ V'tur. Buna göre ADC0804 entegresinin hatası ± 1 LSB = 0,0195 V'tur. Bunun içinde tam aralık hatası, offset hatası ve doğrusal olmama hatası da vardır. Görsel 3.16'da ADC0804 entegresinin ayak bağlantısı görülmektedir.



Görsel 3.16: ADC0804 entegresinin pinleri

ADC0804 entegresi gerekli clock (saat) işaretini kendisi içeride üretebilir. Bunun için CLK R ve CLK IN ayaklarının arasına bir direnç ve CLK IN'den 0'a bir kondansatör bağlanması gerekir.

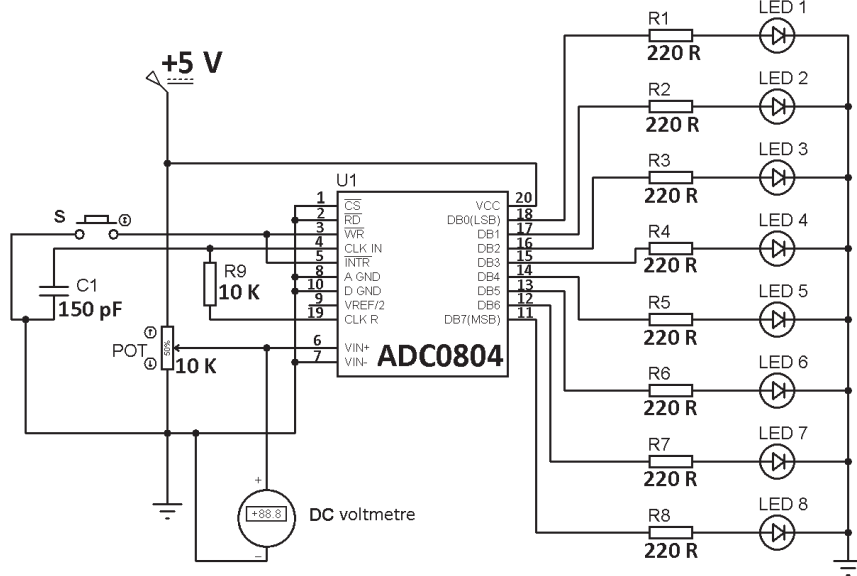
Clock frekansı formülü
$$F_{clk} = \frac{1}{1,1 \times R \times C} \text{ (Hz)}$$

Formülde R ohm, C faraddır. ADC0804 entegresinin üretebildiği clock işaretinin frekansı 100-800 KHz'dir. WR' yazma kontrol sinyalidir. CS' ve WR' 0 olduğunda temizleme (CLEAR) işlemi yapılır. WR' 1'e geri alındığında (ADC0804 boş ayak işaretini 1 kabul eder.) analog dijital çevrim başlar. Çevrim zamanı boyunca INTR' 1 konumundadır. Çevrim bitince INTR' 0'a döner. ADC0804 entegresi iki GND ayağına sahiptir. Bunlar analog toprak (AGND) ve dijital topraktır (DGND). 9 No.lu ayak referans geriliminin yarısı olmalıdır. Devrede referans gerilimi olarak kaynak gerilimi +5 V DC kullanılırsa 9 No.lu ayak gerilimi $5/2 = 2,5$ V yapılmalıdır. Referans gerilimi 5 V DC olduğunda her adım $5 \text{ V}/256 = 0,0195 \text{ V}$ olacağından 00000000 (00 H) 0,00 V'u, 11111111 (11 F) 4,9805 V'u gösterir.

ÇALIŞMA:

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak analog dijital çevirici devreyi kurmak ve ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 3.17: Analog dijital çevirici devrenin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özellği	Miktarı
Voltmetre	DC	1 adet
DC güç kaynağı	220/5 V	1 adet
Direnç	8 x 220 Ω , 10 K Ω	9 adet
Potansiyometre	10 K Ω	1 adet
Kutuplu kondansatör	150 nF	3 adet
LED	Kırmızı	8 adet
Buton		1 adet
Entegre	ADC0804	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Kurduğunuz devreyi tekrar kontrol ediniz. Daha sonra atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmeninin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Güç kaynağını 5 V'a getiriniz.
5. Potansiyometrenin konumunu, voltmetrede 0 V görene kadar çeviriniz.
6. S butonuna basıp bırakınız. Tüm LED'lerin sönmüş olduğundan emin olunuz. Eğer LED'lerin hepsi sönmüş değilse devreyi kontrol edip ilk işlem basamağından tekrar başlayınız.
7. Potansiyometrenin konumunu değiştirerek voltmetrede okunan değeri sırasıyla 0,5 V, 1 V, 1,5 V, 2 V, 2,5 V, 3 V, 3,5 V, 4 V, 4,5 V, 5 V yapınız. Her gerilim değeri değişiminde S butonuna basınız. Yanan LED'leri 1, sönmüş LED'leri 0 olarak Tablo 3.2'ye kaydediniz.

8. Tabloda dijital olarak kaydettiğiniz değerlerin onluk karşılıklarını bulup tabloya kaydediniz.
9. Ölçümleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
10. Çalışma ortamını temizleyiniz.

Tablo 3.2: Uygulama Devresi Ölçüm Tablosu

LED'lerin → Onluk Değeri	128	64	32	16	8	4	2	1	Dijital Değerin Onluk Karşılığı
Voltmetrede Okunan Değer	LED 8	LED 7	LED 6	LED 5	LED 4	LED 3	LED 2	LED 1	
.....V									
.....V									
.....V									
.....V									
.....V									
.....V									
.....V									
.....V									
.....V									
.....V									

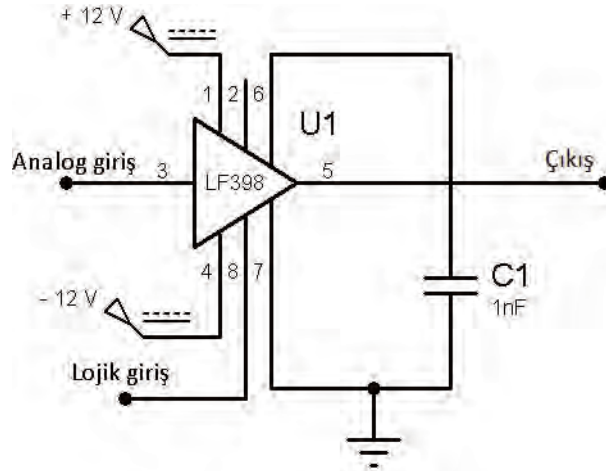
Uygulamaya İlişkin Sorular

1. Uygulama devresinde analog bilgi olarak uygulanan yöntem nedir? Açıklayınız.
2. Analog bilginin büyüklüğüne göre dijital bilgide nasıl bir değişim meydana gelmektedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Örnekleme ve Tutma Devresi

Bu devrenin amacı, girişe uygulanan analog sinyali periyodik olarak örnekleme ve örnekleme bir dizi sabit genlikli darbe genlik modülasyonu düzeyine dönüştürmektir (Görsel 3.18). Kısaca analog bilgi sinyalinin sabit bir değerde olması için örnekleme ve tutma devresi kullanılır.



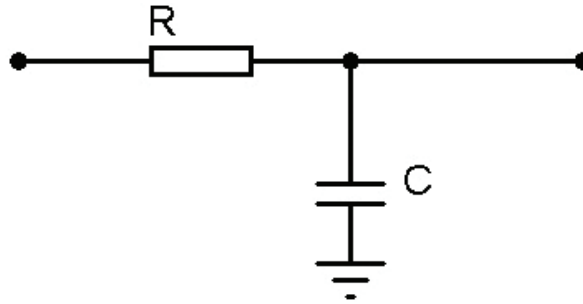
Görsel 3.18: Örnekleme ve tutma devresi

Alçak Geçiren Filtre Devresi

Referans frekansından düşük sinyalleri ileten, referans frekansından büyük sinyalleri zayıflatan bir filtre devresidir. Görsel 3.19'da bir direnç ve bir kondansatörle yapılan alçak geçiren filtre devresi görülmektedir.

Referans frekansı formülü

$$F_c = \frac{1}{(2 \times \pi \times R \times C)}$$
 Burada direnç (R) ohm (Ω), kondansatör (C) farad (F) birimindeyken referans frekansı (F_c) hertz (Hz) olarak elde edilir.



Görsel 3.19: Alçak geçiren filtre devresi

3.3.2. Delta Modülasyonu Devreleri

Temel delta modülatörü, analog bilgiyi örnekleme ve tutma devresiyle PAM sinyaline dönüştürür. Bu dönüştürülen sinyal, analog dijital karşılaştırıcı devreyle karşılaştırılır. DAC çıkışı bir önceki örnekleme büyüklüğüne eşit olan bir gerilimdir. Bir önceki örnekleme yukarı aşağı sayıcıda ikili bir sayı olarak saklanır. Sayıcının değeri, bir önceki örnekleme gönderilecek örneklemeden daha büyük ya da küçük olmasına bağlı olarak artar veya azalır. Sayıcıya gelen CLOCK palsinin hızı, örnekleme hızına eşittir. Buna bağlı her karşılaştırma sonucunda sayıcı yeni konumuna geçer ve bu durumu korur. Sayıcı başlangıçta sıfırlanır. DAC çıkışı da 0 V olur. İlk örnekleme ve PAM'a dönüştürülen sinyal 0 V ile karşılaştırılır. Karşılaştırıcının çıkışı 1 olur. Sayıcının çıkışı, örnekleme değerini aşana kadar çıkıştan 1 elde edilir. Giriş sinyalindeki seviye düşmeye başladığı andan itibaren yeni örneğin seviyesi öncekinden düşük olacağından sayıcı geriye saymaya başlar ve çıkıştan 0 elde edilir. Doğrusal delta modülasyonuna ait çizim Görsel 3.20'de görülmektedir.

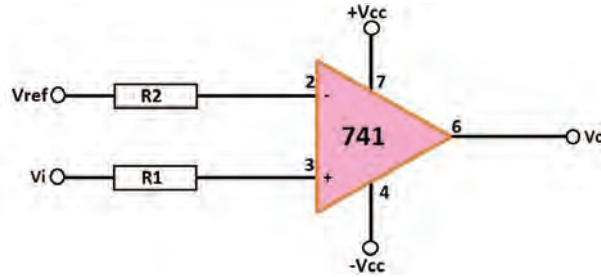


Görsel 3.20: Delta modülasyonu devresinin çizimi

Karşılaştırıcı Devre

Görsel 3.21'deki devrede V_i ile V_{ref} arasındaki fark çok küçük fark olsa da devre kazancıyla çarpılarak çıkışa aktarılır. V_i , V_{ref} 'ten küçükse çıkış sinyali giriş sinyalinin ters fazı olarak çıkar. V_i , V_{ref} 'ten büyükse çıkış sinyali giriş sinyalinin aynı fazı olarak çıkar (Tablo 3.3).

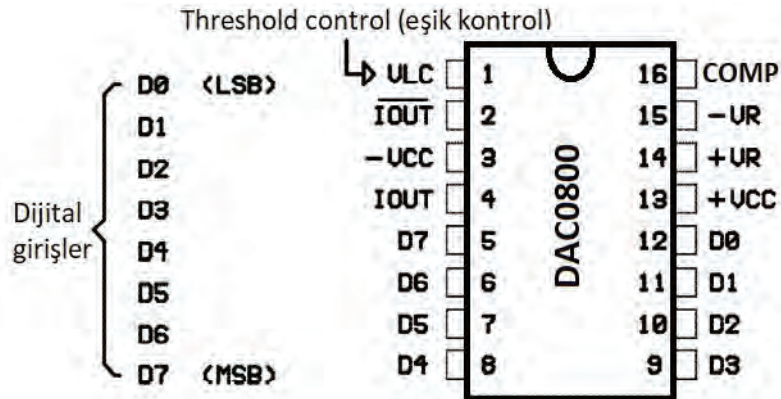
Tablo 3.3: Karşılaştırıcı Giriş Çıkış Durumu					
Durum	Giriş	Çıkış	Veya	Giriş	Çıkış
$V_i < V_{ref}$	+V	-V		-V	+V
$V_i > V_{ref}$	-V	-V		+V	+V



Görsel 3.21: Karşılaştırıcı devre

Dijital Analog Çevirici Devre

Dijital sinyalleri analog sinyallere çeviren devrelere **DAC** denir. DAC0800 entegresi; R-2R yöntemiyle yapılmış, 8 bit $\pm 4,5$ V DC ile ± 18 V DC arasında besleme kaynağında çalışan, ± 5 V DC altında 33 mW güç tüketen, çevrim işlemini 85 nS (nanosaniye) zaman gecikmesiyle yapan dijital analog çeviricidir. Görsel 3.22'de DAC0800 entegresinin ayak bağlantısı görülmektedir.



Görsel 3.22: DAC0800 entegresinin pin yapısı

14 No.lu ayak +VR pozitif referans geriliminin uygulanacağı ayaktır. DAC0800 entegresinde +VR = 5 V DC'dir. 15 No.lu -VR ayağı bir dirençle toprağa bağlanmalıdır.

DAC0800 8 bit çözünürlüğe sahip bir entegredir. Referans gerilimi 5 V'tur. Buna göre

$$\text{Adım aralığı} = \frac{\text{Referans Gerilimi}}{\text{Adım Sayısı}}$$

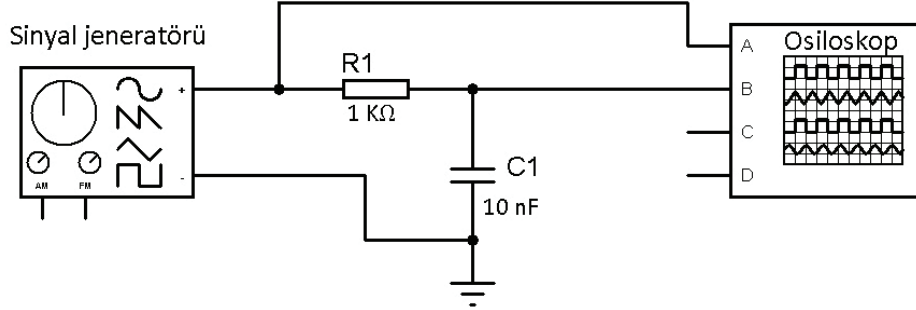
$$\text{Adım sayısı} = 8 \text{ bit} = 2^8 = 256$$

$$\text{Adım aralığı} = \frac{5}{256} = 0,019 \text{ V'tur.}$$

ÇALIŞMA:

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak RC alçak geçiren filtre devresini kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



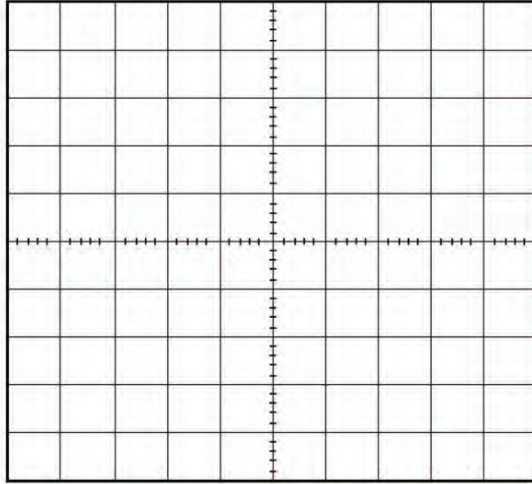
Görsel 3.23: Alçak geçiren filtre devresinin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özellği	Miktarı
Direnç	1 KΩ	1 adet
Kutupsuz kondansatör	10 nF	1 adet
Sinyal jeneratörü		1 adet
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
Bread-board		

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 3.23'teki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Osiloskop ve sinyal jeneratörünü devre şemasındaki gibi devreye bağlayınız.
3. Atölye öğretmeninin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Güç kaynağını 5 V'a getiriniz.
5. Sinyal jeneratörünü 1 KHz, 1 Vpp ayarlayınız.
6. Osiloskobu açınız. Volt/Div ve Time/Div ayarlarını yaparak çıkış sinyallerini gözlemleyiniz.
7. Osiloskop Volt/Div, Time/Div ayarlarını ve ekranda gördüğünüz sinyali Görsel 3.24'e çizin.
8. Sinyal jeneratörünü 100 KHz, 1 Vpp ayarlayınız.
9. Osiloskobu açınız. Volt/Div ve Time/Div ayarlarını yaparak çıkış sinyallerini gözlemleyiniz.
10. Osiloskop Volt/Div, Time/Div ayarlarını ve ekranda gördüğünüz sinyali Görsel 3.25'e çizin.
11. Yaptığınız işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
12. Çalışma ortamını temizleyiniz.



Kanal 1

Time/Div = ...

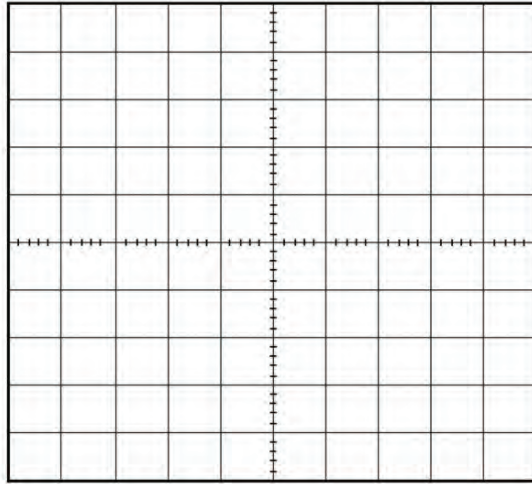
Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 3.24: Osiloskop ekranı (1 KHz'in devre çıkışının çizim alanı)



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 3.25: Osiloskop ekranı (100 KHz'in devre çıkışının çizim alanı)

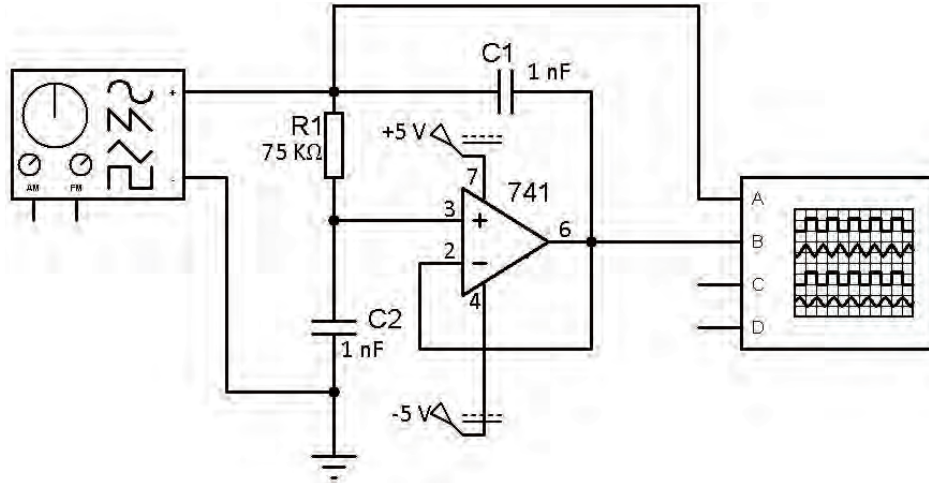
Uygulamaya İlişkin Soru

Uygulama devresinde girişe uygulanan 1 KHz ile 100 KHz'in çıkış sinyalleri arasındaki farkı açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŐ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak 741'li alçak geçiren filtre devresini kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



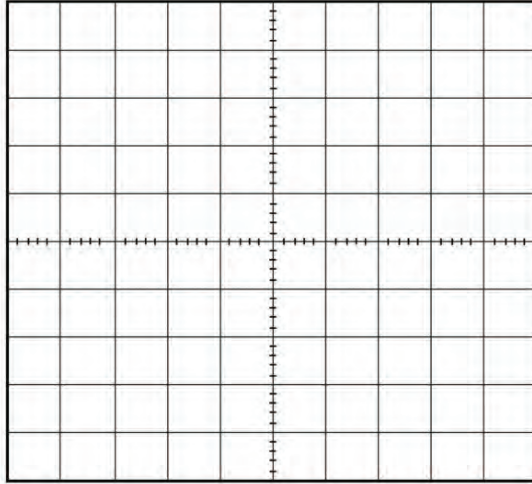
Görsel 3.26: Alçak geçiren filtre devresinin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özellği	Miktarı
Direnç	75 KΩ	1 adet
Kutupsuz kondansatör	1 nF	2 adet
Entegre	741	1 adet
Sinyal jeneratörü		1 adet
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 3.26'daki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Osiloskop ve sinyal jeneratörünü devre şemasındaki gibi devreye bağlayınız.
3. Atölye öğretmeninin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Güç kaynağını 5 V'a getiriniz.
5. Sinyal jeneratörünü 1 KHz, 1 Vpp ayarlayınız.
6. Osiloskobu açınız. Volt/Div ve Time/Div ayarlarını yaparak çıkış sinyallerini gözlemleyiniz.
7. Osiloskop Volt/Div, Time/Div ayarlarını ve ekranda gördüğünüz sinyali Görsel 3.27'ye çizin.
8. Sinyal jeneratörünü 100 KHz, 1 Vpp ayarlayınız.
9. Osiloskobu açınız. Volt/Div ve Time/Div ayarlarını yaparak çıkış sinyallerini gözlemleyiniz.
10. Osiloskop Volt/Div, Time/Div ayarlarını ve ekranda gördüğünüz sinyali Görsel 3.28'e çizin.
11. Yaptığınız işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
12. Çalışma ortamını temizleyiniz.



Kanal 1

Time/Div = ...

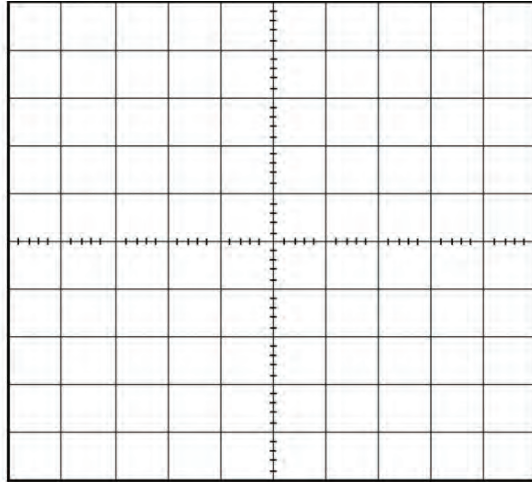
Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 3.27: Osiloskop ekranı (1 KHz'in devre çıkışının çizim alanı)



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 3.28: Osiloskop ekranı (100 KHz'in devre çıkışının çizim alanı)

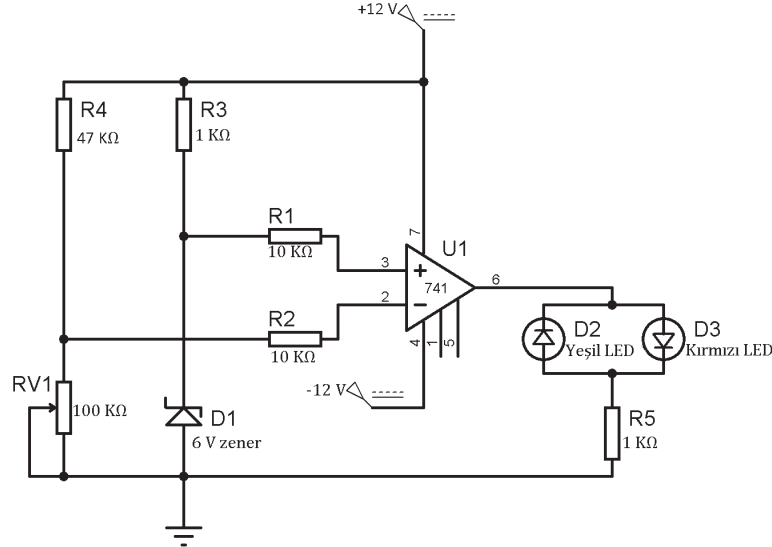
Uygulamaya İlişkin Soru

Alçak geçiren filtrenin görevini açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŐ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak op-ampla karşılaştırmacı devre kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 3.29: Op-ampla karşılaştırmacı devre uygulaması

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özellği	Miktarı
DC güç kaynağı	220/12 0-12 V (simetrik)	1 adet
Direnç	2 x 1 KΩ, 2 x 10 KΩ, 47 KΩ	5 adet
Potansiyometre	100 KΩ	1 adet
Zener diyot	6 V	1 adet
LED diyot	Yeşil, kırmızı	2 adet
Entegre	LM 741	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş güvenliği tedbirlerini alarak uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Atölye öğretmeninden onay aldıktan sonra güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 12 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
3. Potansiyometrenin konumuna göre ışık veren LED'leri Tablo 3.4'e kaydediniz.
4. Doldurduğunuz tabloyu atölye öğretmenine gösteriniz.

Tablo 3.4: Karşılaştırmacı Çıkışı LED'lerin Durum Tablosu

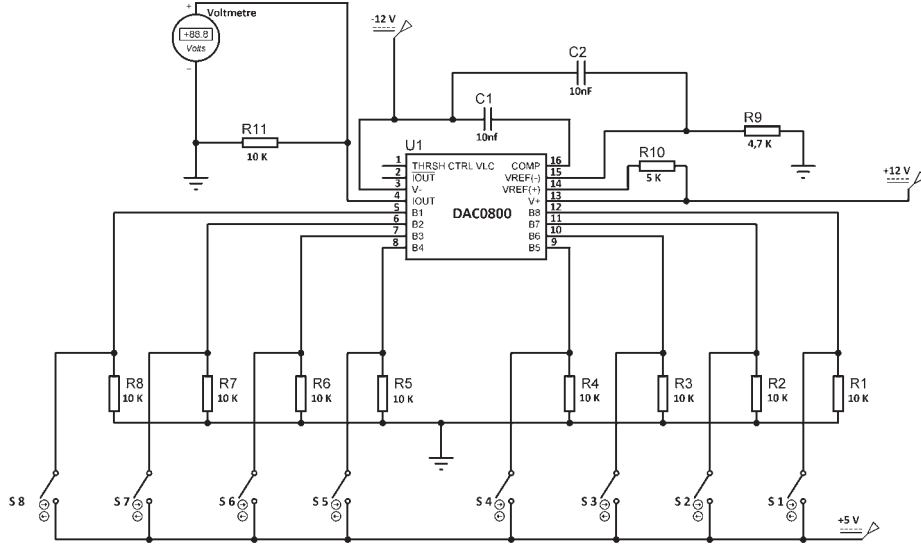
Pot maksimum	
Pot minimum	

Uygulamaya İlişkin Sorular

1. Karşılaştırmacı op-amp devresinde potansiyometrenin görevi nedir? Açıklayınız.
2. Devrede kullanılan LED'lerin amacı nedir? Açıklayınız.

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak dijital analog çevirici devreyi kurmak ve ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 3.30: Dijital analog çevirici devrenin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
DC güç kaynağı	220/12 0-12 V (simetrik)	1 adet
Voltmetre	DC	1 adet
Direnç	4,7 KΩ, 5 KΩ, 9 x 10 KΩ	11 adet
Kutupsuz kondansatör	2 x 10 nF	2 adet
Entegre	DAC0800	1 adet
Anahtar		8 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Güç kaynağı gerilimlerini gerekli voltaja getiriniz.
5. Tablo 3.5'e dijital girişlerin onluk karşılıklarını yazınız.
6. Tablo 3.5'te 0 durumu anahtarın açık, 1 durumuysa anahtarın kapalı olduğunu gösterir. Buna göre tablodaki dijital bilgi girişlerinin hepsini uygulayıp voltmetrede okuduğunuz değerleri karşısına yazınız.
7. Ölçümlerinizi atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Tablo 3.5: Uygulama Devresi Ölçüm Tablosu

Anahtar Durumları (Dijital Girişler)								Dijital Girişlerin Onluk Karşılığı	Voltmetrede Okunan Değerler (Analog Çıkış)
S 8	S 7	S 6	S 5	S 4	S 3	S 2	S 1		
0	0	0	0	0	0	0	0		V
0	0	0	0	0	0	1	0		V
0	0	0	0	0	1	0	0		V
0	0	0	0	1	0	1	1		V
0	0	0	0	1	1	0	0		V
0	0	0	0	1	1	1	1		V
0	0	0	1	0	1	1	1		V
0	0	0	1	0	0	0	0		V
0	0	1	0	0	0	0	0		V
0	1	0	0	0	0	0	0		V
1	0	0	0	0	0	0	0		V
0	0	0	1	1	1	1	1		V
0	0	1	0	1	1	0	0		V
0	1		0	1	1	0	1		V
1	0	0	0	1	1	1	0		V
1	1	1	1	1	1	1	1		V

Uygulamaya İlişkin Soru

Dijital giriş sinyali ile analog çıkış sinyali arasındaki farkları açıklayınız.

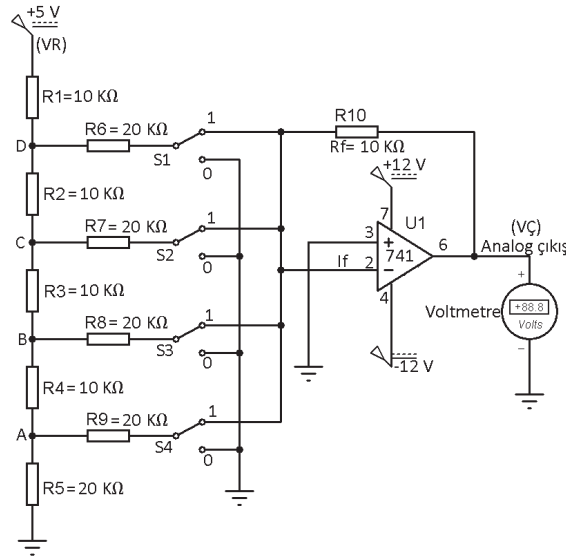
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak R-2R merdiven tipi dijital analog çevirici devreyi kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller

Devrenin Çalışması

R-2R merdiven tipi dijital analog çeviriciler en çok kullanılan gruptur. Görsel 3.31'de 4 bit R-2R tipi dijital analog çevirici görülmektedir. Dikkat edilirse kullanılan direnç değeri yalnız iki çeşittir. R-2R adı buradan gelmektedir. En yüksek sayısal değer, işlemsel yükseltece D noktasından uygulanmıştır. C noktasındaki sayısal değer D noktasının yarısı, B noktasının sayısal değeri C noktasının yarısı ve A noktasının sayısal değeri de B noktasının yarısıdır. Her düğüm noktasındaki sayısal değer bir öncekinin yarısıdır. Buna göre referans gerilimi (VR) işlemsel yükseltece D düğüm noktasından 1, C düğüm noktasından 1/2, B düğüm noktasından 1/4 ve A düğüm noktasından 1/8 oranında ulaşır. Her düğüm noktasından ayrılan akımlar birbirine eşittir. Çıkış gerilimi $V_{Ç} = -I_f \times R_f$ 'dir.



Görsel 3.31: R-2R merdiven tipi dijital analog çevirici devrenin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özellği	Miktarı
DC güç kaynağı	220/12 0-12 V (simetrik), 220/5 V	2 adet
DC voltmetre		1 adet
Direnç	5 x 10 KΩ, 5 x 20 KΩ	10 adet
Entegre	741	1 adet
Anahtar		4 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtılabilecek malzemeleri kaldırınız. Uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.

4. Güç kaynağı gerilimlerini gerekli voltaja getiriniz.
5. Tablo 3.6'daki anahtar konumlarını değiştirerek dijital bilgi girişlerinin hepsini uygulayıp voltmetrede okuduğunuz değerleri karşısına yazınız.
6. Ölçümleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Tablo 3.6: Uygulama Devresi Ölçüm Tablosu

Anahtar Durumları (Dijital Girişler)				Dijital Girişlerin Onluk Karşılığı	Voltmetrede Okunan Değerler (Analog Çıkış)
S 4	S 3	S 2	S 1		
0	0	0	0	0	V
0	0	0	1	1	V
0	0	1	0	2	V
0	0	1	1	3	V
0	1	0	0	4	V
0	1	0	1	5	V
0	1	1	0	6	V
0	1	1	1	7	V
1	0	0	0	8	V
1	0	0	1	9	V
1	0	1	0	10	V
1	0	1	1	11	V
1	1	0	0	12	V
1	1	0	1	13	V
1	1	1	0	14	V
1	1	1	1	15	V

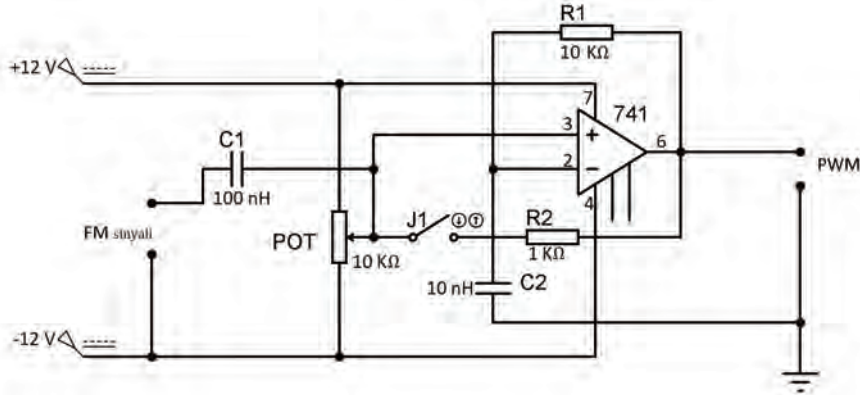
Uygulamaya İlişkin Soru

Dijital giriş sinyali ile analog çıkış sinyali arasındaki farkları açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME		TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri		Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2	BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3	BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4	TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5	SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN		100	

3.3.3. Darbe Genişlik Modülasyonu Devreleri

Görsel 3.32'de işlemsel yükselteçle yapılmış kare dalga osilatör görülmektedir. Osilasyon frekansını R2 direnci ve C2 kondansatörünün değeri belirler. Pozitif giriş ucunun (3 No.lu ayak) polarması, çıkış işaretinin duty cycle oranını değiştirir. J1 noktaları açık devreyken çıkış işareti yoktur. Bu anda işlemsel yükseltecin pozitif giriş ucu P potansiyometresiyle toprağa göre 0 V yapılır ve J1 noktaları kısa devre edilirse çıkış işaretinin pozitif ve negatifte geçen zamanları eşit olur. İşlemsel yükseltecin pozitif giriş ucu polarması pozitif yapılırsa modüleli çıkış işaretinin periyodunda pozitifte geçen zaman uzar, negatifte geçen zaman kısalmır. İşlemsel yükseltecin pozitif giriş ucu polarması negatif yapılırsa modüleli çıkış işaretinin periyodunda negatifte geçen zaman uzar, pozitifte geçen zaman kısalmır. İşlemsel yükseltecin pozitif giriş ucuna bilgi sinyali uygulanırsa P potansiyometresiyle yapılan işlem bilgi sinyaliyle yapılmış olur. Çıkış ucunda darbe genişlik modülasyonlu (PWM) işaret elde edilir. Bilgi sinyalinin genliğinin modüleli sinyalin duty cycle oranı doğru orantılı olarak değişir.



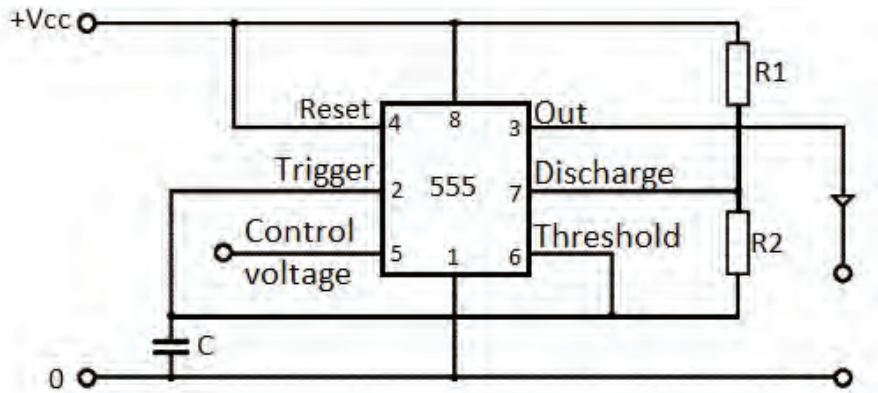
Görsel 3.32: PWM devresi

555 Entegresiyle Kararsız Multivibratör

555 entegresi; yaygın olarak kullanılan, kare dalga üreten, zamanlayıcı olarak kullanılabilen ve darbe genişlik modülasyonu yapabilen entegredir. 555 entegresi, kare dalga üretici olarak kullanılacaksa kararsız multivibratör ya da tek kararlı multivibratör olarak çalışabilir. **Kararsız multivibratör**, hiçbir giriş işareti olmadan kare dalga işaret üreten devredir. **Tek kararlı multivibratör**, dışarıdan bir tetikleme (trigger) işareti yokken konumunu koruyan, tetikleme işareti uygulandığında çıkışında bir pals (darbe) üretilen bir zaman sonra başlangıç durumuna dönen multivibratördür. Darbe genişlik modülasyonu yapılırken 555 entegresinin tek kararlı multivibratör özelliği kullanılır. 555 entegresi 5-15 V gerilim aralığında çalışabilir ve maksimum çıkış akımı 200 mA'dir. Bu akım değeri oldukça yüksektir.

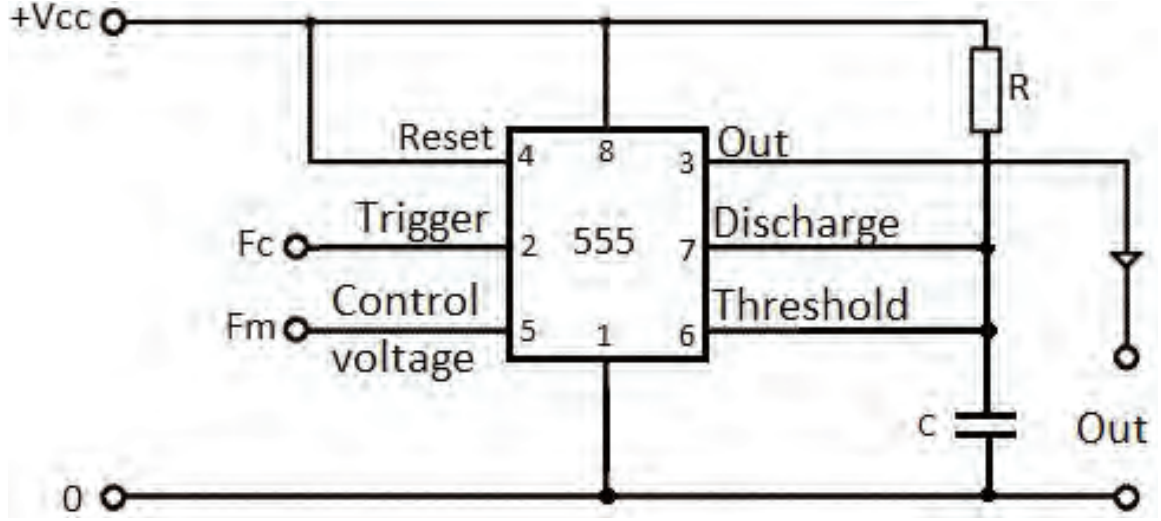
Görsel 3.33'teki devrenin çıkış işareti kare dalgadır. Osilasyon frekansı R1-R2 dirençleri ve C kondansatörünün değerine bağlıdır. Kondansatör şarj zamanı $t_1 = 0,693 \times (R_1 + R_2) \times C$ 'dir. Kondansatörün deşarj zamanı $t_2 = 0,693 \times R_2 \times C$ 'dir.

Kondansatör uçlarındaki işaret testere dişi işarettir. Kontrol gerilimi ucu (5 No.lu ayak) 10 nF bir kondansatörle toprağa bağlanırsa oluşabilecek gürültü sinyalleri engellenir.



Görsel 3.33: Kare dalga osilatör devresi

Görsel 3.34'te 555 entegresinin tek kararlı multivibratör olarak kullanıldığı devre görülmektedir. Tetikleme ucu dijital olarak 1'den 0'a geçtiğinde çıkış (out) ucunda bir darbe elde edilir. Çıkış ucunda elde edilen darbe genişliği $T = 1,1 \times R \times C$ 'dir.



Görsel 3.34: Tek kararlı multivibratör devresi

Örnek: $R = 1 \text{ K}$ ve $C = 100 \text{ nF}$ ise frekans kaçtır?

Çözüm $T = 1,1 \times 1.10^3 \times 100.10^{-9} \text{ T} = 110 \text{ } \mu\text{S}$ 'dir.

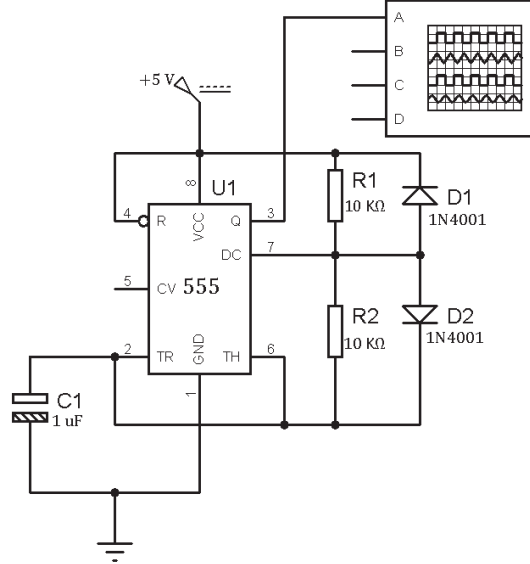
Buna göre çıkış işaretinin frekansı

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{110 \times 10^{-6}} = 9090 \text{ Hz} = 9,09 \text{ KHz'dir.}$$

Eğer tetikleme ucunda frekansı 9,09 KHz'den daha küçük frekanslı bir işaret varsa çıkış ucunda duty cycle %50 olan sinyal oluşur. Bilgi sinyali kontrol gerilimi ucundan uygulanırsa çıkış ucunda darbe genişlik modülasyonlu sinyal elde edilir.

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak 555'li kare dalga üretici (darbe üretici) devreyi kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



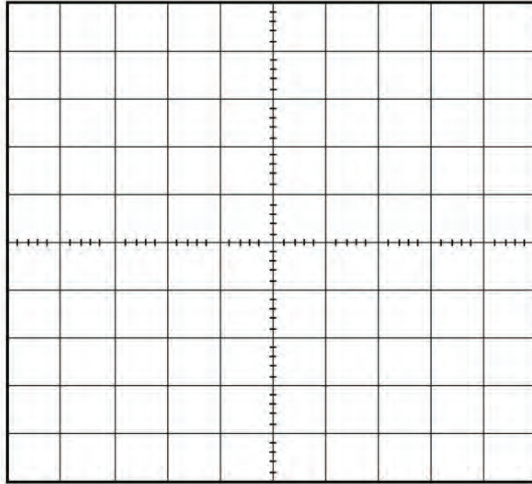
Görsel 3.35: Darbe üretici devrenin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
DC güç kaynağı	220/5 V	1 adet
Direnç	10 KΩ	2 adet
Kutuplu kondansatör	1 uF	1 adet
Diyot	1N4001	2 adet
Entegre	555	1 adet
Osiloskop		1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 3.35'teki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Osiloskobu devre şemasındaki gibi devreye bağlayınız.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
4. Güç kaynağını 5 V'a getiriniz. Osiloskobu açınız. Volt/Div ve Time/Div ayarlarını yaparak çıkış sinyallerini gözlemleyiniz.
5. Osiloskop Volt/Div, Time/Div ayarlarını ve ekranda gördüğünüz sinyali Görsel 3.36'ya çizin.
6. Yaptığınız işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
7. Çalışma ortamını temizleyiniz.



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 3.36: Osiloskop ekranı (555'li darbe üretici uygulama devresi çıkış sinyallerinin çizim alanı)

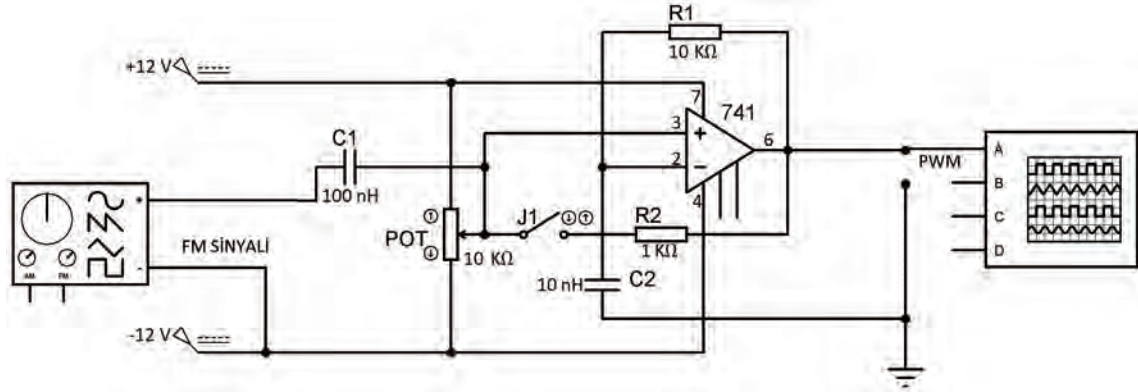
Uygulamaya İlişkin Soru

Kare dalga üretici devrenin kullanım alanlarını açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: PWM devresini kurmak ve devrenin giriş çıkış sinyallerini ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



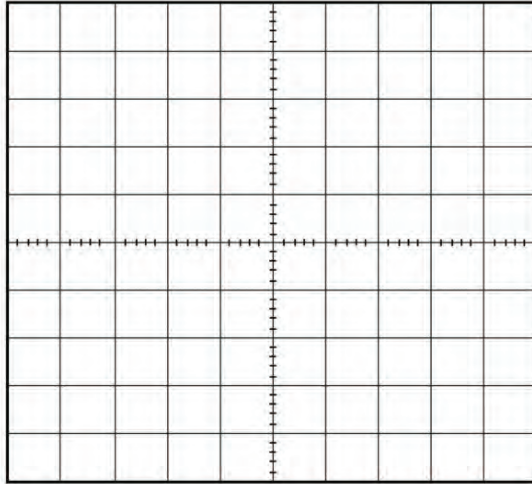
Görsel 3.37: PWM uygulama devre şeması

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
Sinyal jeneratörü		1 adet
DC güç kaynağı	220/12 V (simetrik)	1 adet
Direnç	1 KΩ, 2,2 KΩ, 4,7 KΩ, 10 KΩ	4 adet
Potansiyometre	10 KΩ	1 adet
Kutupluz kondansatör	10 nF, 47 nF, 100 nF, 470 nF	4 adet
Anahtar		1 adet
Entegre	LM 741	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 3.37'deki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmeninin gözetiminde osiloskop bağlantılarını yapınız.
4. Atölye öğretmeninin gözetiminde uygulama devresini güç kaynağı kapalıyken bağlayınız.
5. Osiloskobu ve sinyal jeneratörünü bağlayıp açınız. Güç kaynağını açınız.
6. J1 anahtarını kapatınız. Potansiyometreyi ayarlayınız. Potansiyometreyi ayarlarken çıkış sinyalini gözlemleyiniz.
7. Osiloskobun her kanalı için Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Görsel 3.38'e yazınız.
8. Çıkış sinyallerini Görsel 3.38'e çizin.
9. Enerjiyi kesin ve R1 direncini 4,7 KΩ, R2 direncini 2,2 KΩ, C1 kondansatörünü 470 nF, C2 kondansatörünü 47 nF kondansatörle değiştirip devreyi tekrar çalıştırınız. Osiloskop Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Görsel 3.39'a yazınız. Osiloskopta gözlemlediğiniz sinyali Görsel 3.39'a çizin.
10. Yaptığınız işleri ve çizimleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.



Kanal 1

Time/Div = ...

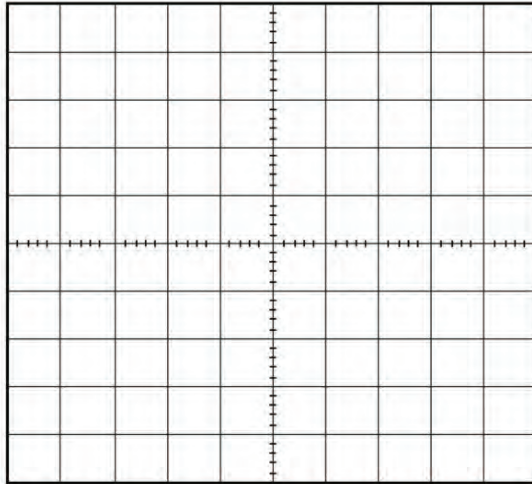
Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 3.38: Osiloskop ekranı (PWM devresi çıkış sinyalinin çizim alanı)



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 3.39: Osiloskop ekranı (PWM devresi çıkış sinyalinin çizim alanı)

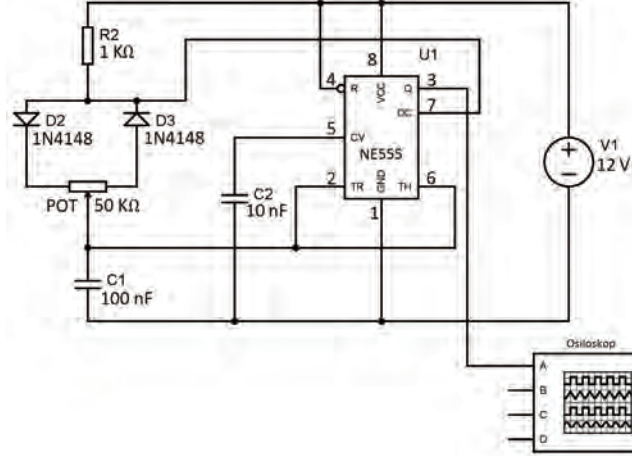
Uygulamaya İlişkin Sorular

1. R1 ve R2 dirençlerinin değerleri değiştirildiğinde PWM sinyalindeki değişimi kısaca yorumlayınız.
2. J1 anahtarının görevini açıklayınız.
3. Devrede kullanılan potansiyometrenin görevini açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak 555'li PWM devresini kurmak ve devrenin giriş çıkış sinyallerini ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



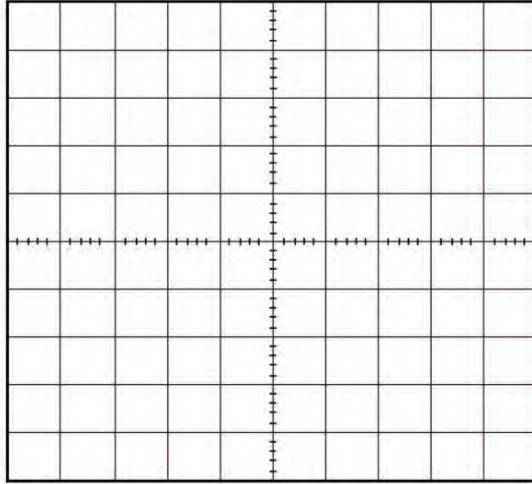
Görsel 3.40: PWM uygulama devresinin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
DC güç kaynağı	220/12 V	1 adet
Direnç	1 KΩ	1 adet
Potansiyometre	50 KΩ	1 adet
Kutupsuz kondansatör	10 nF, 100 nF	2 adet
Diyot	2 x 1N4148	2 adet
Entegre	NE 555	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 3.40'taki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde osiloskop bağlantılarını yapınız.
4. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
5. Güç kaynağını 12 V'a getiriniz. Osiloskobu açınız. Volt/Div ve Time/Div ayarlarını yaparak çıkış sinyallerini gözlemleyiniz.
6. Potansiyometreyi minimuma getiriniz. Osiloskop Volt/Div, Time/Div ayarlarını ve ekranda gördüğünüz sinyali Görsel 3.41'e çiziniz.
7. Potansiyometreyi maksimuma getiriniz. Osiloskop Volt/Div, Time/Div ayarlarını ve ekranda gördüğünüz sinyali Görsel 3.42'ye çiziniz.
8. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz. Devreniz çalışmıyorsa devrenizi tekrar kontrol ediniz.
9. Çalışma ortamında çalışan güç kaynağı ve osiloskop gibi cihazları kapatmayı unutmayınız.
10. Çalışma ortamını temizleyiniz.



Kanal 1

Time/Div = ...

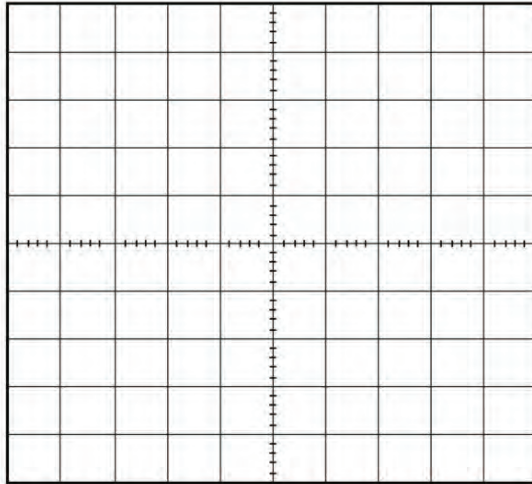
Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 3.41: Osiloskop ekranı (PWM uygulama devresi çıkış sinyallerinin çizim alanı)



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 3.42: Osiloskop ekranı (PWM uygulama devresi çıkış sinyallerinin çizim alanı)

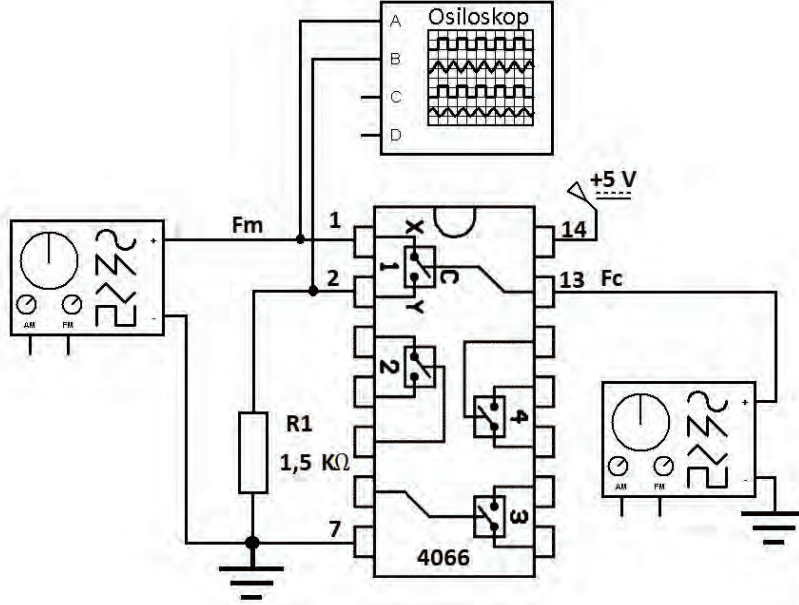
Uygulamaya İlişkin Soru

Devrede, potansiyometrenin ayarı değiştirildiğinde osiloskop ekranında görülen PWM sinyaliyle motorun dönme hızı nasıl değişmektedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: PAM devresini kurmak ve devrenin giriş çıkış sinyallerini ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



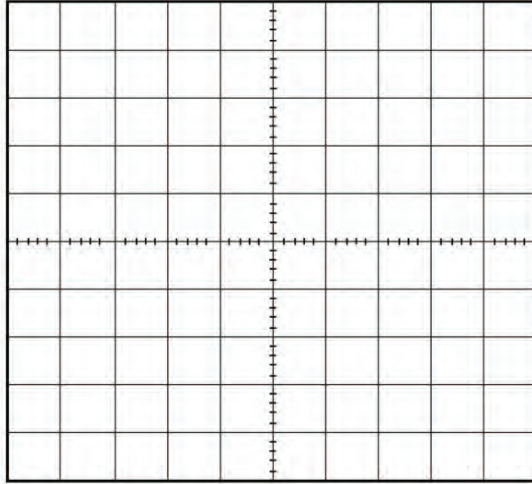
Görsel 3.43: PAM uygulama devresinin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
Sinyal jeneratörü	Çift kanallı	1 adet
DC güç kaynağı	220/5 V	1 adet
Direnç	1,5 KΩ	1 adet
Entegre	4066	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 3.43'teki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Atölye öğretmenin gözetiminde osiloskop bağlantılarını yapınız.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde uygulama devresini güç kaynağı kapalıyken bağlayınız.
4. Osiloskobu ve sinyal jeneratörünü bağlayıp açınız. Güç kaynağını açınız.
5. Fm (1) girişindeki sinyal jeneratörünün çıkış işaretini sinüs, frekansını 100 Hz ve genliğini 1 Vpp; Fc (13) girişindeki kare dalga işaretin frekansını 1 KHz, genliğini 5 V olarak ayarlayınız.
6. Osiloskobun her kanalı için Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Görsel 3.44'e yazınız.
7. Çıkış sinyallerini Görsel 3.44'e çizin.
8. Yaptığınız işleri ve çizimleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

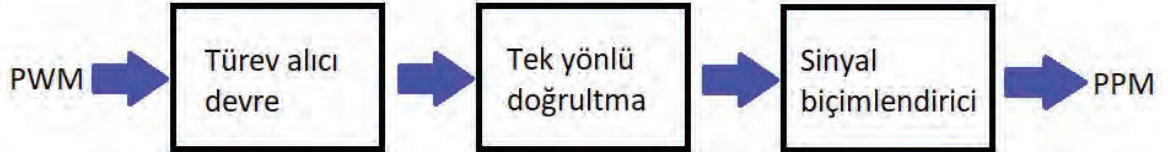
Görsel 3.44: Osiloskop ekranı (PAM devresi çıkış sinyalinin çizim alanı)

Uygulamaya İlişkin Soru

Devrede kullanılan 1,5 K Ω 'luk direncin değeri değiştirilirse sinyalde nasıl bir değişim olur? Açıklayınız.

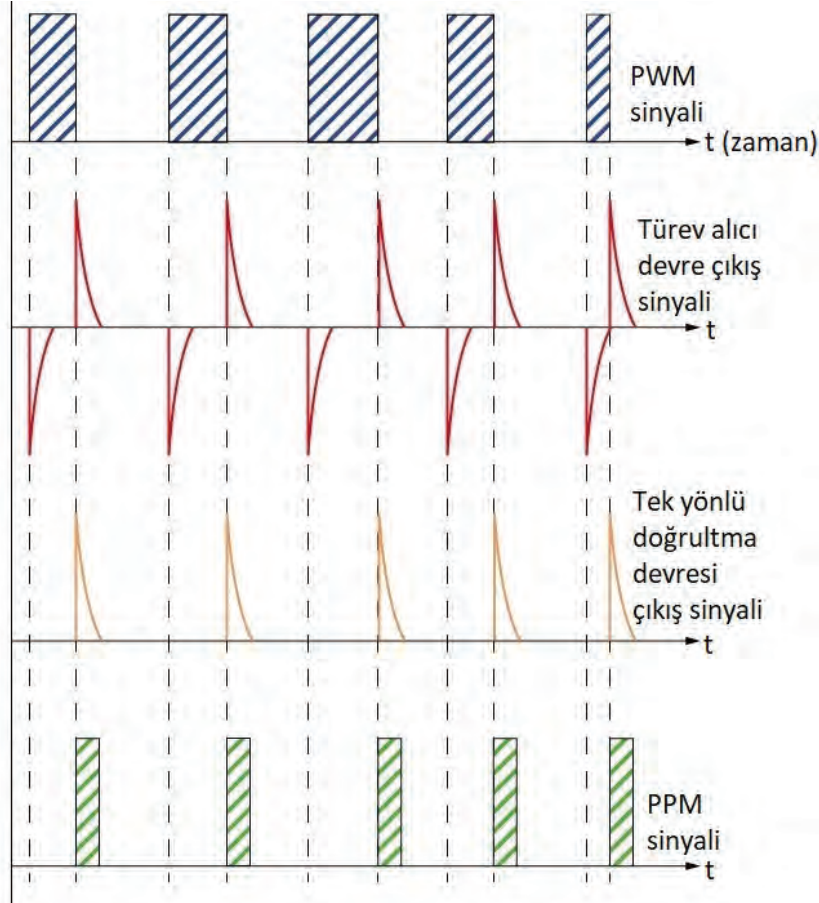
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

3.3.4. Darbe Pozisyon Modülasyonu Devreleri



Görsel 3.45: PWM sinyalinden PPM elde edilmesinin çizimi

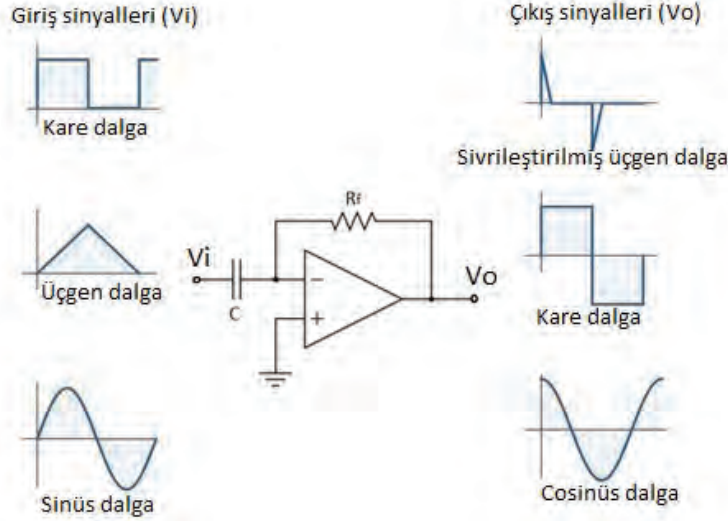
Görsel 3.45'te görüldüğü gibi bilgi sinyali önce PWM sinyaline dönüştürülür. Bu PWM sinyali türev alıcı devreye gönderilir. Türev alıcı devre PWM sinyalini sinyal palslerinin başlangıç noktaları için eksi (-) darbe, arka kenarı için artı (+) darbe üretir. Türev alıcıdan çıkan sinyal tek yönlü doğrultma devresine (yarım dalga doğrultucu devresine) gönderilir. Tek yönlü doğrultma devresi eksi palsleri yok ederek sinyal biçimlendirici devreye gönderir. Sinyal biçimlendirici devre, sinyali darbe katranına dönüştürerek PPM elde eder (Görsel 3.46).



Görsel 3.46: PWM sinyalinden PPM sinyaline dönüşüm aşamaları

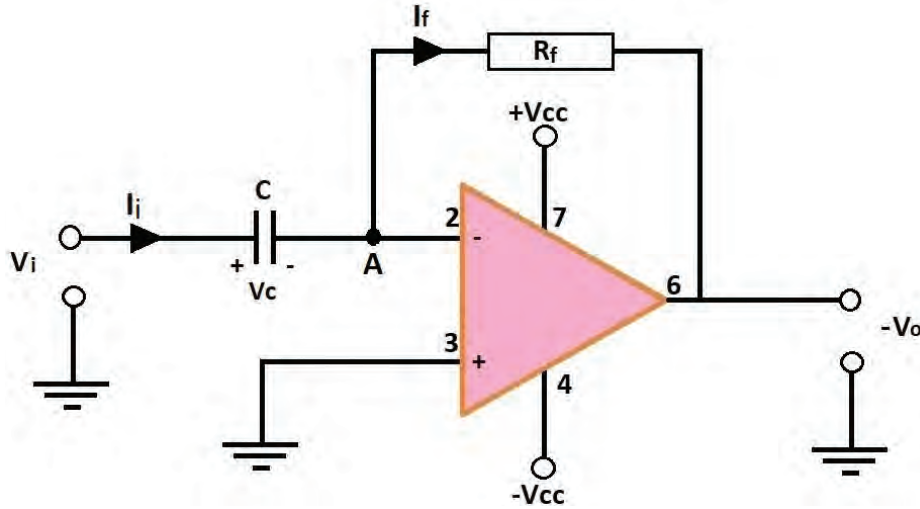
Türev Alıcı Devre (Diferansiyatör Devre)

Türev alıcı devrenin girişine üçgen dalga uygulandığında çıkışında kare dalga, girişine kare dalga uygulandığında çıkışında sivriltilmiş üçgen dalga elde edilir. Türev alıcı devrenin girişine sinüzoidal dalga uygulandığında çıkışında 180° faz farkı alınmış sinüzoidal dalga elde edilir (Görsel 3.47).



Görsel 3.47: Diferansiyatör devrenin giriş ve çıkış sinyalleri

Türev alıcı devrenin çalışmasına Görsel 3.48'de verilen devre üzerinden bakılacak olursa giriş sinyali (V_i) kondansatöre uygulanır. Kondansatör, DC gerilimi bloke ettiğinden A noktasında gerilim 0V olur. Kondansatör, sadece AC giriş sinyalinin geçmesine izin verir.



Görsel 3.48: Diferansiyatör devrede akım yönleri

Düşük frekanslarda, kondansatörün reaktansı (AC akımda kondansatörün direnci) yüksektir. Böylece kazanç (R_f/X_c) azaldığından yükselteç çıkış voltajı da düşüktür. Yüksek frekanslı giriş sinyalinde, kondansatörün reaktansı çok daha düşüktür. Bu da kazancı artırarak yükselteç çıkış voltajını artırır. Çok yüksek giriş sinyali frekanslarında, diferansiyatör devresinin çalışmasını kararlı hâle getirebilmek için R_f direncine paralel küçük değerde kondansatör bağlanır. Diferansiyatör devresinde kondansatör üzerinden geçen akım aşağıdaki gibidir.

$$I_i = I_f \text{ ve } I_f = -\frac{V_o}{R_f}$$

Kondansatör üzerindeki yük (Q)

$$Q = C \times V_i$$

Kondansatör şarjındaki değişim oranı

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{C dV_i}{dt}$$

dQ/dt aynı zamanda kondansatör üzerinden geçen akıma ve I_i' ye eşittir. I_i ile I_f eşit olduğundan

$$I_i = I_f$$

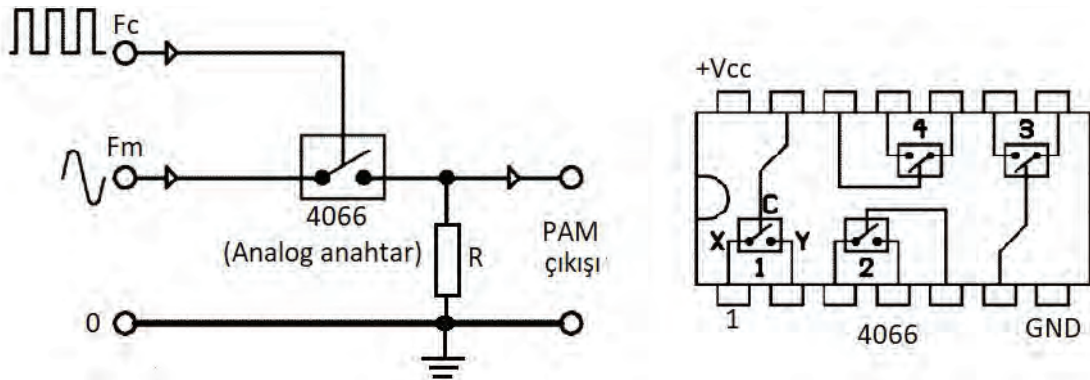
$$\frac{C dV_i}{dt} = \frac{V_o}{R_f}$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitlikten çıkış voltajı da aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$V_o = - R_f C \frac{dV_i}{dt}$$

3.3.5. Darbe Genlik Modülasyonu Devreleri

Görsel 3.49'daki devrenin çalışma prensibi bir analog anahtarın belli frekansta kontrolüne dayanmaktadır. Devrede analog anahtar olarak CD 4066 entegresi kullanılmıştır. Fm girişinden verilen ses frekanslı işaret Fc girişinden verilen kare dalga işaretle kontrol edilerek çıkıştan PAM işareti alınmaktadır.

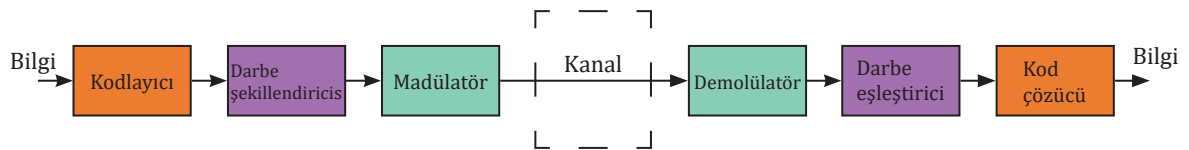


Görsel 3.49: Darbe genlik devresi ve 4066 entegrenin iç yapısı

Not: PAM işaretleri boşlukta, doğrudan elektromanyetik dalgalarla iletilemez. Bunun nedeni PAM işareti spektrumunun alçak frekanslarda yoğunlaşması ve bu tür işaretlerin elektromanyetik dalgalarla iletimi için büyük antenlerin gerekmesidir. PAM işaretleri doğrudan kabloyla iletilir.

3.4. SAYISAL DEMODÜLASYON

Sayısal demodülasyon, modüle edilerek bir sayısal sinyale dönüştürülen sinyalin tekrar ilk hâline (orijinaline) dönüştürülmesi işlemidir. Görsel 3.50'de sayısal iletişim sisteminin basitleştirilmiş çizimi görülmektedir.



Görsel 3.50: Sayısal modülasyondan demodülasyona geçişin çizimi

Sayısal demodülasyonda taşıyıcı frekansı, taşıyıcı senkronizasyonu adı verilen DSP (dijital sinyal işleme) işlemleri kullanılarak yeniden oluşturulur. Elde edilen demodüle edilmiş sinyal, darbe eşleştirici tarafından işlenir. Son olarak kod çözücüde bitlerin kodu çözülür. Bu çözme işleminde hata ve gürültüler olabileceğinden düzeltmeler gerçekleştirilebilir.

3.4.1. Sayısal Demodülasyon Çeşitleri

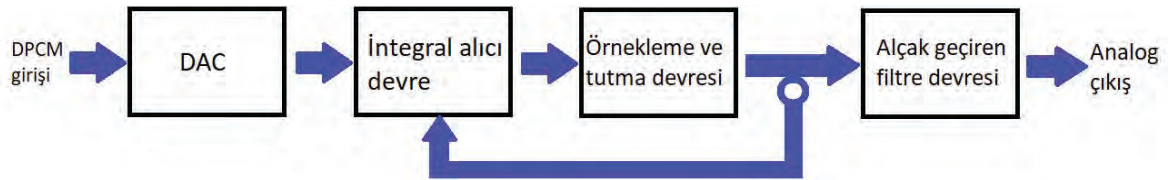
- Darbe Kod Demodülasyonu
- Delta Demodülasyonu
- Darbe Genişlik Demodülasyonu
- Darbe Pozisyon Demodülasyonu
- Darbe Genlik Demodülasyonu

3.5. SAYISAL DEMODÜLASYON DEVRELERİ

Sayısal modülasyon ile modüle edilen sinyalleri modülasyon kurallarına bağlı olarak orijinal hâline dönüştüren devrelerdir. Ayrıca bu devreler, sinyalleri farklı işlemler için istenen formlara getirebilir.

3.5.1. Darbe Kod Demodülasyonu

Görsel 3.51’de bir darbe kod demodülasyonunun basitleştirilmiş çizimi görülmektedir. Diferansiyel PCM, dijital analog çeviriciden integral alıcı devreye uygulanır. İntegrali alınan sinyal, örnekleme ve tutma devresine gönderilir. Örnekleme ve tutma devresinden çıkan sinyal, alçak geçiren filtreye uygulanır. Ayrıca örnekleme ve tutma devresindeki sinyal geri besleme için integral alıcı devreye ters çevrilerek gönderilir. Son olarak alçak geçiren filtreden orijinal bilgi sinyali alınır.



Görsel 3.51: PCM demodülasyonunun çizimi

3.5.2. Delta Demodülasyonu Devreleri

Delta demodülasyonu, delta modülasyonunun tersi işlemlerden oluşur. Delta modülasyonunda elde edilen sinyal önce integral alıcı devreye uygulanır. Daha sonra bu devreden çıkan sinyal alçak geçiren filtreye uygulanır ve bilgi sinyali elde edilir (Görsel 3.52). Çoğu zaman bu sinyal fazla distorsiyonludur. Bunu engellemek için iki adet alçak geçiren filtre kullanmak gerekir.

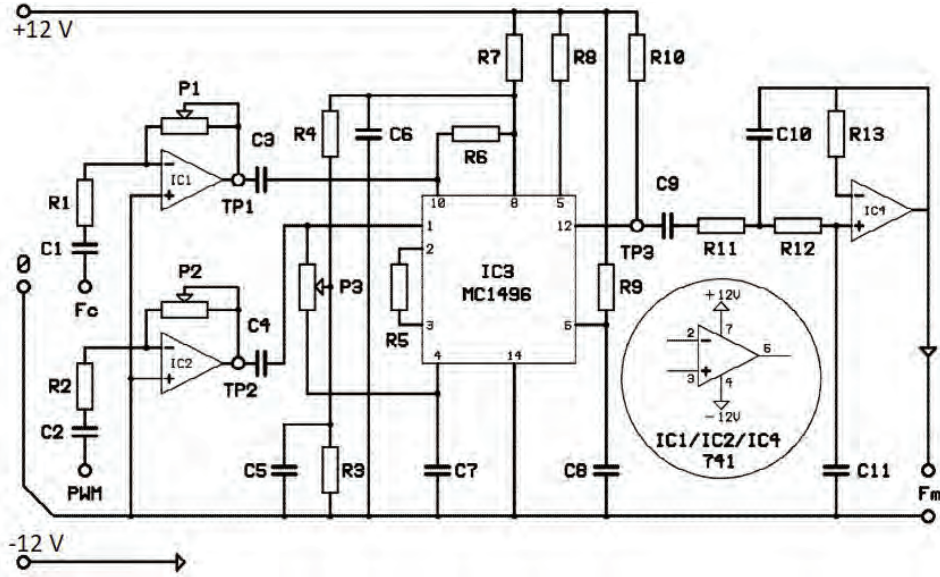


Görsel 3.52: DM demodülasyonunun çizimi

3.5.3. Darbe Genişlik Demodülasyonu Devreleri

Darbe genişlik demodülasyonu, PWM işaretinin PAM çevrimiyle ve çarpım algılayıcısı kullanılarak yapılan demodülasyondur. PAM genlik modülasyonuna çok benzeyen bir modülasyon tipidir. Bu modülasyon tipinde taşıyıcı kare dalga işaret olup taşıyıcının genliği bilgi sinyaline bağlı değiştirilir.

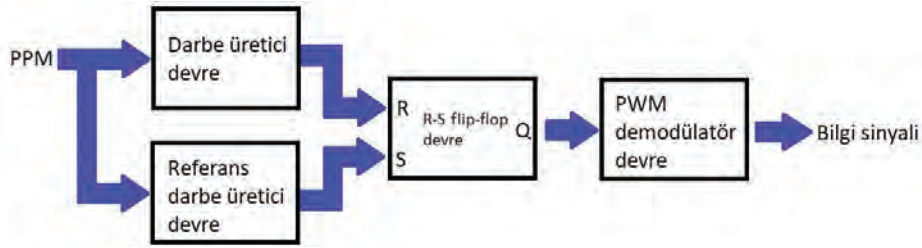
Görsel 3.53’teki devrede IC1 ve IC2 işlemsel yükselteçleri PWM sinyalinin ve taşıyıcı sinyalin genliklerini ayarlamak için kullanılmıştır. MC 1496 entegresinin düzgün çalışması için giriş sinyal gerilimleri $V_{PP} = 0,3 \text{ V} - 1,4 \text{ V}$ arasındadır. Bu sınırlar arasında MC 1496 entegresi lineer çalışır. P1 ve P2 potansiyometreleriyle ilgili yükselteçlerin kazançları ayarlanır. PWM sinyali 1 ve 4 No.lu ayaklardan, taşıyıcı sinyal 8 ve 10 No.lu ayaklardan uygulanır. R5 direnci MC 1496 entegresinin kazancını kontrol eder. P3 potansiyometresi PWM işaretinin darbe aralığını ayarlar. MC 1496 entegresinin çıkış işareti yine darbe dizisidir. Bu işaret IC4, C9, C10, C11 ve R11, R12, R3 devre elemanlarının oluşturduğu ikinci devreden alçak geçiren filtreden geçirilerek tekrar bilgi sinyali elde edilir.



GörSEL 3.53: PWM demodülasyonu devresi

3.5.4. Darbe Pozisyon Demodülasyonu Devreleri

PPM demodülatör devresi; R-S flip flop, darbe üretici, referans darbe üretici ve PWM demodülatör devrelerinden oluşur (GörSEL 3.54).

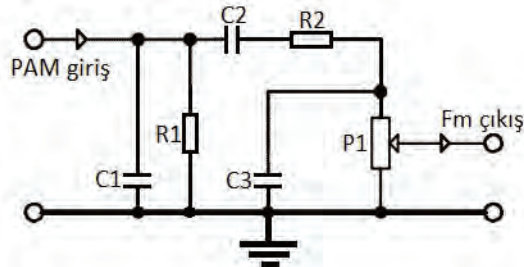


GörSEL 3.54: PPM demodülasyonunun çizimi

PPM sinyali, darbe üretici devreye uygulandığında darbe sinyali üretir. Bu darbe sinyali R-S flip flobun R (reset) ucuna gider. Referans darbe üretici devre, uygulanan PPM sinyaline göre referans darbesi üretir. Bu sinyal R-S flip flobun S (set) girişine bağlıdır. Bu sinyal flip flobu ayarlamak için kullanılır. Bu set-reset sinyalleri flip flobun çıkışında (Q) bir PWM sinyali üretir. PWM demodülatör devre de bu PWM sinyalini bilgi sinyaline dönüştürür.

3.5.5. Darbe Genlik Demodülasyonu Devreleri

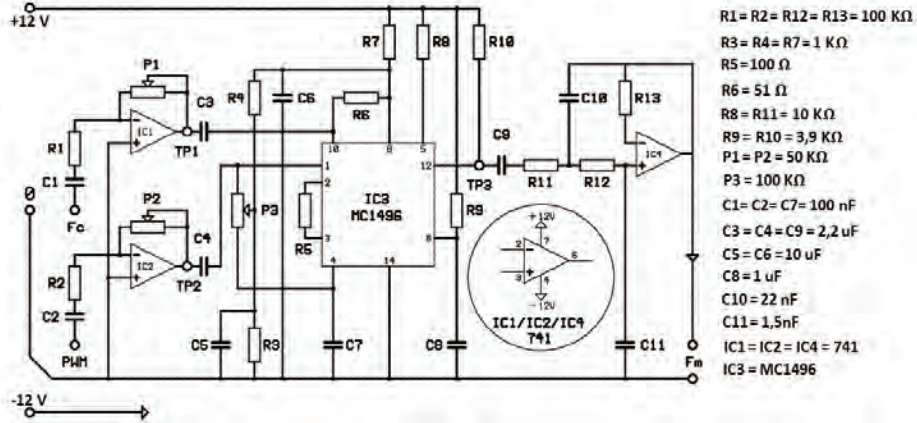
PAM genlik modülasyonuna benzer bir modülasyon türü olduğu için demodülatör olarak klasik genlik demodülatörü kullanılabilir. Bunun için bir alçak geçiren filtre yeterlidir. GörSEL 3.55'teki devrede çıkış sinyalinin genliği P1 potansiyometresiyle ayarlanır. Devre alçak geçiren filtre olduğu için çıkış sinyali genliğinde büyük bir kayıp olmaktadır. Pratikte bunun önüne geçmek için aktif filtre devreleri kullanılır.



GörSEL 3.55: PAM demodülasyonu devresi

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak PWM demodülasyonu devresini kurmak ve devrenin giriş çıkış sinyallerini ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 3.56: PWM uygulama devresinin çizimi

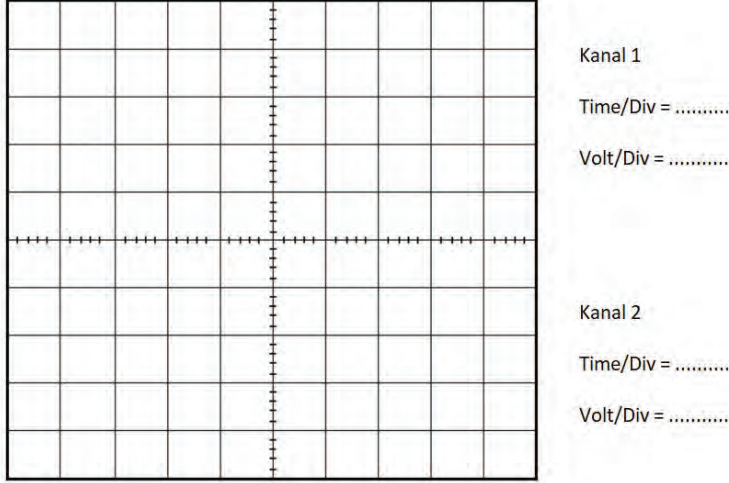
Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
DC güç kaynağı	220/12 V (simetrik)	1 adet
Direnç	51 Ω , 100 Ω , 3 x 1 K Ω , 2 x 3,9 K Ω , 2 x 10 K Ω , 4 x 100 K Ω	13 adet
Potansiyometre	2 x 50 K Ω , 100 K Ω	3 adet
Kutuplu kondansatör	1 uF, 3 x 2,2 uF, 2 x 10 uF	6 adet
Kutupsuz kondansatör	1,5 nF, 22 nF, 3 x 100 nF	5 adet
Entegre	3 x LM 741, MC1496	4 adet
Bread-board		1 adet

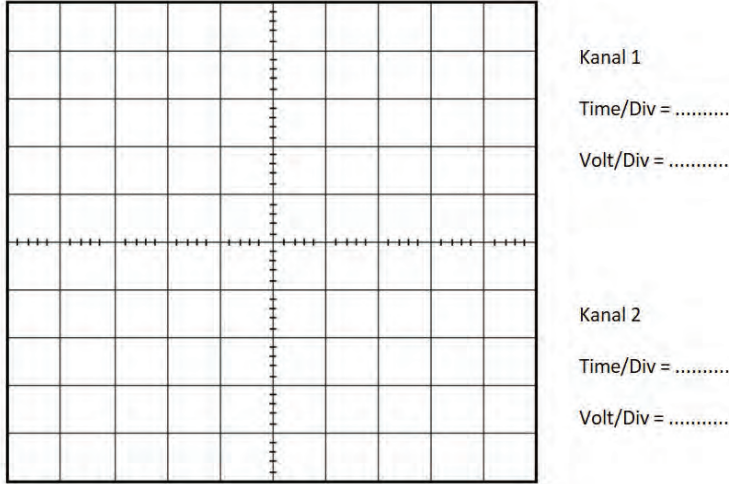
İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamındaki dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 3.56'daki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Yapılan işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
3. Devrenin PWM girişine bir PWM osilatörü veya daha önceki uygulama faaliyetinde yaptığınız PWM devresini bağlayınız.
4. Atölye öğretmenin gözetiminde osiloskop bağlantılarını devrenin FM çıkışına yapınız.
5. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağını açınız ve güç kaynağı gerilimini 0 V'a getiriniz. Daha sonra uygulama devresini güç kaynağına bağlayınız.
6. Güç kaynağını 12 V'a getiriniz. Osiloskobu açınız. Volt/Div ve Time/Div ayarlarını yaparak çıkış sinyallerini gözlemleyiniz.
7. Potansiyometreyi minimuma getiriniz. Osiloskop Volt/Div, Time/Div ayarlarını ve ekranda gördüğünüz sinyali Görsel 3.57'ye çizin.
8. Potansiyometreyi maksimuma getiriniz. Osiloskop Volt/Div, Time/Div ayarlarını ve ekranda gördüğünüz sinyali Görsel 3.58'e çizin.
9. Yapılan işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz. Devreniz çalışmıyorsa devrenizi tekrar kontrol ediniz.

10. Çalışma ortamında çalışan güç kaynağı ve osiloskop gibi cihazları kapatmayı unutmayınız.
11. Çalışma ortamını temizleyiniz.



Görsel 3.57: Osiloskop ekranı (PWM uygulama devresi çıkış sinyallerinin çizim alanı)



Görsel 3.58: Osiloskop ekranı (PWM uygulama devresi çıkış sinyallerinin çizim alanı)

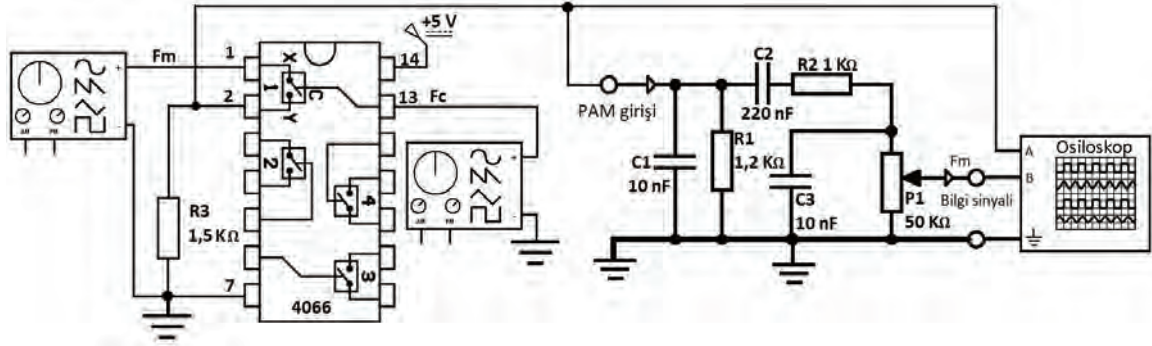
Uygulamaya İlişkin Soru

Devrede, potansiyometrenin ayarı değiştirilince osiloskop ekranında görülen FM sinyali nasıl değişmektedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: PAM demodülasyonu devresini kurmak ve devrenin giriş çıkış sinyallerini ölçmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



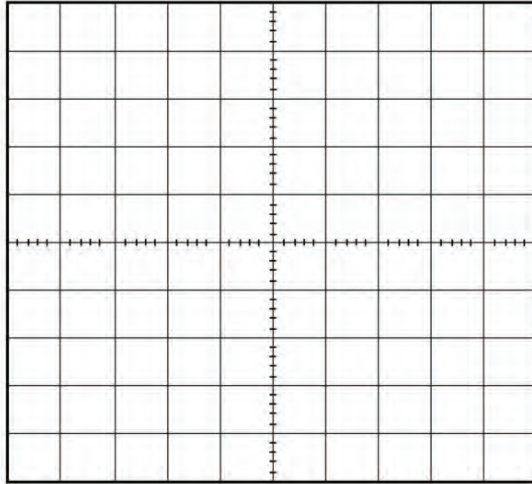
Görsel 3.59: PAM demodülasyonu uygulama devresinin çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Osiloskop	Çift kanallı	1 adet
Sinyal jeneratörü	Çift kanallı	1 adet
DC güç kaynağı	220/5 V	1 adet
Direnç	1 K Ω , 1,2 K Ω , 1,5 K Ω	3 adet
Potansiyometre	50 K Ω	1 adet
Kutupsuz kondansatör	2 x 10 nF, 220 nF	3 adet
Entegre	4066	1 adet
Bread-board		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız. Görsel 3.59'daki uygulama devresini bread-board üzerine kurunuz.
2. Atölye öğretmenin gözetiminde osiloskop bağlantılarını yapınız.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde uygulama devresini güç kaynağı kapalıyken bağlayınız.
4. Osiloskobu ve sinyal jeneratörünü bağlayıp açınız. Güç kaynağını açınız.
5. Fm (1) girişindeki sinyal jeneratörünün çıkış işaretini sinüs, frekansını 100 Hz ve genliğini 1 Vpp; Fc (13) girişindeki kare dalga işaretin frekansını 1 KHz, genliğini 5 V olarak ayarlayınız.
6. Osiloskobun her kanalı için Time/Div ve Volt/Div ayarlarını Görsel 3.60'a yazınız.
7. Çıkış sinyallerini Görsel 3.60'a çiziniz.
8. Yaptığınız işleri ve çizimleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.



Kanal 1

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Kanal 2

Time/Div = ...

Volt/Div = ...

Görsel 3.60: Osiloskop ekranı (PAM demodülasyon devresi çıkış sinyalinin çizim alanı)

Uygulamaya İlişkin Soru

Devrede kullanılan P1 potansiyometresinin değeri değıştirildiğinde çıkış sinyali nasıl değışmektedir? Açıklayınız.

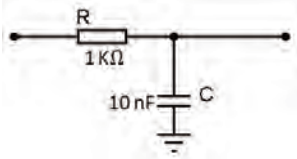
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: Sayısal haberleşme devrelerinde kullanılan hesaplamalara örnek vermek.

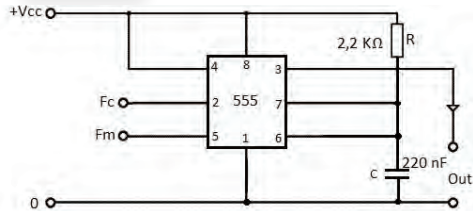
1. Örnek: 5 KHz'lik bir bilgi sinyali 20 KHz'lik bir saat darbesiyle örneklendiği zaman, bilgi sinyalinden bir periyotta kaç örnek alınır?

2. Örnek: PCM'de 3 bitli ikili bir kodla temsil edilen 1 V'luk bir bilgi sinyalinin örnekleme değerine göre kuantalama aralığını bulunuz.

3. Örnek: Aşağıdaki alçak geçiren filtre devresinde referans frekansı kaç Hz'dir?



4. Örnek: Aşağıda verilen tek kararlı multivibratörün çıkış darbe frekansı kaç Hz'dir?



Kullanılan Malzemeler

Adı	Özellği	Miktarı
Kâğıt		1 adet
Kalem		1 adet
Hesap makinesi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Verilen örnekleri kâğıt üzerinde çözünüz.
3. Çözümlerinizi bir sonraki sayfadaki çözümlerle karşılaştırınız. Yanlış çözümlerinizi varsa soruyu tekrar çözünüz.

1. Çözüm: 5 KHz = 5.000 Hz, 20 KHz = 20.000 Hz
 $f_m = 1/T_m \rightarrow 5.000 = 1/T_m \rightarrow T_m = 0,005 \text{ s} = 5 \text{ ms}$
 $f_s = 1/T_s \rightarrow 20.000 = 1/T_s \rightarrow T_s = 0,0002 \text{ s} = 0,2 \text{ ms}$
 $T_m/T_s = 5 \text{ ms}/0,2 \text{ ms} = 25$ örnek alınır.

2. Çözüm: $\Delta V = \frac{V_{\max}}{(2^n - 1)} = \frac{1}{(2^3 - 1)} \approx 0,143 \text{ V}$

Sinyal	Kod
0 V	000
0,143 V	001
0,286 V	010
0,429 V	011
0,572 V	100
0,715 V	101
0,857 V	110
1 V	111

3. Çözüm: $F_c = \frac{1}{2 \times \pi \times R \times C} = \frac{1}{2 \times \pi \times 1.10^3 \times 10.10^{-9}} \approx 15.915 \text{ Hz}$

4. Çözüm: $T = 1,1 \times 2,2.10^3 \times 220.10^{-9} = 532,4 \text{ } \mu\text{S'}$ dir.

Buna göre çıkış işaretinin frekansı (F)

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{532,4 \times 10^{-6}} = 1,8783 \text{ KHz'dir.}$$

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20....
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

A) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan ayraçlara cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Sayısal haberleşme analog haberleşme gibi sürekli sinyal hâlinindedir.
2. (...) Sayısal haberleşmenin bant genişliği çok fazladır.
3. (...) Bilginin gönderildiği ortama kanal denir.
4. (...) Haberleşmede iletilen bilgiyi bozan rastgele enerjiye gürültü denir.
5. (...) Nyquist kriteri, giriş frekansının örnekleme frekansının iki katı olmasıdır.
6. (...) Sayısal bilgiyi saklamak, analog bilgiye göre daha zordur.
7. (...) Analog haberleşme, sayısal haberleşmeden daha az maliyetlidir.
8. (...) Darbelerin genişliklerini kontrol ederek çıkış veren devrelere PWM denir.
9. (...) Darbelerin pozisyonlarını kontrol ederek çıkış veren devrelere PCM denir.
10. (...) Analog bilgiyi sayısal bilgiye dönüştüren devrelere DAC denir.

B) Aşağıda verilen sorularda doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

11. I. Şifrelemeye uygundur.
II. Teknolojik gelişmelere kapalıdır.
III. Birden fazla cihaz veya sistemle iletişime uygundur.

Yukarıdaki bilgilerden hangileri sayısal haberleşme için doğru bir ifadedir?

- A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) I ve III
E) I, II ve III

12. Aşağıdakilerden hangisi sayısal haberleşmede bir saniyede iletilen bit sayısıdır?

- A) Kanal
B) BPS
C) Baud
D) BER
E) Gürültü

13. Aşağıdakilerden hangisi haberleşmede gönderilen veya alınan sinyale girip sinyali bozan enerjidir?

- A) Gürültü
B) BER
C) Bit
D) BPS
E) Kanal

14. Aşağıdakilerden hangisi dijital sinyale dönüştürmek için örneklenmiş bir analog sinyalin belli seviyelerini yuvarlama işlemidir?

- A) BPS
B) Parite
C) Modülasyon
D) Kodlama
E) Kuantalama

- 15. Bilgi sinyaline sırasıyla uygulanan örnekleme, kuantalama, kodlama işlemlerinden sonra elde edilen modülasyon türü aşağıdakilerden hangisidir?**
- A) Frekans
 - B) Darbe genişlik
 - C) Darbe kod
 - D) Genlik
 - E) Darbe pozisyon
- 16. Analog bilgiyi dijital bilgiye dönüştüren devreler aşağıdakilerden hangisidir?**
- A) DAC
 - B) PWM
 - C) PPM
 - D) ADC
 - E) PCM
- 17. Aşağıdakilerden hangisi referans frekansından yüksek frekansları bir sonraki devreye geçirmeyen devrelerdir?**
- A) Örnekleme
 - B) DAC
 - C) Alçak geçiren filtre
 - D) Yüksek geçiren filtre
 - E) Karşılaştırmacı
- 18. Sayısal modülasyon devrelerinden çıkan sinyaller sayısal demodülasyon devrelerine aşağıdakilerden hangisiyle iletilir?**
- A) Kanal
 - B) Karşılaştırmacı
 - C) Darbe üretici
 - D) Kodlama
 - E) Türev alıcı
- 19. Aşağıdakilerden hangisi darbelerin konumuna göre yapılan modülasyon türüdür?**
- A) PAM
 - B) PWM
 - C) PCM
 - D) DM
 - E) PPM
- 20. Aşağıdakilerden hangisi sayısal modülasyon yapılmış bir bilgi sinyalini tekrar orijinal hâline dönüştürme işlemidir?**
- A) Kodlama
 - B) Demodülasyon
 - C) Kuantalama
 - D) Kod çözme
 - E) Türev alma

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

HABERLEŞME YÖNTEMLERİ



4. ÖĞRENME
BİRİMİ



KONULAR

- 4.1. ELEKTRİK HATLARINDAN HABERLEŞME SİSTEMLERİ
(PLC)**
- 4.2. HABERLEŞME KABLO BAĞLANTISI**
- 4.3. FİBER OPTİK HABERLEŞME SİSTEMLERİ**
- 4.4. KABLOSUZ HABERLEŞME SİSTEMLERİ**

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Haberleşmede bilgi gönderme yönleri

Dalgaların ve sinyallerin çeşitleri

Alternatif akım dalga formları, formlarının özellikleri

Saykıl, alternans, frekans, periyot, dalga boyu, elektromanyetik frekans spektrumu

İletim ortamının özellikleri

Kablolu ve kablosuz iletim ortamları

İletim ortamından kaynaklanan problemler

Zayıflama

Sınırlı bant genişliği, distorsiyon, gürültü, gürültü hesaplamaları, desibel, sinyal gürültü oranı

Sinyallerde bant genişliği

Bilgi kapasitesi

Dürtü ve frekans cevabı

TEMEL KAVRAMLAR

çift bükümlü kablo, fiber optik, fiber optik kablo, haberleşme, koaksiyel kablo, kablosuz iletişim, PLC, telekomünikasyon

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

1. Günümüzde kullanılan haberleşme yöntemleri neler olabilir? Açıklayınız.

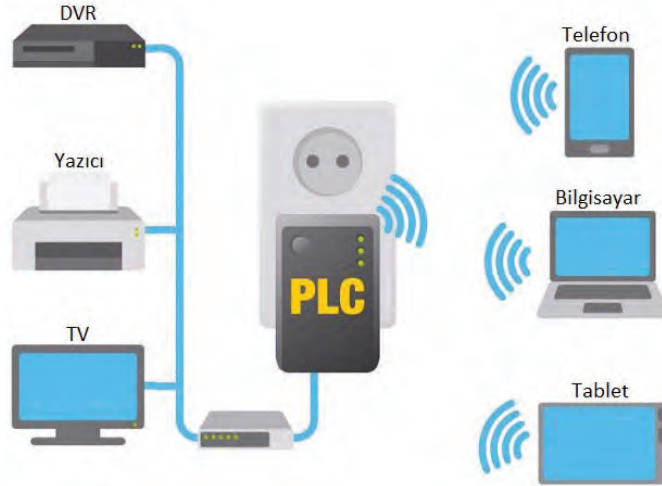
4.1. ELEKTRİK HATLARINDAN HABERLEŞME SİSTEMLERİ (PLC)

Üretilen elektrik enerjisinin kullanıcılara aktarılması için elektrik iletim ve dağıtım şebekeleri kullanılır. Elektrik enerjisinin iletimi ve dağıtımında kullanılan cihazlar, frekansı ülkeye göre 50 veya 60 Hz olan sinüzoidal sinyale uygun şekilde çalıştırılmak üzere tasarlanır. Günümüzde elektrik güç sisteminin işletim kalitesinin yükseltilmesi ve kontrolü amacıyla yeni haberleşme ve bilişim teknolojileri geliştirilmiştir. Bu teknolojileri kullanan elektrik güç sistemi akıllı şebeke olarak adlandırılır. Akıllı şebekenin en önemli teknolojik uygulaması, akıllı sayaçlarla uzaktan sayaç okumadır.

Otomatik sayaç okuma sistemi, elektrik sayaçlarından verileri otomatik olarak faturalandırma amacıyla merkezî istasyonlara aktarır. Bu sistemin ekonomik ve güvenilir bir haberleşme altyapısına ihtiyacı vardır. Otomatik sayaç okuma için farklı haberleşme teknolojileri arasında radyo frekansına dayalı teknolojiler, enerji hatları üzerinden haberleşme, bilinen kablolu veya kablosuz haberleşme teknolojileri sayılabilir. Enerji hatları üzerinden haberleşme sistemi, hazır altyapısı ve daha düşük maliyet nedeniyle otomatik sayaç okumada öne çıkmıştır.

4.1.1. Elektrik Hatlarından Haberleşme Sistemi

Elektrik hatlarından haberleşme sistemi, mevcut elektrik hatları üzerinden sistemler arası veri haberleşmesini sağlayan bir teknolojidir. Sistem, mevcut elektrik kablolarını kullanarak geniş bantlı veri transfer imkânı sağlar. Bu haberleşme sisteminde elektrik enerjisinin taşınmasıyla veri haberleşmesi aynı anda olur. İngilizce power line communication (pavır layn komünikeşin) sözcüklerinin baş harfleri olan PLC şeklinde ifade edilir (Görsel 4.1).



Görsel 4.1: Elektrik hatlarından haberleşme sistemi

PLC, modüler bir sinyal kullanarak elektrik enerjisi iletimi için kullanılan iletkenler üzerinde geniş bant veri iletişimi sağlar. PLC haberleşmesi, bina kablolarıyla veya elektrik güç dağıtım sistemiyle yapılabilir. PLC teknolojisi, akıllı şebekenin haberleşme ihtiyaçlarını karşılayabilen en ekonomik çözümdür. Sayaç okuma, genel akıllı ev otomasyonu gibi alanlarda kullanılır.

4.1.2. PLC Sisteminin Çeşitleri ve Kullanım Alanları

PLC, kullanılan frekans bant genişliklerine göre sınıflandırılır.

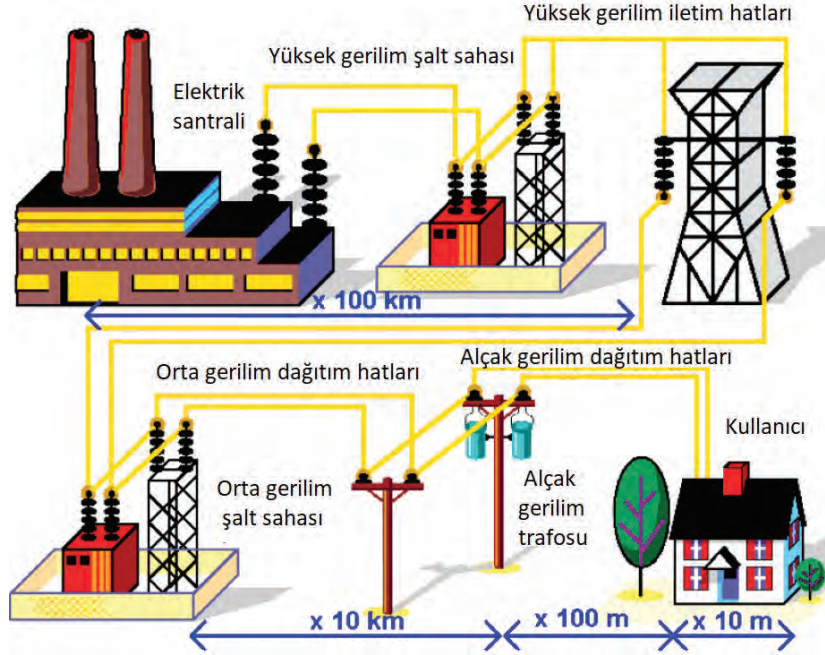
Dar Bant PLC: Düşük frekanslarda düşük veri iletim hızı olan ve kuvvetlendirici kullanılarak veriyi uzun mesafelere iletebilen PLC haberleşme sistemidir. Frekans bant genişliği Avrupa standardı 3 KHz ile 148,5 KHz aralığındadır. Mesafe birkaç km olup hız 100 Kbps seviyelerindedir. Dar bant PLC, akıllı şebeke uygulamalarında ve güneş paneli mikro eviricileriyle şebeke arasındaki haberleşmede kullanılır.

Geniş Bant PLC: Yüksek frekanslarda yüksek veri iletim hızı olan ve veriyi daha kısa mesafelere iletebilen PLC haberleşme sistemidir. Frekans bant genişliği Avrupa standardı 1,8 MHz ile 250 MHz aralığındadır. Geniş bant PLC, akıllı şebekede genel ağ ve ev ağı paylaşımının yönetiminde kullanılır. Yüksek veri hızı ve ek kablolama ihtiyacı olmaması nedeniyle ev içi multimedya (çoklu ortam) uygulamalarında tercih edilir.

4.1.3. PLC Sisteminin Çalışması ve Özellikleri

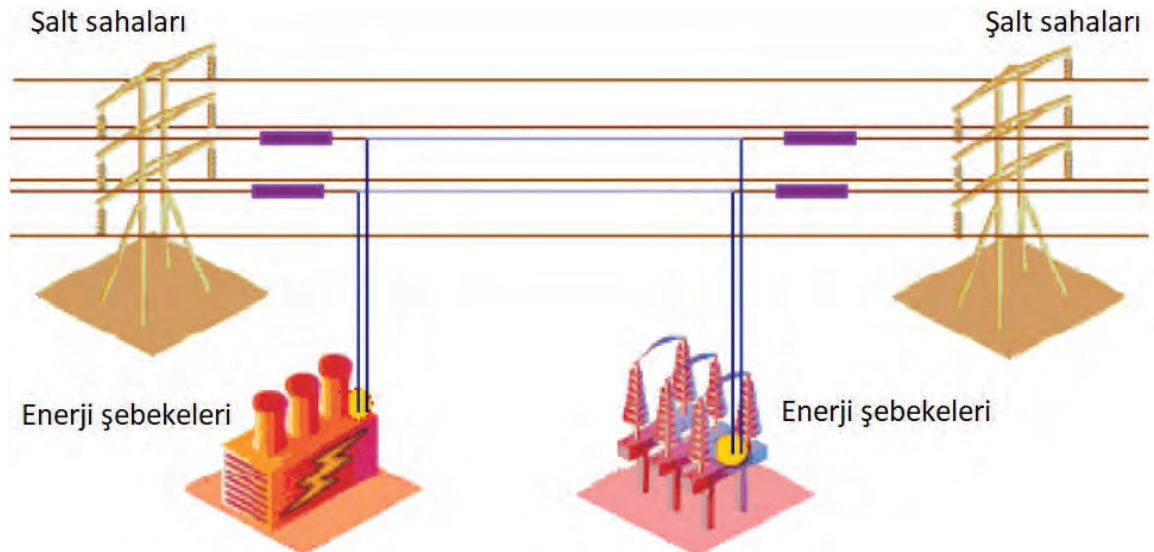
Geleneksel elektrik şebekeleri, elektrik enerjisinin santrallerden üretilerek iletim ve dağıtım sistemleri üzerinden kullanıcılara iletilmesi üzerine kurulmuştur. Enerji akışı ve bilgi akışı tek yönlüdür. Akıllı şebekede hem bilginin hem enerjinin çok yönlü iletimi söz konusudur. Şebekenin işletilmesinde haberleşme altyapısının güvenilirliği ve işletme kolaylığı önem taşır.

Elektrik hatları, iletim hatları ve trafolar aracılığıyla birbirine bağlanır. Bu bağlantı, 50 Hz ya da 60 Hz frekansında en az kayıpla iletilecek şekilde sağlanır. Her bir gerilim seviyesi belirli mesafelerde enerjinin taşınmasını sağlar. Yüksek gerilim hatları, iletim şebekesini; orta gerilim ve alçak gerilim hatları dağıtım şebekesini oluşturur (Görsel 4.2).



Görsel 4.2: Elektrik üretim, iletim ve dağıtım şebekeleri

Elektrik şebekeleri, standartlara uygun olarak 50 Hz ve 60 Hz şebeke frekansından daha yüksek frekanslı veri sinyallerini enerji iletim hatları üzerinden uzun mesafeler boyunca ileterek gerçekleştirir. Görsel 4.3'te haberleşmenin sağlanacağı güç hatları görülmektedir.

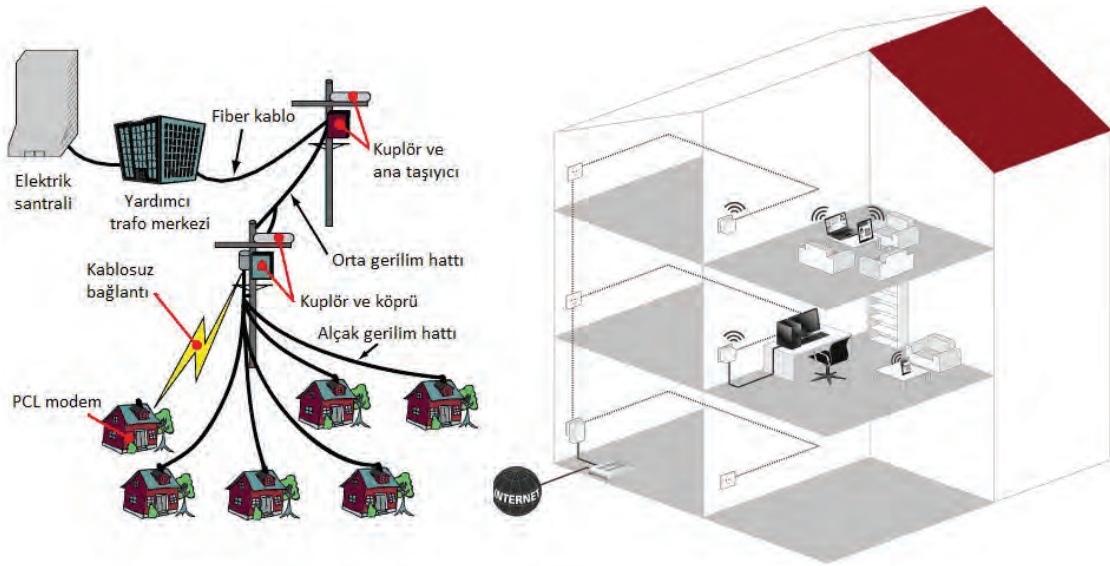


Görsel 4.3: Haberleşmenin sağlanacağı güç hatları

Verileri aktarmak için AC (alternatif akım) gücü kullanma teknolojisi üzerinde uzun zamandır çalışılmaktadır. RF (radyo frekans) enerjisi bir elektrik akımıyla aynı hatta toplanarak ayrı bir veri hattına ihtiyaç duyulmadan veriler iletilir. PLC teknolojisi, elektrik şebekesi otomasyonu için ilk kullanılan sistemdir. Mevcut enerji hatlarının, elektrik enerjisinin iletim ve dağıtım işlevine ilaveten haberleşme amacıyla da kullanılmasını esas alır. PLC sistemi, veri haberleşmesinde genellikle düşük ve orta gerilimli enerji hatlarını kullanır. Elektrik şebekelerinin performansını izlemek, yük kontrolü ve uzaktan ölçüm için elektrik şirketleri tarafından yıllardır bu teknoloji kullanılmaktadır. Günümüzde evde veya iş yerinde elektrik kablolarını kullanarak veri aktaran ağ çözümleri bulunmaktadır.

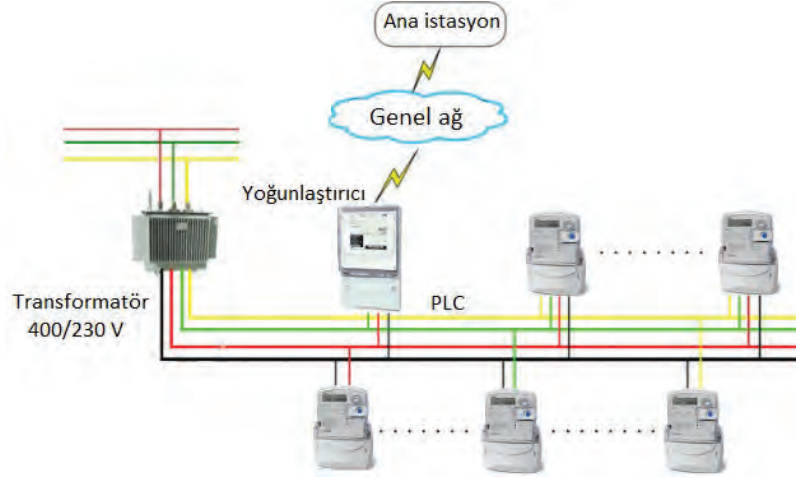
Elektrik üretim santralinden çıkan elektrik enerjisi, iletim trafolarından geçerek yüksek gerilim hatlarına iletilir. Bu durum elektrik hatları üzerinden geniş bant veri iletimini zorlaştırır. Yüksek gerilim hatlarındaki gerilim 155.000 V ile 765.000 V arasındadır. Bu nedenle doğrudan veri iletimi için uygun değildir. Verinin düzgün biçimde iletilmesi için elektrik enerjisinin ve radyo dalgasının tutarlı bir frekansta olması gerekir. Binlerce voltluk gerilimde ani yükseliş ve düşüşler veri iletiminde parazitlere sebep olur. Bu sorunu gidermek için elektrik hatları üzerinden geniş bant adı verilen bir teknoloji [broadband over power lines (brotbent ovır pavır layns)] geliştirilmiştir. Kısaca BPL şeklinde gösterilir. BPL teknolojisiyle yüksek gerilim hatları yerine orta gerilim hatları ve fiber optik kablolar kullanılarak parazit sorununa çözüm getirilmiştir. Orta gerilim hatlarından verinin uzun mesafelere iletilmesi için elektrik hatları üzerine tekrarlayıcı [repeater (repidir)] görevi gören cihazlar yerleştirilir. Elektrik gerilimini 7.200 V'tan 220 V'a düşüren trafodan veri sinyalinin geçmesi mümkün değildir. Bu nedenle trafo üzerinde veri yolu oluşturmak için kuplör [coupler (kaplır)] adı verilen bağlayıcılara ihtiyaç duyulur. Bu cihazlar verinin orta gerilim hatlarından alçak gerilim ev hatlarına bozulmadan iletilmesini sağlar (Görsel 4.4).

Elektrik üretim, iletim ve dağıtım şebekeleri (elektrik santrali, iletim hatları, trafo merkezleri vb.), elektrik prizleri, PLC modem, yönlendirici ve ağ bağdaştırıcıları PLC sisteminin bileşenleri arasındadır. Bu teknoloji kullanılarak alçak gerilim güç hatları üzerinden yüksek hızlı veri, ses ve video iletilir. Sistemin en büyük avantajı, mevcut altyapıyı kullanarak düşük maliyetle geniş kitlelere genel ağ hizmeti verilmesine imkân sağlamasıdır.



Görsel 4.4: Elektrik hattı üzerinden geniş bant (BPL)

PLC haberleşme, otomatik sayaç okumada en çok tercih edilen haberleşme yöntemlerinden biridir. PLC haberleşme, kablolu veya kablosuz ek bir altyapıya ihtiyaç duymaz. 50 Hz frekansındaki enerji hatları üzerinden KHz seviyesinde ek sinyaller iletilir. Filtrelemeyle sinyaller merkezî toplayıcı cihazlarda buluşup özel ağlara entegre edilir (Görsel 4.5).



Görsel 4.5: PLC haberleşmesiyle otomatik sayaç okuma

4.1.4. PLC Sisteminde Kullanılan Teknikler

Günümüze kadar PLC sistemlerinde üç farklı modülasyon tekniği kullanılmıştır.

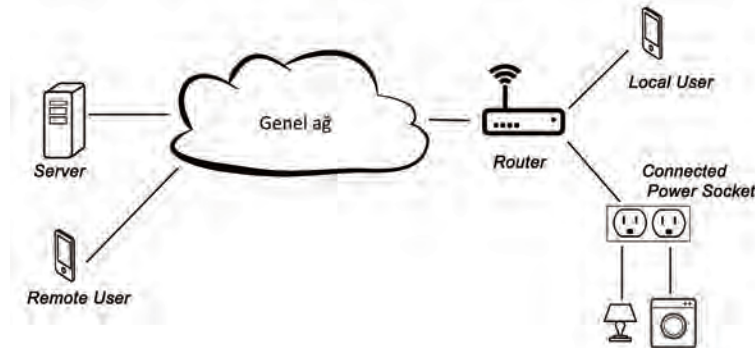
Frekans Kaydırmalı Anahtarlama Modülasyonu (FSK): Elektrik hatlarından yapılan ilk sayısal haberleşme sistemlerinde bu modülasyon tekniği kullanılmıştır. Bu teknikle 2,4 Kbit/s'den daha düşük hızlarda haberleşme gerçekleştirilmiştir. Sistemin elektriksel dalgalanmadan etkilenmesi ve aynı anda birden fazla elektrikli cihaz kullanıldığında performansın düşmesi bu tekniğin dezavantajlarıdır.

Genlik Kaydırmalı Anahtarlama Modülasyonu (QAM): Bu tekniğin kullanıldığı sistemlerde verici gücü kontrol edilerek kanalda oluşan genlik bozulmalarının zararlı etkileri azaltılmıştır. Bu teknikle tasarlanan sayısal modemlerle 28 Kbit/s ile 100 Kbit/s veri hızlarına ulaşılmıştır.

Dik Frekans Bölmeli Modülasyon (OFDM): Bu teknikle 4,3 MHz ile 20,9 MHz frekans aralığı 84 farklı kanala ayrılır. Veri paketleri birkaç taşıyıcı frekans boyunca her bir kanal üzerinde senkronize (eş zamanlı) olarak aktarılır. Günümüzde elektrik hatları üzerinden veri iletişimi için en uygun yöntem olarak kabul edilmektedir. Dik frekans bölmeli modülasyon tekniği, frekans seçmeli kanallar için uygun bir tasarım olup yüksek gürültü seviyelerine ve dar bant girişimlerine karşı güçlüdür. Bu yöntemle geniş bir iletim bandında yüksek veri hızlarında iletişim gerçekleştirilebilir.

4.1.5. Elektrik Ağı Üzerinden Genel Ağ

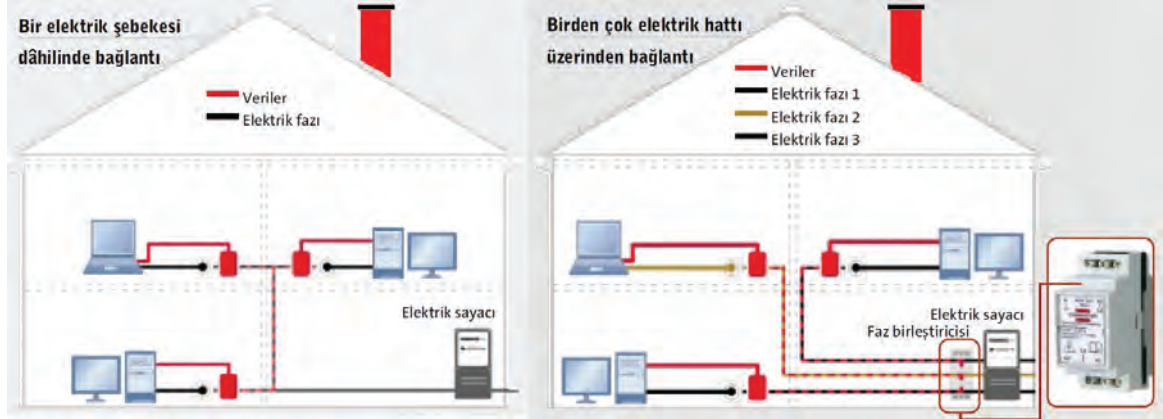
Binalarda veri iletişimi için PLC teknolojisi alternatif olarak kullanılabilir. Binalarda bilgisayarların bağlandığı her yerde bir elektrik prizi bulunur. Elektrik prizleri, bilgisayar ağları için bağlantı noktası olarak kullanılabilir. Elektrik ağı üzerinden genel ağ sisteminin basit yapısı Görsel 4.6'da görülmektedir.



Görsel 4.6: Elektrik ağı üzerinden genel ağ

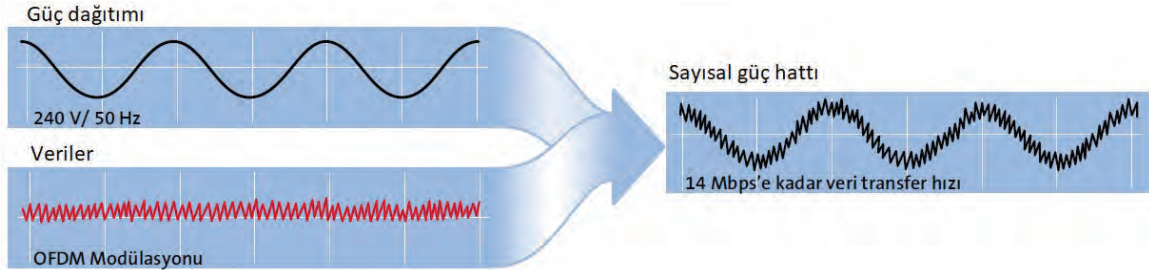
Ev ve iş yerlerinde yerel ağ oluşturmak için kablolu ve kablosuz genel ağa alternatif olarak HomePlug (hompılak) adı verilen bir standart kullanılır. **HomePlug**, ev ve iş yerlerinde genel ağ bağlantısını binaların elektrik hatlarına vererek bina içinde yerel ağ kurulmasına yarayan bir genel ağ hizmetidir. HomePlug teknolojisiyle evlerin elektrik hatları, ağ altyapısı için kullanılabilir. IEEE (Elektirik-Elektronik Mühendisleri Enstitüsü) tarafından protokolleri belirlenmiştir. Mevcut elektrik hatlarının veri iletimi için kullanılmasını öngören ve hâlen gelişmekte olan bu sistemde değişik veri iletim hızları sunan standartlar mevcuttur.

Elektrik ağına bağlanacak tüm bilgisayarların, evin elektrik tesisatının aynı fazı üzerinde bulunan elektrik prizlerine bağlı olmaları durumunda sistemin kurulumu çok basittir. Faz birleştiricisi, sigorta kutusuna monte edildiğinde elektrik fazları arasında yüksek frekans köprüsü olarak çalışır. Böylece ağ, evin tüm bölümlerine ve farklı elektrik hatları üzerine yayılabilir (Görsel 4.7).



Görsel 4.7: Bir ve birden çok elektrik hattı üzerinden veri haberleşmesi

Sistemin temel çalışma prensibi, yüksek frekanslı veri sinyalinin elektrik hattının sinüsünde modüle edilmesine dayanır. Başka bir deyişle sistem, modüle edilmiş bir taşıyıcı sinyalinin elektrik hatları üzerinde iletilmesiyle çalışır. Günümüzde modülasyon tekniği olarak dik frekans bölmeli modülasyon (OFDM) kullanılır. Modülasyon ve demodülasyon işlemi, elektrik prizine bağlanan terminal aygıtları aracılığıyla yapılır. Elektrik akımı ve radyo dalgaları farklı frekanslarda olduğu için elektrik akımıyla veriler birbirine karışmaz. İlk standartlarda 14 Mbps veri transfer hızı söz konusuysen günümüzde kullanılan ağ bağdaştırıcılarıyla 1.300 Mbps hıza ulaşılmıştır (Görsel 4.8).



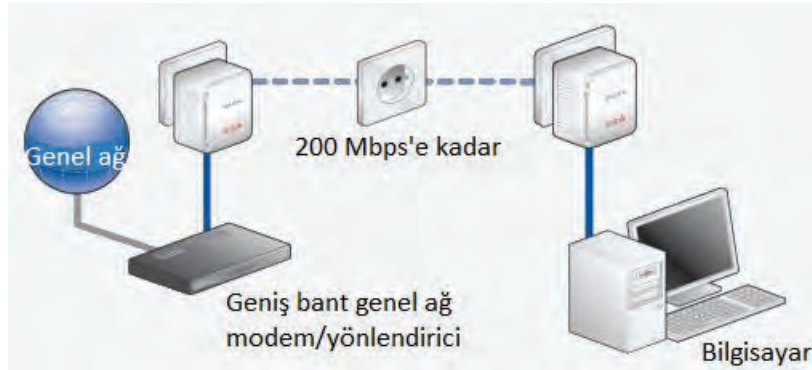
Görsel 4.8: Sistemin çalışma prensibi grafiği

HomePlug genel ağ sisteminde veriler elektrik hatlarına basit bir adaptör (bağdaştırıcı) yardımıyla aktarılır (Görsel 4.9).



Görsel 4.9: Duvar prizine takılı elektrik hattı ağ bağdaştırıcısı

İki adet bağdaştırıcı kullanılarak elektrik hatları üzerinden veri iletimi gerçekleşir. Bu işlem için üretilmiş bağdaştırıcılar kendine gelen veriyi elektrik enerjisine çevirerek binanın elektrik hattına aktarır. Daha sonra aynı elektrik hattı içinde verinin iletileceği yere konan başka bir bağdaştırıcı elektrik enerjisini tekrar veriye çevirir. Bu şekilde veri iletimi sağlanmış olur. Binaya gelen genel ağ kablosu modeme, modemden sonra HomePlug bağdaştırıcıya takılır. Bağdaştırıcı da doğrudan elektrik prize takılır. Böylece genel ağ verileri elektrik hattına aktarılmış olur. Daha sonra aynı elektrik hattı içinde bulunan başka bir prize takılan bağdaştırıcıyla genel ağ bağlantısı bilgisayara ulaşmış olur. Aynı elektrik hattı içinde HomePlug bağdaştırıcı kullanılarak başka prizlere takılan ağ cihazlarıyla birlikte yerel ağ oluşturulur (Görsel 4.10).



Görsel 4.10: HomePlug genel ağ

220 V gerilimle gelen enerji, bağdaştırıcı tarafından 4,5 MHz ile 21 MHz frekans aralığında alınır. Bu sistemde kullanıcı sayısı kadar bağdaştırıcı gerekir. HomePlug bağdaştırıcılarla bina içinde yerel ağ kurulmuş olur. HomePlug ile kurulacak ağda bilgisayarlarla birlikte ağ yazıcıları, tarayıcılar ve IP (internet protokol) kameralar gibi yerel ağda yaygın olarak kullanılan cihazlar olabilir. HomePlug bağdaştırıcı kullanarak genel ağa bağlanabilmek için yaygın kullanılan işletim sistemi bulunan bilgisayarlara sürücü yazılım yüklemeye gerek yoktur. HomePlug bağdaştırıcıların elektrik enerjisi tüketimine bir etkisi yoktur. İhtiyaç olan enerji, sadece bağdaştırıcının çalışması için gerekli olan enerjidir. HomePlug genel ağ, şebeke frekansından bağımsız olarak çalışır. Güvenliğin sağlanması amacıyla veriler şifrelenerek enerji hattına gönderilir.

HomePlug genel ağ için kullanılan bağdaştırıcılarda hem RJ45 çıkışı hem USB (evrensel seri veri yolu) çıkışı bulunabilir. Böylece bilgisayar, kullandığı bağdaştırıcıya göre ağ kartının RJ45 çıkışı-nı veya USB bağlantı noktasını kullanarak iki farklı şekilde ağa bağlanabilir. Yerleşik Wi-Fi (kablolu) modülüne sahip bağdaştırıcılar da mevcuttur. Böylece elektrik prizinden hem kablolu hem kablolu olarak genel ağa bağlanılabilir. Ancak ağın menzili en çok 300 m ile sınırlıdır.

HomePlug genel ağın mevcut sürümleri ve en çok hızları Tablo 4.1'de verilmiştir. HomePlug C&C standardı, bina içinde genel ağ imkânı sağlamakla birlikte binada bulunan tüm elektrikli cihazların kontrol edilebildiği bir sistemdir. Örneğin çalar saat, ışıklı anahtar, buzdolabı, kahve makinesi vb. cihazlar yüksek hızlı bağlantı üzerinden haberleşebilir.

Tablo 4.1: HomePlug Genel Ağ Sürümleri		
Sürümü	En Çok Hız	Protokol
HomePlug 1.0	14 Mbps	IEEE 802.11b/g
HomePlug AV	200 Mbps	IEEE 802.11n
HomePlug AV 2	1.300 Mbps	IEEE 802.11n

4.1.6. PLC Sisteminin Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları

- Kablo altyapısı hazır. Haricî kablolu maliyeti yoktur. Bu nedenle gerekli düzenlemeler düşük seviyededir.
- Bina içinde ve dışında geniş yaygınlığa sahiptir. Binalardaki kullanıcı erişim noktaları olan elektrik prizlerinin kendi aralarında haberleşme imkânı vardır.
- Kablolu TV gibi geniş bant teknolojilerine göre maliyeti düşüktür.
- Kablolu bir teknoloji olduğundan çalışmak için frekans tahsisine ihtiyaç duymaz.
- İletim sinyalini uzak mesafelere taşıyabilir.
- Kurulum ve bakım kolaylığı sağlar.

Dezavantajları

- Gelişmekte olan bir teknoloji olduğundan standardizasyon çalışmaları hâlen devam etmektedir.
- PLC teknolojisinde erişim, kullanıcılar arasında paylaşımlı olarak kullanılır. Sisteme bağlı ve aktif durumdaki kullanıcı sayısının artması erişim kapasitesini düşürür.
- Elektrik dağıtım şebekesi geniş bir ağa sahip olmasına rağmen haberleşme için gerekli temel donanım kurulmuş olmalıdır.
- Elektrik hatlarının değişken bir yapısı vardır. Sinyalin zayıflama ve gürültü seviyesi zaman ve frekansla birlikte değişir.

4.1.7. PLC Sisteminde Oluşan Problemler ve Problemlerin Çözümleri

PLC frekans aralıklarında yerel radyo ve kılavuz istasyonlarının olduğu diğer kanallar girişim oluşturabilir. Kötü hava koşulları, güç hattı iletkenleri üzerinde PLC kanal zayıflamalarını artırır. Bu nedenle birleştirme devrelerinde kullanılan frekans bandı önemlidir.

Yüksek gerilim güç hatları üzerinden haberleşmede hatlar üzerindeki yansımalar sorun teşkil eder. Yansımalar empedans değişimlerinin olduğu bölgelerde görülür. Bu yansımalar yüksek frekanslı güç hatları üzerinde dalgalanmalara neden olur. Bu dalgalanmalar nedeniyle veri iletiminde bit hata olasılıkları artar.

PLC Sistemlerinde Oluşan Zayıflamalar

Güç Hattında Görülen Zayıflamalar: Haberleşme kanalında iki nokta arasında güç kaybı yani zayıflama olabilir. Kayıplar dB olarak ölçülür. Kanalin herhangi bir yerindeki kayıplar topraklanarak önlenir.

Havai Hatlarda Görülen Zayıflamalar: Hatlarda görülen kayıplar; radyasyon kayıpları, iletkenlerin kayıpları, dielektrik kayıpları ve toprak hattı birleştirme kayıplarıdır. Yüksek gerilim hatlarında gerilim artışıyla birlikte güç kaybı azalır. Hava koşulları havai güç hatlarında önemli derecede zayıflamaya neden olur.

Güç Kablolarında Görülen Zayıflamalar: Bir birim uzunluktaki güç hattında taşıyıcı iletim kayıpları, oluşan en büyük kayıplardır. Bu kayıplar birleştirme metoduna ve kablo yapısına bağlıdır.

PLC Sistemlerinde Oluşan Gürültüler

Elektrik iletim ve dağıtım şebekeleri, elektrik enerjisinin üretilmesinden tüketilmesine kadar enerjinin kesintisiz ve güvenilir bir şekilde iletilip dağıtılmasına uygun olmalıdır. Elektrik şebekeleri çok iyi planlanmış ve kurulmuş olmalıdır. Gönderilen sinyalin gücünün artırılmasıyla gürültünün etkileri azaltılabilir. PLC sistemlerinde oluşan gürültüler aşağıda sıralanmıştır.

Korona Gürültüsü: Yüksek gerilim hatlarında bulunan yalıtkanlardakideşarjlar korona gürültüsüne neden olur. Deşarjlar, farklı zamanlarda faz iletkenleri üzerinde hava koşullarına bağlı olarak oluşur. Korona gürültüsü genellikle kötü hava koşullarında daha belirgin olur. Bu nedenle kötü hava koşulları, sayısal PLC modem tasarımlarında dikkate alınır. Sayısal haberleşme için üretilen PLC modemler SNR oranına bağlı olarak tasarlanır.

Impulse (İmpuls) Gürültüsü: Dürtü gürültüsü, çok küçük bir zaman diliminde çeşitli anahtarlar devrelerinin açılıp kapanması, yıldırım boşalmaları ve çeşitli motor devrelerinin çalışması sonucu enerji hatlarından iletilen sinyalin genliğini artırıcı bir gürültü tipidir.

PLC Sistemleri Arasındaki Girişim: Bir PLC sistemi, yakınındaki veya uzağındaki PLC vericileri arasındaki girişimden etkilenir. Yüksek frekans hatları sık sık kapalı bir devre oluşturur. Bu yüzden şebekenin tümünde girişimi oluşturabilecek seviyede görülebilir. Bu durum birbirine bağlı şebekeler arasında ciddi bir problemdir.

Güç Sistemlerine Dışarıdan Bağlanan Kaynaklar Arasındaki Girişim: PLC alıcılarında radyo vericisinden gelen sinyaller ya da şimşek gibi hava olaylarından oluşur.

4.1.8. Alternatif Akım ve Doğru Akım PLC Sistemleri

AC yüksek gerilim, orta gerilim ve alçak gerilim hatları üzerinde farklı alternatif akım PLC uygulamaları kullanılır.

- Uzaktaki istasyonların gözetimi ve güç kontrol sistemleri gibi uygulamalarda AC yüksek gerilim hatları kullanılır.
- Orta gerilim şebekesinde yer alan cihazların ve güç akışının durumuna ait verilerin istasyonla şebeke arası transferi gibi uygulamalarda AC orta gerilim hatları kullanılır.
- Otomatik sayaç okuma, elektrikli araç uygulamaları, ev içi enerji yönetim işlevleri gibi uygulamalarda AC alçak gerilim hatları kullanılır. Güneş paneli ve yakıt hücresi gibi evlerde elektrik üretimi ve depolanması konusunda doğru akım sistemleri yaygınlaşmaktadır. Bu nedenle doğru akım sistemleri için PLC haberleşmesi önemli bir yer tutmaya başlamıştır. PLC, genellikle mevcut alternatif akım taşıyan elektrik hatları üzerinde kullanılan bir uygulama olsa da doğru akım uygulamalarında da yer alır. Doğru akım PLC sistemleri otomotiv ve sağlık sektöründe kullanılır.
- Otomobil üreticileri, üretim sırasında bir aracın birçok farklı noktasını kontrol eder. Gelecek nesil araçlarda bu sayının artması beklenmektedir. Bu durumda araç içinde kontrol edilecek birimlerin bilinen kontrol yöntemi ve kablolama yapısıyla devam etmesi mümkün değildir. Karmaşıklaşan kablolama yapısı maliyeti artırır. Ayrıca yer problemi ortaya çıkar. Kablolardan kaynaklı kayıplar artar. Mevcut doğru akım enerji hatlarının haberleşme amaçlı kullanılması elektrikli araçlardaki bu yapıyı çok basitleştirir. PLC sisteminin otomotiv uygulamalarında sağlayacağı avantajlar; ilave bir kablolamaya ihtiyaç duyulmaması nedeniyle maliyetlerde azalma, basitlik ve esnekliktir. Tek bir güç hattının hem haberleşmede hem kontrol birimlerinin enerji temininde kullanılması nedeniyle sistem çok basittir. Daha az devre, daha az kurulum, daha az sorun demektir. Haberleşme sadece güç hattının kullanımıyla sağlandığından ilave bir cihaz takmak veya sökmek çok rahat olur. Yeni bir güncelleme gerektiğinde istenen güncelleme, istenen cihaza sökme işlemi olmadan kolaylıkla yüklenebilir. Bu durum esnekliği sağlar.
- Günümüzde sağlık alanında giyilebilir ürünlerle kalp atışlarının takibi, engellilerin uzuv hareketlerinin sağlanması, solunumun izlenmesi ve vücut sıcaklığının takibi gibi işlevler mümkündür. Yaşlı ve hasta insanları izlemek amacıyla giyilebilir ürünlere yerleştirilecek sensörler, besleme sistemi, kablolama yaşam konforunu azaltmamalıdır. Giyilebilir ürünlerde doğru akım PLC haberleşme sisteminin kullanılması, tasarım, üretim ve uygulanabilirlik açısından avantaj sağlar.

Doğru akım PLC sistemi üç kısımdan oluşur: iletim ortamı, kontrol kısmı ve sensörler. Sistem iki telli besleme hattıyla birbirine bağlıdır. Bu güç ve haberleşme sinyali, ortak giden besleme hattının artı (+) ucuyla elektriksel sinyalin dönüş hattından oluşur. Sistem tek bir bataryayla beslenir. Bu durum giyilebilir ürünlerin daha hafif olmasını sağlar.

4.1.9. Kuranportör Sistemleri

Enerji iletiminde güvenlik ve sürekliliği sağlamak için frekansları 50 KHz ile 500 KHz arasında olan haberleşme sistemleri kullanılır. Kuranportör sistemleri, PLCC (güç hattı taşıyıcı haberleşmesi) sistemleri olarak bilinir. Kuranportör sistemi, modern elektrik güç sisteminde telemetri ve telekontrol amacıyla kullanılır. **Tele** sözcüğü eski Yunancada "uzakta" anlamına gelir. **Telemetri** bir sistemin uzaktan kablo veya kablosuz olarak izlenmesi, kontrol edilmesi işlemidir. Başka bir deyişle uzak konumdan ölçüm bilimidir. PLCC sisteminin adında geçen taşıyıcı kavramı, her türlü bilgi ve ses işareti radyo frekanslı sinyal üzerine bindirerek uzak mesafelere taşıdığı için kullanılır.

Elektrik hatlarında radyo frekansıyla bilgi taşınması 600 KHz'den daha düşük frekanslarda yapılır. 50 Hz'de enerji taşıyan iletim hattının üzerine bindirilen yüksek frekanslı bilgi sinyali aynı hat üzerinden gönderilir. Ülkemizde bu yöntemle 154 KV ve 380 KV yüksek gerilim hatları üzerinden bilgi gönderilir.

Kuranportör sistemleri, elektrik hatları üzerinden haberleşmeyi sağlar. PLC haberleşmesi için kullanılan cihazlar, bağdaştırıcılar ile enerji hattına bağlanır. Bu cihazlar bilgi sinyalini elektrik hattına iletir. Alıcı, bilgiyi taşıyan frekansı filtreleyerek alır.

Kuranportör sistemleri, yüksek gerilim ve alçak gerilim hatlarında kullanımına göre ikiye ayrılır.

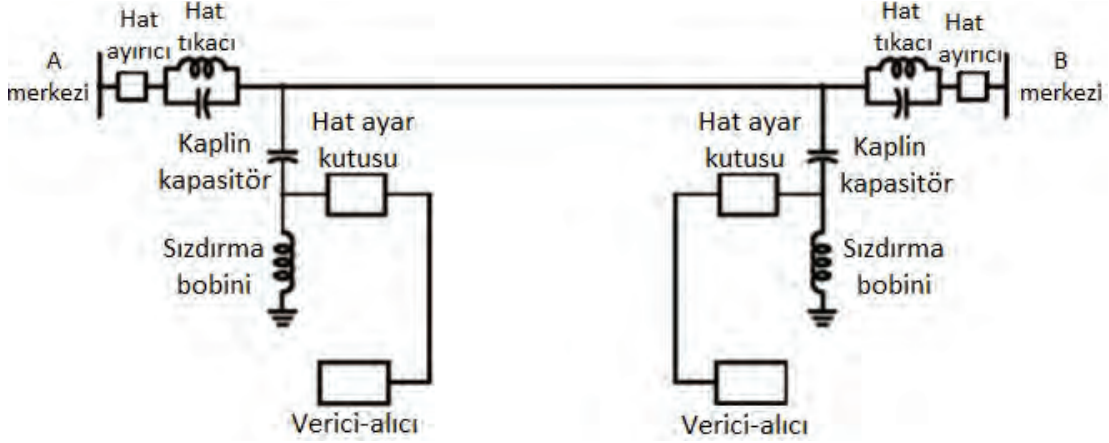
- 38 KV ve üzerindeki gerilimlerde iletim hatlarında 50 KHz ile 500 KHz arasındaki frekanslar, taşıyıcı olarak kullanılır. Bu sistemde yüksek haberleşme hızları elde edilir.
- 8 KV gerilim seviyesinin altındaki iletim hatlarında 5 KHz ile 20 KHz arasındaki frekanslar, taşıyıcı olarak kullanılır. Bilgi, bu aralıktaki frekanslarla 300 bps hızındaki haberleşmeye izin verir.

Kuranportör sistemlerinde haberleşme uzun mesafeli ve düşük hızlıdır. Veri ve ses iletişimi için kullanılır. Kuranportörlerin elektrik iletim hatlarındaki görevi, iletim hattını haberleşme ortamı gibi değerlendirerek konuşma, koruma, sinyalizasyon ve bilgi iletişimini sağlamaktır. Ayrıca kuranportör sistemleri, başka bir kanal yardımıyla arızalı hattın her iki ucundaki kesicileri kumanda ederek devreyi açar ve kapatır. Bu sistemler; santraller, trafo merkezleri ve yük tevzi merkezlerinde kullanılır (Görsel 4.11).



Görsel 4.11: Kuranportör sistemi

Enerji iletim hattının radyo frekans vasıtasıyla haberleşme hattı olarak kullanılması ekonomik bir yöntemdir. Güvenlik yönünden sistemin her zaman hazır olması için kuranportör sisteminde maliyeti artıran bileşenler kullanılır. Görsel 4.12’de taşıyıcı sistemin iletim hattı bağlantısı görülmektedir.



Görsel 4.12: Taşıyıcı sistemin iletim hattı bağlantısı

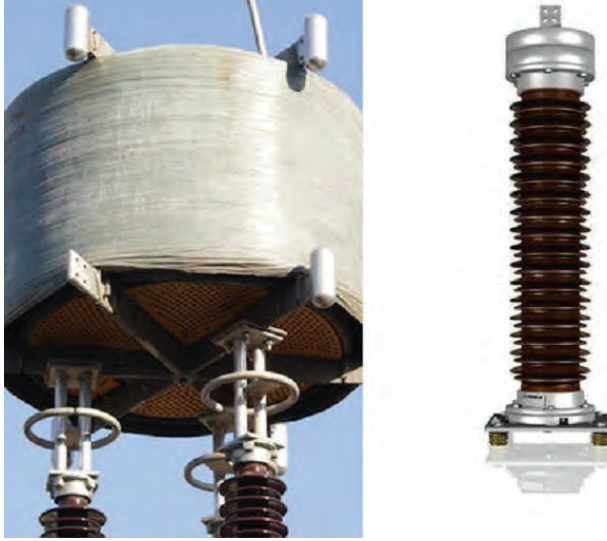
Kuranportör Sisteminde Kullanılan Elemanlar

Hat Tıkacı: İletim hattında taşınan enerji, uzak hat terminali boyunca iletilmeli; veri yoluna yönlendirilmemelidir. Veri yolundaki empedans değişimlerinden yalıtılmalıdır. Hat tıkacı, ayarlandığı frekans bandına karşı büyük empedans göstererek gelen ve gönderilen sinyallerin hat tarafına yönlendirilmesini sağlar. Yüksek frekansın yüksek gerilim devresine girmesine engel olur. Herhangi bir faz toprak arızasında yüksek frekansları toprağa geçirmez. Hat tıkacı, enerji nakil hattının herhangi bir fazı üzerine seri olarak bağlı sepet şeklinde bir bobindir. Güç akışı zaman zaman çok büyük olduğundan hat tıkacında kullanılan bobin, fiziksel açıdan büyük olmalıdır. Hat tıkacının bobini, iletim hattından akan enerjinin akışı için düşük bir empedans yolu sağlar. Hat tıkacı paralel bağlı bobin ve kapasitörden oluşan ayarlı bir devredir. Başka bir deyişle taşıyıcı enerji frekansına ayarlanmış bir paralel rezonans devresi şeklindedir. Paralel rezonans devresi, ayarlanmış frekansında yüksek empedansa sahiptir. Daha sonra taşıyıcı enerjinin çoğunun uzak hat terminaline doğru akmasına neden olur. 50 Hz güç frekansı için düşük empedansa ($0,1 \Omega$ 'dan az), taşıyıcı frekans için yüksek empedansa sahiptir. **Hat tutucu** veya **hat kapanı** olarak da adlandırılır (Görsel 4.13).



Görsel 4.13: Hat tıkacı

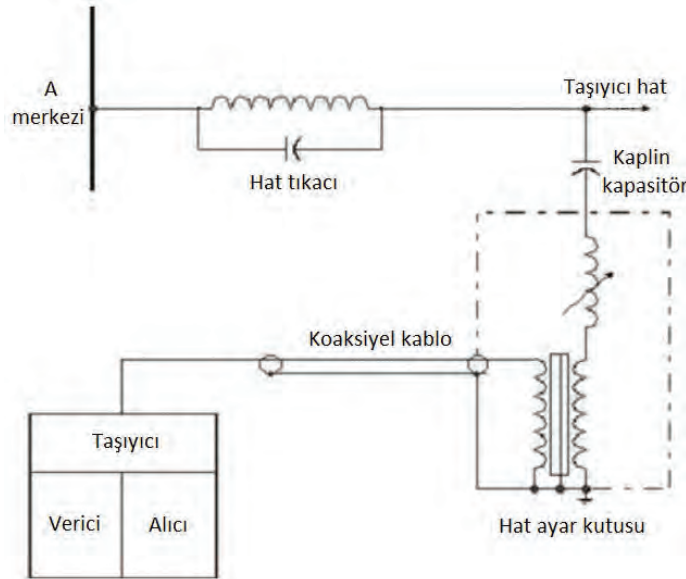
Kaplin Kapasitör: Kaplin kapasitör, taşıyıcı ekipmanı iletim hattına bağlar. Kapasitesi, taşıyıcı frekansına düşük empedans; 50 Hz güç frekansına yüksek empedans gösteren bir değerdir. 50 Hz hat gerilimine yüksek empedans göstermesi, akımın hat ayar kutusuna ve taşıyıcı cihazına ulaşmasını engeller. Kapasite değeri 1.000 pF ile 7.500 pF arasındadır. Bu değer, kullanılacağı hattın gerilim değerine göre belirlenir. Örneğin 2.000 pF kapasite değerinde kaplin kapasitörü, 50 Hz güç frekansı için 1,5 M Ω ; 500 KHz'lik taşıyıcı frekans için 150 Ω empedans gösterir. **Kavrama** veya **kuplaj kondansatörü** olarak da adlandırılır (Görsel 4.14).



Görsel 4.14: Kaplin kapasitör

Sızdırma Bobini: Kaplin kapasitörünün alt ucu ile toprak arasına bağlanır. Bu noktada oluşabilecek 50 Hz'lik yüksek gerilimi topraklar. Radyo frekanslı sinyaller için yüksek empedans gösterir. Taşıyıcıdan gelen sinyalleri hat yönüne, hattan gelen sinyalleriyse taşıyıcıya yönlendirir.

Hat Ayar Kutusu: Taşıyıcıların çıkış empedansını hat empedansına uygunlaştırarak radyo frekans sinyal gücünün karşılıklı olarak her iki yöne en yüksek seviyede iletimini sağlar. Hat ayar kutusu **tuner** olarak da adlandırılır. Hat ayar kutusu ile kaplin kapasitör kombinasyonu, taşıyıcı frekansa ayarlanmış bir seri rezonans devresi oluşturarak güç hattına düşük empedanslı bir yol sağlar. Görsel 4.15'te kaplin kapasitör ile hat ayar kutusunun bağlantısı görülmektedir.



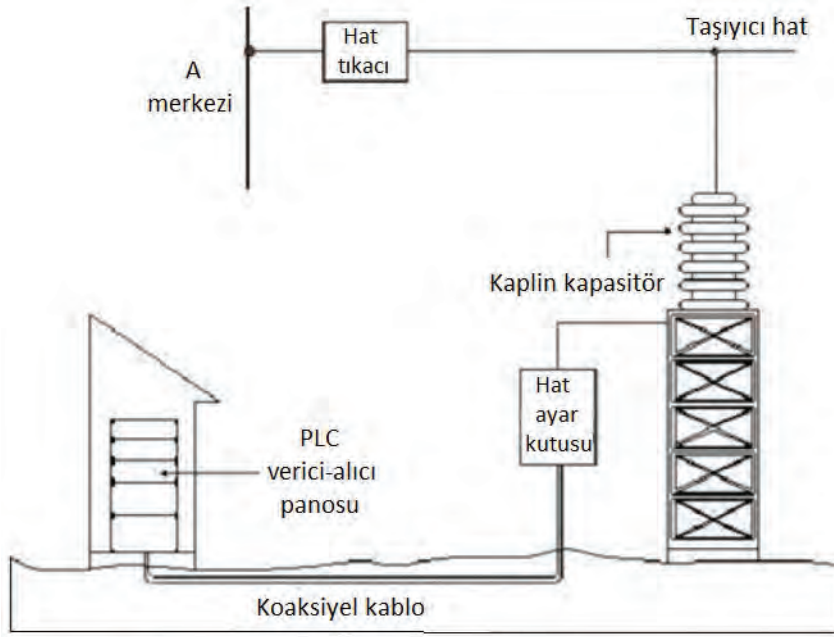
Görsel 4.15: Kaplin kapasitör ile hat ayar kutusunun bağlantısı

Verici-Alıcı: Taşıyıcı vericiler ve alıcılar, kontrol ünitesinde bir rafa veya kabine monte edilir. Vericiler kumanda odasında, alıcılar şalt sahasında bulunur (Görsel 4.16).



Görsel 4.16: Kuranportör verici ve alıcı panoları

Koaksiyel Kablo: Ekipman ile alıcı arasında büyük bir mesafe vardır. Aradaki bağlantı koaksiyel kabloyla yapılır. Koaksiyel kablo, kaplin kapasitörünün tabanına monte edilmesi gereken hat ayar kutusuna bağlanır. Koaksiyel kablo, ekranlama özelliği nedeniyle gürültü ve parazitten etkilenmez. Koaksiyel kablonun empedansı 75Ω veya 125Ω 'dur. Taşıyıcı çıkışındaki radyo frekans sinyalinin hat ayar kutusuna bozulmadan veya az zayıflamayla taşınması için kullanılır. Görsel 4.17'de hat ayar kutusu ile koaksiyel kablo bağlantısı görülmektedir.



Görsel 4.17: Hat ayar kutusu ile koaksiyel kablo bağlantısı

Bilgi Kutusu

Kuplaj Transformatörü: 20 mm çapında çekirdek üzerine sarılır. AC şebeke kablolarına doğru olan b sargısı 31 SWG süper emaye bakır tel kullanılarak 20 sarım, devre tarafına doğru olan a tarafı aynı tel kullanılarak 40 sarım olmalıdır.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tüm araç gereci ve devre elemanlarını hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm cihazları veya devre elemanlarını elle ve gözle kontrol ediniz.
3. Transistörlü PLC verici devresini bread-board üzerine kurunuz (Görsel 4.24).
4. Transistörlü PLC alıcı devresini bread-board üzerine kurunuz (Görsel 4.25).
5. Verilen değerlere göre desibel ve sinyal gürültü oranına ilişkin hesaplamaları Tablo 4.4'e kaydediniz.
6. Çalışma alanını ve atölyeyi temizleyiniz.

Tablo 4.4: Gürültü Hesaplamaları

Verilen Değerler	Desibel (dBm)	SNR (dB)
Sinyal Gücü = 250 W	1	Çıkış filtresi kondansatörü
Gürültü Gücü = 125 mW	-----	
Sinyal Gerilimi = 3,5 V	3	Giriş
Gürültü Gerilimi = 50 mV	-----	

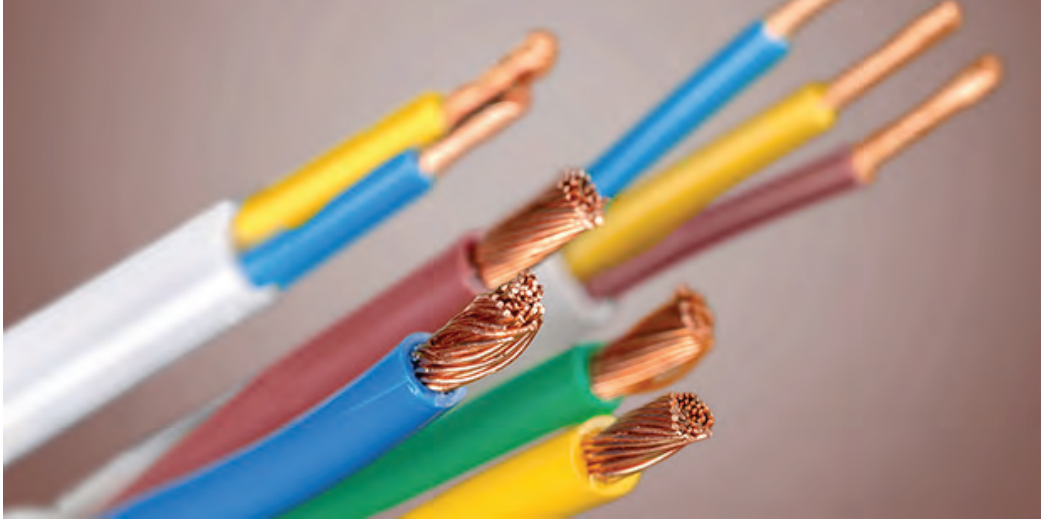
Uygulamaya İlişkin Soru

İşlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20....
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

4.2. HABERLEŞME KABLO BAĞLANTISI

Elektriksel olarak yalıtılmış bir veya daha fazla iletken telden oluşan malzemeye **kablo** denir. Kablo, üzeri yalıtkan bir maddeyle kaplı iletken tel şeklindedir. Kablolar, elektrik enerjisini ve elektriksel işaretleri iletmek için kullanılır. Tek damarlı ve çok damarlı olmak üzere ikiye ayrılır. Temel olarak iletken ve yalıtkan olmak üzere iki kısımdan oluşur. İletken kısım, elektronların geçerek elektrik akımını oluşturduğu kısımdır. İletken olarak bakır ve alüminyum kullanılır. Yalıtkan kısım, iletkeni elektriksel olarak yalıtır. Plastik yapı malzemesidir. Yalıtkan olarak genellikle PVC gibi termoplastik yalıtkan kullanılır (Görsel 4.20).



Görsel 4.20: Tek, iki ve üç damarlı PVC yalıtımlı elektrik bakır kabloları

Haberleşme kabloları, veri iletişim kabloları, kumanda kabloları, koaksiyel kablolar, sinyal kontrol kabloları, yangına dayanıklı kablolar gibi uygulamada kullanılan birçok kablo çeşidi vardır. Her birinin farklı kodlarla ayırt edilebilen alternatifleri de üretilmiştir. Bu kablolar bina içi ve dışı tesisatlarda, santral ve abone dağıtımlarında, endüstriyel uygulamalarda, bilgisayar ve ofis makinelerinde yaygın olarak kullanılır.

4.2.1. Kablolarda Kullanılan Semboller

VDE (Elektrik, Elektronik ve Bilişim Teknolojileri Derneği), Almanya'da bilgi teknolojileri, elektrik ve elektronik ile ilgili ürünler için standartlar belirleyen bir kuruluştur. Yeni teknolojilerin geliştirilmesine imkân sağlayarak güvenlik standartları geliştirir. Tablo 4.5, Tablo 4.6 ve Tablo 4.7'de VDE standartlarına göre kablo sembolleri verilmiştir.

Tablo 4.5: Haberleşme Kabloları ve İletken Sembolleri			
Kablo Kodu (Sembolü)	Açıklama	Kablo Kodu (Sembolü)	Açıklama
A	Dış ortam kabloları	Cu	Bakır
G	Maden kablosu	Al	Alüminyum
J	Tesisat kablosu ve iletkenleri	SnCu	Kalaylı bakır
L	Çok damarlı kablolar	r	Yuvarlak iletken
S	Santral ve sinyal kabloları	re	Tek tel iletken
JE	Endüstriyel elektronik tesisat kablosu ve iletkenleri	Rm	Çok telli iletken
Li	Bükülü iletken tel	V	Sıkıştırılmış iletken

Tablo 4.6: Kablo Yalıtım Malzemelerinin Sembolleri

Kablo Kodu (Sembolü)	Açıklama
P	Kâğıt yalıtım
Y	PVC (poli vinil klorür, plastik poli-mer)
2Y	Polietilen (PE)
3Y	Polistiren (PS)
5Y	PTFE (teflon)
6Y	FEP
7Y	ETFE
O2Y	Köpüklü, hücreli polietilen (PE)
O2YS	Köpük cilt polietilen (PE)

Tablo 4.7: Kablonun Yapısal Özelliklerini Gösteren Semboller

Kablo Kodu (Sembolü)	Açıklama	Kablo Kodu (Sembolü)	Açıklama
F	Dolgulu kablo	(L) 2Y	Lamineli kılıf
Yv	Güçlendirilmiş PVC kılıf	b	Zırh
2Yv	Güçlendirilmiş PE kılıf	c	Jüt kaplamalı koruma
(C)	Bakır tel örgü ekran	E	PVC bant
(L)	Plastik kaplamalı alüminyum bant ekran	STIII	Lokal kablo içinde yıldız dörtlü
(St)	Metal folyo ekran	STI	Geniş mesafe için yıldız dörtlü
D	Konsantrik bakır teller	ST	Fantom devre için yıldız dörtlü
(Z)	Çelik tel örgü	F	Demir yolu kullanımı için yıldız dörtlü
M	Kurşun kılıf	PİMF	Bireysel ekranlı çiftler
Mz	Sertleştirici madde etkili kurşun kılıf	TİMF	Bireysel ekranlı üçler
L	Alüminyum kılıf, düzgün	VİMF	Bireysel ekranlı dörtler
LD	Kıvrımlı (oluklu) alüminyum kılıf	Bd	Gruplar hâlinde büküm
W	Kıvrımlı çelik kılıf	Lg	Katlar hâlinde büküm

4.2.2. Haberleşme Kabloları

Haberleşme kabloları; sinyal, görüntü ve ses gibi veri iletimi uygulamalarında kullanılan kablolardır. Bina içi tesisatlarda, telefon santralleri ve abone dağıtım, yangın alarm, güvenlik ve dâhilî telefon uygulamalarında kullanılır. Uygulamalarda kullanılan haberleşme kabloları Görsel 4.21’de sıralanmıştır.



Görsel 4.21: Haberleşme kabloları

HBAPH ve HBAPH-K Kablosu: HBAPH kablosu elektrolitik bakır, HBAPH-K kablosu kalaylı bakır iletkenine sahiptir. On çift kadar katlar hâlinde büküme sahiptir. Ekranlamada kalaylı bakır toprak teli ve alüminyum polyester bant kullanılır. Ayırıcı bant olarak polyester bant kullanılır. Bina içi tesisatlarda, telefon santralleri ve abone dağıtımlarında, sinyal ve veri iletiminde, insan hayatının, değerli malzemelerin ve ekipmanın korunması gereken yerlerde kullanılır.

HBH ve HBH-K Kablosu: HBH kablosu elektrolitik bakır, HBH-K kablosu kalaylı bakır iletkenine sahiptir. On çift kadar katlar hâlinde büküme sahiptir. Ekranlama yapılmamıştır. Ayırıcı bant olarak polyester bant kullanılır. Bina içi tesisatlarda, telefon santralleri ve abone dağıtımlarında, sinyal ve veri iletiminde, insan hayatının, değerli malzemelerin ve ekipmanın korunması gereken yerlerde kullanılır.

J-HH LG Kablosu: Elektrolitik bakır iletken ve katlar hâlinde çift büküme sahiptir. Ekranlama yapılmamıştır. Ayırıcı bant olarak polyester bant kullanılır. İnsanların yoğun olarak bulunduğu kapalı ortamlarda, santral ve abone dağıtımlarında, sinyal ve veri iletiminde kullanılır.

J-Y(ST)Y LG Kablosu: Elektrolitik bakır iletken ve katlar hâlinde çift büküme sahiptir. Ekranlamada kalaylı bakır toprak teli ve polyester bant kullanılır. Ayırıcı bant olarak polyester bant kullanılır. Elektromanyetik karışım ve girişimlerin olduğu yerlerde, enstrüman ve kontrol mühendisliğinde, endüstriyel elektronikte, bilgisayar ve ofis makinelerinde, güvenlik, bina içi haberleşme ve ses sistemlerinde kullanılır.

J-YY LG Kablosu: Elektrolitik bakır iletken ve katlar hâlinde çift büküme sahiptir. Ekranlama yapılmamıştır. Ayırıcı bant olarak polyester bant kullanılır. Bina içi tesisatlarda, santral ve abone dağıtımlarında, sinyal ve veri iletiminde kullanılır.

KPD-PAP Kablosu: Elektrolitik bakır iletken ve katlar hâlinde çift büküme sahiptir. Ekranlamada polietilen kaplı alüminyum folyo kullanılır. Ayırıcı bant olarak polyester bant kullanılır. İç ve dış kılıf polietilen malzemedir. Bina dışı tesisatlarda, telefon santralleri ve abone dağıtımlarında, sinyal ve veri iletiminde kullanılır.

PDV ve PDV-K Kablosu: PDV kablosu elektrolitik bakır, PDV-K kablosu kalaylı bakır iletkeni sahiptir. On çift kadar yıldız dörtlü büküm, on çiftten sonra beş yıldız dörtlü büküme sahiptir. Ekranlama yapılmamıştır. Ayırıcı bant olarak polyester bant kullanılır. Bina içi tesisatlarda, telefon santralleri ve abone dağıtımlarında, sinyal ve veri iletiminde kullanılır.

VBAPV ve VBAPV-K Kablosu: VBAPV kablosu elektrolitik bakır, VBAPV-K kablosu kalaylı bakır iletkeni sahiptir. On çift kadar katlar hâlinde büküme sahiptir. Ekranlamada kalaylı bakır toprak teli ve polyester bant kullanılır. Ayırıcı bant olarak polyester bant kullanılır. Bina içi tesisatlarda, telefon santralleri ve abone dağıtımlarında, sinyal ve veri iletiminde kullanılır.

VBV ve VBV-K Kablosu: VBV kablosu elektrolitik bakır, VBV-K kablosu kalaylı bakır iletkeni sahiptir. On çift kadar katlar hâlinde büküme sahiptir. Ekranlama yapılmamıştır. Ayırıcı bant olarak polyester bant kullanılır. Bina içi tesisatlarda, telefon santralleri ve abone dağıtımlarında, sinyal ve veri iletiminde kullanılır.

Haberleşme Kablolarında Kullanılan Sembollere İlişkin Örnekler

1. Örnek: Bir kablunun üzerinde LIYCY kodları basılıdır. Kablunun yapısal özelliklerini belirleyiniz.

Çözüm: Tanımlama VDE standardına göre yapılmıştır.

LI: Bükülü tel iletken

Y: PVC yalıtım

C: Bakır tel örgü ekran

Y: PVC kılıf

LIYCY kablo, çok telli iletkeni sahip PVC yalıtımı, bakır örgü ekranı ve PVC dış kılıfı olan bir kablodur.

2. Örnek: Bir kablunun üzerinde PDV kodları basılıdır. Kablunun yapısal özelliklerini belirleyiniz.

Çözüm: Tanımlama TSE (Türk Standartları Enstitüsü) standardına göre yapılmıştır.

P: Polietilen yalıtım

D: Dörtlü düzen büküm

V: PVC kılıf

PDV kablo, polietilen yalıtımı ve PVC dış kılıfı olan bir telefon kablosudur.

3. Örnek: Bir kablunun üzerinde JE-H(St)H...Bd kodları basılıdır. Kablunun yapısal özelliklerini belirleyiniz.

Çözüm: Tanımlama VDE standardına göre yapılmıştır.

JE: Endüstriyel elektronik tesisat kablo ve iletkenleri

H: HFFR (halojenden arındırılmış, alev geciktirici) yalıtım ve dış kılıf

(St): Metal folyo ekran

Bd: Gruplar hâlinde büküm

JE-H(St)H...Bd kablo; endüstriyel elektronikte kullanılan halojenden arındırılmış, alev geciktirici yalıtımı ve dış kılıfı, metal folyo ekranı ve gruplar hâlinde bükümlü olan bir kablodur.

4.2.3. Veri İletişim Kabloları ve Kullanılan Konnektörler

İngilizce category (kategori) sözcüğünün kısaltması olan CAT kabloları olarak bilinir. Bu kablo sınıfı veri iletişiminin yapıldığı birçok alanda kullanılır. CAT3, CAT4, CAT5, CAT6 ve CAT7 şeklinde farklı kategorilerde sınıflandırılmıştır. Veri iletişim kablolarının iki türü vardır.

UTP [Unshielded Twisted Pair (Anşıldır Tuvisdi Per)] Kablo: Ekranlı (korumasız) çift bükümlü kablodur.

STP [Shielded Twisted Pair (Şıldır Tuvisdi Per)] Kablo: Ekranlı (korumalı) çift bükümlü kablodur. Kullanım alanına göre farklı kılıflarda, zırhlı ve ekranlı olarak üretilir. Bu kablolar yüksek iletim hızlarına sahip ağlarda kullanım için tasarlanmıştır. Terminal yoğunluğu fazla olan bina içi uygulamalarda, araştırma geliştirme binalarında, idari binalar ve ofislerde, analog ve sayısal veri iletiminde kullanılır. Bilgisayar bağlantıları, elektronik kontrol sistemleri, yazıcı, modem, terminal bağlantılarında CAT kabloları tercih edilir. Ethernet (eternet) bilgisayar ağlarında uygulanacak kablo uzunluğu ISO/IEC11801 ve EN 50173 standartlarına göre 90 m'yi geçmemelidir.

Veri İletişim Kablolarının Kodlanmasında Kullanılan Semboller

CAT6 XX / ABC

XX: Genel yapıyı belirtir. U, F, S ve SF harfleriyle kodlanır (Tablo 4.8).**U:** Ekransız**F:** Yaprak ekranlı**S:** Örgü ekranlı**SF:** Yaprak ekranlı ve örgülü**ABC:** İkili bükümlerin yapısını belirtir. A bölümü, U ve F harfleriyle kodlanır. BC bölümü TP ve TQ harfleriyle kodlanır.**U:** Ekransız**F:** Yaprak ekranlı**TP:** İkili büküm**TQ:** Dörtlü büküm**Tablo 4.8: CAT Kablolarda Ekranlama Tipleri**

Kablo	Açıklama
U / UTP	Ekransız
F / UTP	Tek yaprak ekranlı
FF / UTP	Çift yaprak ekranlı
SF / UTP	Yaprak ekranlı ve örgülü
U / FTP	Ortak ekransız ve bireysel ekranlı
S / FTP	Örgü ekranlı ve bireysel ekranlı
F / FTP	Yaprak ekranlı ve bireysel ekranlı

Örneğin CAT6 F / UTP kablosu, genel yapısı yaprak ekranlı, ikili bölümleri ekranlanmamış bir veri iletişim kablodur. Uygulamalarda kullanılan veri iletişim kabloları aşağıda sıralanmıştır (Görsel 4.22, 4.23).

**Görsel 4.22: Veri iletişim kabloları**

CAT7 F / UTP LSZH ve CAT7 U / UTP LSZH Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. CAT6 kablolarına göre daha üstün bir teknikle üretilmiştir. CAT7 kabloda ayrı ayrı folyo korumalı iletkenlere sahip dört çift katı bakır iletken bulunur (Görsel 4.23).



Görsel 4.23: CAT7 veri iletişim kablosu

CAT3 F / UTP ve CAT3 U / UTP Kablosu: Elektrolitik bakır iletken ve on çifte kadar katlar hâlinde büküme sahiptir. CAT3 F / UTP kablo ekranlama için polyester bant, kalaylı toprak teli ve alüminyum polyester bant kullanılır. CAT3 U / UTP kabloda ekranlama yoktur ancak ayırıcı bant olarak polyester bant kullanılır. Bina içi tesisatlarda, telefon santralleri ve abone dağıtımlarında, sinyal ve veri iletiminde kullanılır. 16 MHz'e kadar performans sağlar. Güvenilir bir şekilde 10 Mbit/s veri taşıma kapasitesine sahiptir.

CAT5E U / UTP ve CAT5E U / UTP LSZH Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. Dört çiftin ortak bükümü şeklindedir. LSZH yapısı itibarıyla düşük duman ve sıfır halojen özelliğe sahiptir. Her ikisinde de ekranlama yapılmamıştır. 100 MHz'e kadar performans sağlar. 155 Mbit/s hıza kadar çalışan bilgi iletişim sistemlerinde, bükülü çiftler üzerinden çalışan ethernet gibi bilgisayar ağları için yapısal kablolama sistemlerinde, telefon ve video gibi sinyalleri taşımada kullanılır. İnsan hayatının, değerli malzemelerin ve ekipmanın korunması gereken yerlerde CAT5E U / UTP LSZH kablosu tercih edilir.

CAT6 F / UTP ve CAT6 U / UTP Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. Dört çiftin merkez elemanı ile birlikte bükümü şeklindedir. CAT6 F / UTP kablo ekranlama için polyester bant, kalaylı toprak teli ve alüminyum polyester bant kullanılır. CAT6 U / UTP kabloda ekranlama yoktur. 250 MHz'e kadar performans sağlar. 250 Mbit/s hıza kadar çalışan bilgi iletişim sistemlerinde, bükülü çiftler üzerinden çalışan ethernet gibi bilgisayar ağları için yapısal kablolama sistemlerinde, telefon ve video gibi sinyalleri taşımada kullanılır.

CAT6 F / UTP LSZH ve CAT6 U / UTP LSZH Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. Dört çiftin merkez elemanı ile birlikte bükümü şeklindedir. LSZH yapısı itibarıyla düşük duman ve sıfır halojen özelliğe sahiptir. CAT6 F / UTP LSZH kablo ekranlama için polyester bant, kalaylı toprak teli ve alüminyum polyester bant kullanılır. CAT6 U / UTP LSZH kabloda ekranlama yoktur. 250 MHz'e kadar performans sağlar. 250 Mbit/s hıza kadar çalışan bilgi iletişim sistemlerinde, bükülü çiftler üzerinden çalışan ethernet gibi bilgisayar ağları için yapısal kablolama sistemlerinde, telefon ve video gibi sinyalleri taşımada, insan hayatının, değerli malzemelerin ve ekipmanın korunması gereken yerlerde kullanılır.

CAT7 F / UTP LSZH ve CAT7 U / UTP LSZH Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. CAT6 kablolarına göre daha üstün bir teknikle üretilmiştir. CAT7 kabloda ayrı ayrı folyo korumalı iletkenlere sahip dört çift katı bakır iletken bulunur. 850 MHz'e kadar performans sağlar. Düşük dumanlı sıfır halojen kılıflı olup dış mekân kablo kurulumları için uygun bir kablodur. 1.200 Mbit/s hıza kadar çalışan bilgi iletişim sistemlerinde, bükülü çiftler üzerinden çalışan ethernet gibi bilgisayar ağları için yapısal kablolama sistemlerinde, telefon ve video gibi sinyalleri taşımada, insan hayatının, değerli malzemelerin ve ekipmanın korunması gereken yerlerde kullanılır.

CAT Kablolarında Kullanılan Konnektörlerin Bağlantısı

CAT kabloları, RJ45 adı verilen konnektörlerle ağ cihazlarına bağlanır. Ethernet 10/100 BASE T ağlarında RJ45 konnektörler kullanılır. RJ [registered jack (recıstır cak)] kodu uygun standartlarda olduğunu belirtmek için kullanılır. RJ, standartlaştırılmış bir ağ ara birimidir. Kayıtlı soket veya kayıtlı giriş anlamına gelir. 45 rakamı arayüz standardı sayısını belirtir.

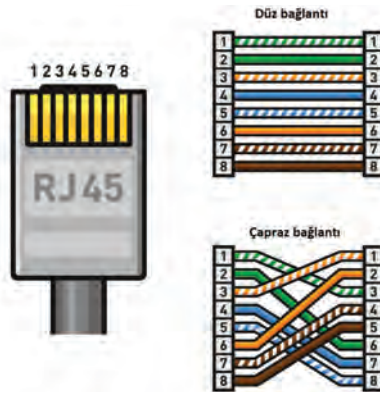
RJ45 konnektör takılmış CAT kabloları, ethernet bilgisayar ağlarında kullanılır. Ethernet bilgisayar ağlarında bilgisayarlar, RJ45 konnektörlü CAT kablolarıyla ethernet kartı üzerinden birbirine bağlanır. Ethernet kartı bir ağ ara birim kartıdır.

Bilgisayarlar arasında veri iletişimi bu kart aracılığıyla sağlanır. Her bilgisayarda bir ethernet kartı kullanılır. Ağ ara birim kartı, bilgisayarların genel ağa bağlanabilmesi için kullanılması zorunlu olan bir karttır.

RJ45 konnektörü telefon soketine benzer ancak boyutu biraz daha büyüktür. RJ45 konnektöründe sekiz adet metal pin vardır (Görsel 4.24). Başka bir deyişle RJ45 konnektör takılı CAT kablosu sekiz ayrı iletken tel kablo içerir. Kabloların dördü düz, dördününse üzeri çizgilidir. RJ45 konnektörlerin üstünde kablonun sekiz ucunun girebileceği boşluklar vardır. RJ45 konnektörün kablo uçları sıkma pensesiyle konnektör dişlerine sıkıştırılır (Görsel 4.25).

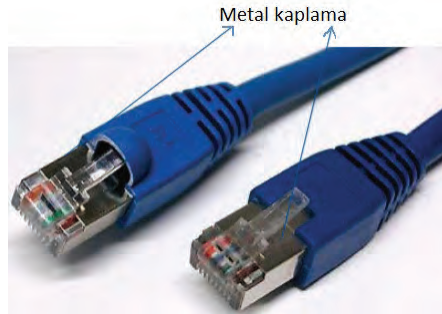


Görsel 4.24: RJ45 konnektör



Görsel 4.25: RJ45 konnektörün yapısı ve CAT kablosu renk sıralaması

CAT6 kablolar için kullanılan RJ45 konnektörün etrafında metal bir kaplama bulunur. CAT6 kablo içindeki alüminyum kaplama ve topraklama hattı RJ45 konnektörü üzerindeki metal kaplamayla temas eder. RJ45 konnektörün metal kaplaması anahtar ağı cihazı ile ethernet kartı portları üzerindeki metal kısımlara temas eder. Böylece uçtan uca bir topraklama sağlanmış olur. Topraklama, CAT6 kabloları etki edebilecek elektromanyetik salınımların dışarı kalmasını sağlar. Kablo içindeki tel çiftlerinden yayılan elektromanyetik salınımların dışarı sızmasını önler. Böylece yüksek hızda veri transferi elde edilir. CAT6 kablolarla plastik RJ45 konnektör kullanılırsa topraklamanın bu avantajından yararlanılamaz (Görsel 4.26).



Görsel 4.26: CAT6 kablolar için metal kaplamalı RJ45 konnektör

CAT7 kablolar için Tera ve GG-45 olmak üzere iki konnektör kullanılır. Tera korumalı bir konnektördür. RJ45 konnektöründen farklı bir pin yapısına sahiptir. GG-45 konnektörü, 600 MHz için yeni yüksek hızlı CAT7 ve 1.000 MHz ağlar için CAT7a kabloyu destekleyen dört ek iletkenine sahiptir. GG-45 konnektörü, standart RJ45 konnektörler için geriye doğru uyumluluk sağlar (Görsel 4.27).



Görsel 4.27: CAT7 kablolar için GG-45 ve tera konnektör

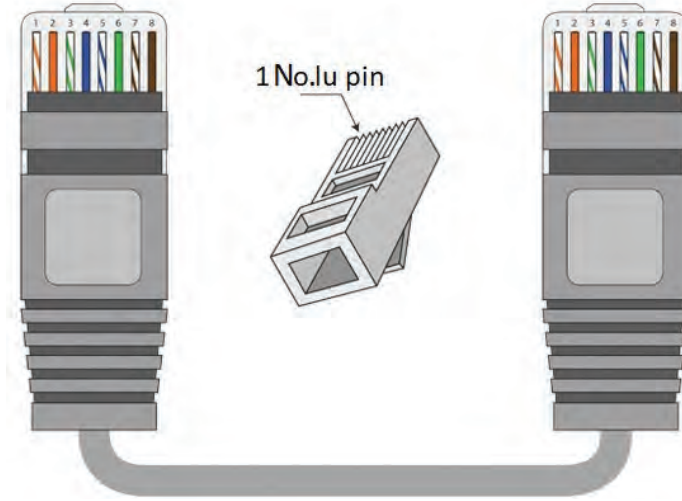
CAT kablolarının yapım ve kullanımında karşılaşılabilecek problemleri gidermek için standartlar geliştirilmiştir. Bu standartlar kullanılarak CAT kablo içindeki hangi renk telin hangi pinde olması gerektiği belirlenir. Böylece kablo bağlantı türü kolayca belirlenebilir. EIA / TIA 568A ve EIA / TIA 568B standartları yaygın olarak kullanılan standartlardır (Tablo 4.9).

Tablo 4.9: CAT Kablolar İçin Standartlar ve Renk Kodları			
Pin	İşaret	EIA / TIA 568A	EIA / TIA 568B
1	Gönderme (+)	Beyaz-yeşil	Beyaz-turuncu
2	Gönderme (-)	Yeşil-beyaz veya yeşil	Turuncu-beyaz veya turuncu
3	Alma (+)	Beyaz-turuncu	Beyaz-yeşil
4	N / A (cevap yok)	Mavi-beyaz veya mavi	Mavi-beyaz veya mavi
5	N / A (cevap yok)	Beyaz-mavi	Beyaz-mavi
6	Alma (-)	Turuncu-beyaz veya turuncu	Yeşil-beyaz veya yeşil
7	N / A (cevap yok)	Beyaz-kahverengi	Beyaz-kahverengi
8	N / A (cevap yok)	Kahverengi-beyaz veya kahverengi	Beyaz-kahverengi veya kahverengi

CAT kablolarına RJ45 konnektör takılırken iki tür bağlantı yapılır.

Düz Bağlantı: Düz kabloda bir uçtaki tel nerede başladıysa diğer uçta aynı numaralı pinde sonlanır. Örneğin ilk uçta 4 numaralı pindeki tel maviyse kablounun diğer ucunda 4 numaralı pindeki tel de mavi olmalıdır. Tablo 4.10'da düz kablo için pinlerin eşleşmesiyle sinyal iletim ve alım durumları görülmektedir. Renk sıralaması her iki RJ45 konnektör için aynıdır. Sıralama turuncu-beyaz (1), turuncu (2), yeşil-beyaz (3), mavi (4), mavi-beyaz (5), yeşil (6), kahverengi-beyaz (7) ve kahverengi (8) şeklindedir (Görsel 4.28).

Tablo 4.10: Düz Kabloda Pin Eşleşmesi			
RJ45 Pin		RJ45 Pin	
Pin No.	Pin Açıklama	Pin No.	Pin Açıklama
1	Tx-Gönderme (+)	1	Rc-Alma (+)
2	Tx-Gönderme (-)	2	Rc-Alma (-)
3	Rc-Alma (-)	3	Tx-Gönderme (+)
6	Rc-Alma (-)	6	Tx-Gönderme (+)

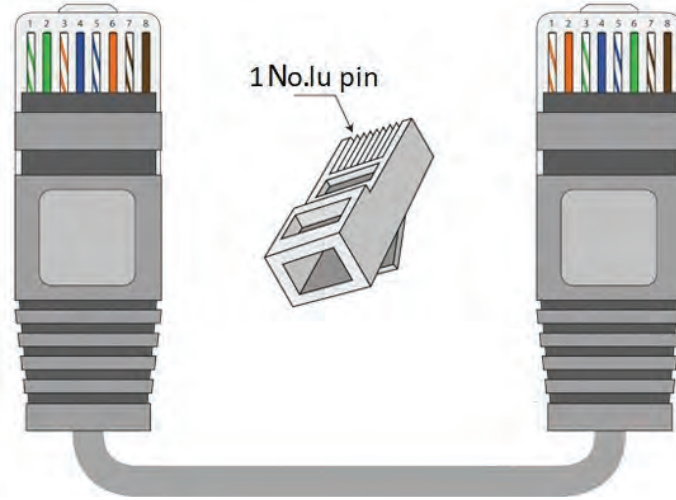


Görsel 4.28: CAT kablolarda düz bağlantı

Çapraz Bağlantı: Çapraz kablo, düz kablonun çaprazlanmış şeklidir. Kullanılan 4 uç birbirine çapraz durumdadır. İlk uçta 1 numaralı pindeki tel, diğer uçta 3 numaralı pinde sonlanır. 2 numaralı pindeki tel 6 numaralı pinde sonlanır. Tablo 4.11’de çapraz kablo için pinlerin eşleşmesiyle sinyal iletim ve alım durumları görülmektedir. Renk sıralaması her iki RJ45 konnektör için farklıdır (Görsel 4.29).

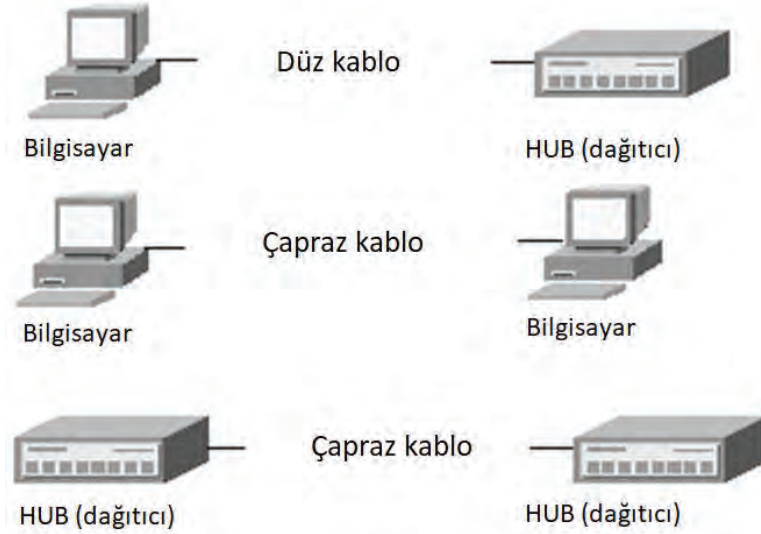
- Birinci RJ45 konnektör için renk sıralaması yeşil-beyaz (1), yeşil (2), turuncu-beyaz (3), mavi (4), mavi-beyaz (5), turuncu (6), kahverengi-beyaz (7) ve kahverengi (8) şeklindedir.
- İkinci RJ45 konnektör için renk sıralaması turuncu-beyaz (1), turuncu (2), yeşil-beyaz (3), mavi (4), mavi-beyaz (5), yeşil (6), kahverengi-beyaz (7) ve kahverengi (8) şeklindedir.

Tablo 4.11: Çapraz Kabloda Pin Eşleşmesi			
RJ45 Pin		RJ45 Pin	
Pin No.	Pin Açıklama	Pin No.	Pin Açıklama
1	Rx-Alma (+)	3	Tx-Gönderme (+)
2	Rc-Alma (-)	6	Tx-Gönderme (-)
3	Tx-Gönderme (+)	1	Rc-Alma (+)
6	Tx-Gönderme (-)	2	Rc-Alma (-)



Görsel 4.29: CAT kablolarda çapraz bağlantı

Düz kablo, farklı tür ağ cihazlarının bağlantısında kullanılır. Örneğin bilgisayar-dağıtıcı ağ cihazı arasında bağlantı düz kabloyla yapılır. Çapraz kablo, aynı tür ağ cihazlarının bağlantısında kullanılır. Örneğin bilgisayar-bilgisayar veya dağıtıcı-dağıtıcı ağ cihazları arasında bağlantı çapraz kabloyla yapılır (Görsel 4.30).



Görsel 4.30: Düz ve çapraz kabloların kullanıldığı yerler

CAT kablo uçlarına RJ45 konnektör takılırken aşağıdaki işlem adımları uygulanır.

- RJ45 sıkma pensesi temin edilir. Bu penseyle CAT kablo kesilebilir, soyulabilir ve konnektöre bağlanabilir.
- RJ45 konnektörün plastik kapağı varsa CAT kablodan geçirilip kablonun dış kılıfının üzerine gelecek şekilde sıkıştırılır (Görsel 4.31, 4.32).
- CAT kablounun her iki ucundan yaklaşık 2,5-3 cm'lik bir kesik oluşturularak PVC kablo kılıfı çıkarılır (Görsel 4.33).
- CAT6 kablo kullanılıyorsa tellerin ortasında bulunan plastik kablo düzenleyici ve naylon ip dip-ten kesilir. CAT5E kabloda böyle bir düzenleyici yoktur. Şayet varsa naylon ip kesilerek bükümlü teller açılır (Görsel 4.34).
- CAT kablounun telleri düz tornavida kullanılarak tek tek düzleştirilir.
- Düz kablo yapılıyorsa kablo telleri, düz kablo renk sıralamasına göre tek tek konnektör iskeleti içinden geçirilir. Kargaburnu yardımıyla çekilir. Çapraz kablo yapılıyorsa kablo telleri, çapraz kablo renk sıralamasına göre takılır (Görsel 4.35).
- Uygun renk sıralamasına göre takılan teller, uzunlukları yaklaşık 1,2 cm olacak şekilde kesilir. Teller, konnektör iskeleti hizasında olmalıdır. Kesme işlemi yan keski aletiyle yapılabilir (Görsel 4.36).
- Konnektör düzgün bir şekilde takılır. Teller, konnektörün içinde yer alan ve kablolar için hazırlanmış yuvalara yerleştirilir. Sekiz telin her birinin konnektörün en ucuna teması sağlanır (Görsel 4.37).
- RJ45 konnektör sıkma pensesiyle kablonun üzerine geçirilen konnektör sıkılarak işlem tamamlanır. Sıkma işlemiyle konnektör üzerindeki pinlerin sıkışması ve tellere teması sağlanır (Görsel 4.38).
- RJ45 konnektör pensesinden çıkarılır. Pinlerin tam olarak yerleştiği ve konnektörün kabloyu tam olarak sardığı gözle kontrol edilir. İşlem bittikten sonra hata tespit edilirse yeni konnektör kullanılır. Çünkü RJ45 konnektör bir kere sıkıldıktan sonra tekrar kullanılamaz.
- RJ45 konnektörün plastik kapağı konnektöre takılır (Görsel 4.39).
- Aynı işlem kablounun diğer ucu için tekrarlanır.
- RJ45 kablounun çalışıp çalışmadığı test cihazıyla kontrol edilir. Cihazdaki tüm ışıklar sırayla yanıyorrsa kablounun sağlam olduğu değerlendirilir (Görsel 4.40).



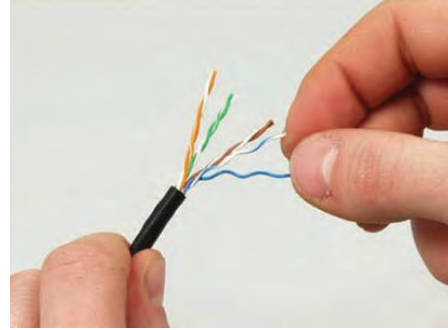
Görsele 4.31: RJ45 plastik kapak



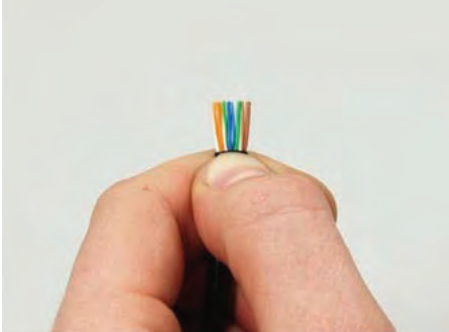
Görsele 4.32: CAT kabloya RJ45 kapağının takılması



Görsele 4.33: CAT kablonun PVC kılıfının kesilmesi



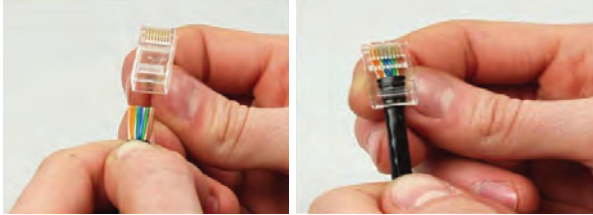
Görsele 4.34: CAT kablo tellerinin ayrılması



Görsele 4.35: CAT kablodaki tellerin sıralanması



Görsele 4.36: CAT kablodaki tellerin kesilmesi



Görsele 4.37: CAT kablodaki tellerin RJ45 konnektöre takılması



Görsele 4.38: RJ45 konnektörün penseyle sıkılması



Görsel 4.39: Plastik kapağın RJ45 konnektöre takılması



Görsel 4.40: CAT kabloyu test etme

Bakır Yama Kablosu

Yama kablosu, her iki ucu RJ45 konnektörle sonlandırılmış belli uzunluklarda üretilen bir CAT kablosudur. Uygulamada patch cord (peç kort) olarak bilinir. **Ethernet kablosu** olarak da adlandırılır. Uçtaki konnektörler sayesinde anahtar veya başka bir ağ cihazına kolayca bağlanabilir. Patch cord, sunucu veya sistem odalarında çok iyi bir seçimdir. Veri iletişimi uygulamalarında yaygın olarak kullanılır (Görsel 4.41).



Görsel 4.41: Bakır patch cord (ethernet kablosu)

4.2.4. Koaksiyel Kablolar ve Koaksiyel Kablolarda Kullanılan Konnektörler

Koaksiyel kablo, radyo frekanslarında kullanılan bir kablo türüdür. Kablonun kesit alanı iç içe dört maddeden meydana gelir. En içte canlı hat yani sinyali taşıyan hat vardır. Bu uç dielektrik sabiti yüksek bir yalıtkanla çevrelenmiştir. Yalıtkanın çevresinde iletkenlerden oluşan örgü vardır. Bu örgü topraklanmıştır. En dışta koruyucu kılıf yer alır.

Koaksiyel kablolar, bina içi CATV (kablolu televizyon), CCTV (kapalı devre televizyon) ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde kısa, orta ve uzun mesafeli bağlantı kablosu olarak kullanılır. 50 Ω ve 75 Ω empedansa sahip kabloların haberleşme ve telsiz sistemlerinde veri iletiminde kullanılan tipleri de vardır. Koaksiyel kablonun yangına dayanıklı olan (HFFR) türünde yangın anında görüntü iletimi mümkündür.

Koaksiyel Kabloların Kodlanmasında Kullanılan Semboller

RG XX / U-X

RG: Radyo rehberi [radio guide (reydio gayt)]**XX:** Rakamlardan oluşan tek veya iki haneli bir sayıdır. Kablonun çapını belirtir. Örneğin RG 11 kablolu RG 6 kablodan daha kalındır.**U:** Tek tel yuvarlak iletken**X:** Tek haneli sayıdır. Kablonun iç özelliklerini belirtir. Örneğin RG 6/U-4, çapı 0,06 mm olan koaksiyel kablodur.**Görsel 4.42: Koaksiyel kablolar**

Uygulamalarda kullanılan koaksiyel kablolar aşağıda açıklanmıştır (Görsel 4.42).

CCTV AL HFFR Kablo: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. Koaksiyel ekranda alüminyum örgü yapısı kullanılmıştır. HFFR yapısı itibarıyla halojenden arındırılmış ve alev geciktirici özelliğe sahiptir. Kullanım amaçlarına göre farklı kesitlerde üretilir. Empedansı 75 Ω 'dur. Kapalı devre televizyon ve kamera sistemlerinde kısa mesafeli video, ses ve sinyal iletiminde kullanılır. Alışveriş merkezleri, oteller vb. insanların yoğun olduğu ortamlarda, yangın esnasında ortaya çıkan duman ve korozyif gazların insan sağlığını tehdit etmemesi gereken yerlerde tercih edilir.

CCTV AL Kablo: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. Koaksiyel ekranda alüminyum örgü yapısı kullanılmıştır. Kullanım amaçlarına göre farklı kesitlerde üretilir. Empedansı 75 Ω 'dur. Kapalı devre televizyon ve kamera sistemlerinde kısa mesafeli video, ses ve sinyal iletiminde kullanılır.

MINI U-6 CU / CU Kablo: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. İki ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda elektrolitik bakır örgü kullanılmıştır. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde dağıtım kablolu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablolu olarak kullanılır.

MINI U-6 CU / CU HFFR Kablo: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. İki ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda elektrolitik bakır örgü kullanılmıştır. HFFR yapısı itibarıyla halojenden arındırılmış ve alev geciktirici özelliğe sahiptir. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde dağıtım kablolu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablolu olarak kullanılır. Alışveriş merkezleri, oteller vb. insanların yoğun olduğu ortamlarda, yangın esnasında ortaya çıkan duman ve korozyif gazların insan sağlığını tehdit etmemesi gereken yerlerde tercih edilir.

RG 11 / U-4 CU / AL Kablo: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. İki ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda alüminyum örgü kullanılmıştır. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde dağıtım kablolu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablolu olarak kullanılır. Polietilen kılıflı olanlar hariç ve yer altı şebekelerinde kullanılır.

RG 11 / U-4 CU / AL HFFR Kablo: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. İki ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda alüminyum örgü kullanılmıştır. HFFR yapısı itibarıyla halojenden arındırılmış ve alev geciktirici özelliğe sahiptir. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde

dağıtım kablosu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablosu olarak kullanılır. Alışveriş merkezleri, oteller vb. insanların yoğun olduğu ortamlarda, yangın esnasında ortaya çıkan duman ve korozif gazların insan sağlığını tehdit etmemesi gereken yerlerde tercih edilir.

RG 11 / U-6 CU / CU HFFR Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. İki ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda elektrolitik bakır örgü kullanılmıştır. HFFR yapısı itibarıyla halojenden arındırılmış ve alev geciktirici özelliğe sahiptir. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde dağıtım kablosu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablosu olarak kullanılır. Alışveriş merkezleri, oteller vb. insanların yoğun olduğu ortamlarda, yangın esnasında ortaya çıkan duman ve korozif gazların insan sağlığını tehdit etmemesi gereken yerlerde tercih edilir.

RG 11 / U-6 CU / CU TRISHIELD Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. Üç ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda elektrolitik bakır örgü, üçüncü ekranda bakır kullanılmıştır. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde dağıtım kablosu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablosu olarak kullanılır.

RG 11 / U-6 CU / CU TRISHIELD HFFR Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. Üç ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda elektrolitik bakır örgü, üçüncü ekranda bakır kullanılmıştır. HFFR yapısı itibarıyla halojenden arındırılmış ve alev geciktirici özelliğe sahiptir. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde dağıtım kablosu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablosu olarak kullanılır. Polietilen kılıflı olanlar hariç ve yer altı şebekelerinde kullanılır. Alışveriş merkezleri, oteller vb. insanların yoğun olduğu ortamlarda, yangın esnasında ortaya çıkan duman ve korozif gazların insan sağlığını tehdit etmemesi gereken yerlerde tercih edilir.

RG 59 / U-4 CU / AL Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. İki ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda alüminyum örgü kullanılmıştır. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde dağıtım kablosu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablosu olarak kullanılır.

RG 59 / U-4 CU / AL HFFR Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. İki ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda alüminyum örgü kullanılmıştır. HFFR yapısı itibarıyla halojenden arındırılmış ve alev geciktirici özelliğe sahiptir. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde dağıtım kablosu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablosu olarak kullanılır. Polietilen kılıflı olanlar hariç ve yer altı şebekelerinde kullanılır. Alışveriş merkezleri, oteller vb. insanların yoğun olduğu ortamlarda, yangın esnasında ortaya çıkan duman ve korozif gazların insan sağlığını tehdit etmemesi gereken yerlerde tercih edilir.

RG 59 / U-6 CU / CU Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. İki ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda elektrolitik bakır örgü kullanılmıştır. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde dağıtım kablosu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablosu olarak kullanılır.

RG 6 / U-4 CU / CUSN TRISHIELD HFFR Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. Üç ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda kalaylı bakır örgü, üçüncü ekranda alüminyum kullanılmıştır. HFFR yapısı itibarıyla halojenden arındırılmış ve alev geciktirici özelliğe sahiptir. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde dağıtım kablosu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablosu olarak kullanılır. Polietilen kılıflı olanlar hariç ve yer altı şebekelerinde kullanılır. Alışveriş merkezleri, oteller vb. insanların yoğun olduğu ortamlarda, yangın esnasında ortaya çıkan duman ve korozif gazların insan sağlığını tehdit etmemesi gereken yerlerde tercih edilir.

RG 6 / U-6 CU / CU Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. İki ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda elektrolitik bakır örgü kullanılmıştır. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde dağıtım kablosu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablosu olarak kullanılır. Polietilen kılıflı olanlar hariç ve yer altı şebekelerinde kullanılır.

RG 6 / U-6 CU / CU HFFR Kablosu: Elektrolitik bakır iletkenine sahiptir. İki ekranlama yapılmıştır. Birinci ekranda bakır, ikinci ekranda elektrolitik bakır örgü kullanılmıştır. HFFR yapısı itibarıyla halojenden arındırılmış ve alev geciktirici özelliğe sahiptir. Empedansı 75 Ω 'dur. Bina içi CATV, CCTV sistemlerinde dağıtım kablosu ve düşük zayıflama istenen uydu sistemlerinde bağlantı kablosu olarak kullanılır. Alışveriş merkezleri, oteller vb. insanların yoğun olduğu ortamlarda, yangın esnasında ortaya çıkan duman ve korozif gazların insan sağlığını tehdit etmemesi gereken yerlerde tercih edilir.

Koaksiyel Kablolarda Kullanılan Konnektörlerin Bağlantısı

Normal kablolar gibi koaksiyel kabloların eklenmesi, uzatılması ve konnektörlerle donatılması gerekir. Bu işlemler kablo koptuğunda, bunlara bağlı cihazlar başka bir yere taşındığında veya yeni cihazlar bağlandığında yapılır. Bu kablolarda BNC (biensi) konnektörler kullanılır. Konnektör, bağlayıcı anlamındadır. BNC konnektör, koaksiyel kablolarla kullanılan RF konnektörüdür. BNC konnektörün en önemli özellikleri sağlam ve kilitli (takıldığı yerden çıkmaması) olmasıdır. Konnektör kalitesi doğrudan sinyal kalitesini belirler. CCTV sistemlerinde BNC konnektörler kullanılır. BNC konnektörlerin dört farklı tipi vardır (Görsel 4.43).

BNC Kablo Konnektörü: Kablonun ucunda yer alır.

BNC T Konnektör: Kabloyu ağ adaptörüne bağlamak, kamera veya yayın görüntüsünü çoğaltmak vb. amaçlar için kullanılır. Örneğin bir kameradan DVR (sayısal video kayıt cihazı) ve televizyona veya iki DVR cihazına görüntü aktarmak için T konnektör kullanılır. Çoklu kamera izlenecek alanlarda ihtiyaç duyulur.

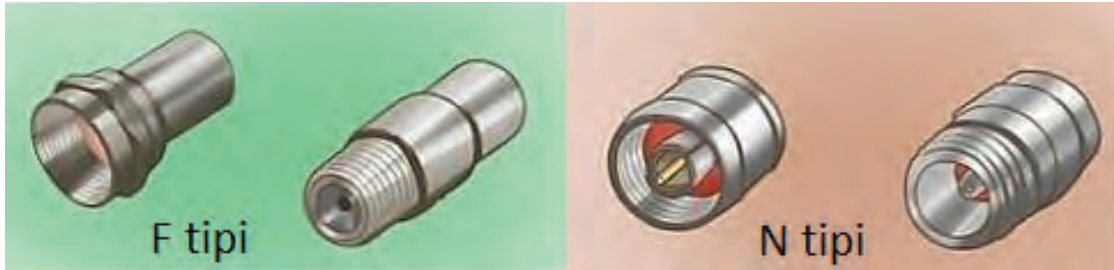
BNC Barrel Konnektör: İki koaksiyel kablunun birbirine bağlanmasını sağlar. Kablo eklemelerinde görüntü kaybını önlemek için kullanılan ara BNC konnektörüdür.

BNC Sonlandırıcı Konnektör: Kablonun sonuna takılır. İçinde 50 Ω değerinde direnç bulunur. Kablonun sonuna BNC sonlandırıcı konnektör takılmazsa ağ çalışmaz.



Görsel 4.43: BNC konnektörler

Kullanılan sisteme uygun konnektörler seçilmelidir. F ve N tipi olmak üzere iki tip konnektör mevcuttur. Video uygulamalarında genellikle F tipi konnektörler kullanılır. N serisi konnektörler kalın koaksiyel kablolarda kullanılır (Görsel 4.44).



Görsel 4.44: F ve N tipi BNC konnektörler

Vidalı konnektörlerin kullanımı oldukça kolaydır ancak daha az güvenlidir. Kıvrık konnektörler halka ve yüksük olmak üzere iki parçadan oluşur. Kurulumu daha zordur ancak daha iyi bir bağlantı sağlar. Bağlantı yapmak için bir erkek ve aynı tipte bir dişi konnektöre ihtiyaç vardır. Erkek konnektörlerin merkezinde küçük bir parça kablo bulunur. Dişi konnektörlerin küçük bir gövdesi vardır. Bağlantı yaparken doğru tip konnektörler kullanılmalıdır. Koaksiyel kablolar genellikle erkek konnektörlerle sonlandırılır. Koaksiyel kabloya BNC konnektör takılırken aşağıdaki işlem adımları uygulanır.

- Kullanılan koaksiyel kablo tipi kontrol edilir. Koaksiyel kablo sıkma pensesi temin edilir (Görsel 4.45).
- Koaksiyel kablonun kurulacağı ve kablonun kesileceği yer belirlenir. Kablo sıkma pensesiyle koaksiyel kablo belirlenen yerden kesilir (Görsel 4.45).
- Koaksiyel kablonun içinde ortada etrafı saran folyo ile küçük bakır tel bulunur. Folyo etrafındaki beyaz renk olan dış kılıf çıkarılır. Koaksiyel kablo sıkma pensesi kablo sıyırma aleti olarak

kullanılabilir. Bu işlem için önce kablo sıkma pensesi kablo etrafına sıkıca kelepçelenir. Daha sonra alet kablo etrafında döndürülür. Birkaç kez döndürmeden sonra kablodan kesilen parça çekilerek çıkarılır. Dış kılıf çıkarıldığında iç bakır telin etrafını saran iç folyo görülür (Görsel 4.46, 4.47).

- Folyo koruması kaldırılır. Koaksiyel kablo sıkma pensesi, folyo korumanın ortasındaki bakır telle hizalanır. Alet yavaşça iç bakır telin etrafına kelepçelenir. Bakır telin folyo korumayla birlikte kesilmemesine dikkat edilir. Dış kılıfın çıkarılmasında olduğu gibi alet döndürülerek folyo koruması çıkarılır. Folyo koruma örgü telleri, merkez bakır telle temas etmemelidir. Bakır telde oluşabilecek herhangi bir hasar sinyal kalitesini ciddi şekilde etkileyebilir (Görsel 4.48, 4.49).
- BNC konnektör takılır. Bu işlem için konnektör kabloun ucuna doğru itilerek iç bakır telin konnektörden geçmesi sağlanır. Konnektörün içine bakarken iç folyo koruma, konnektörün tabanıyla aynı hizada olmalıdır (Görsel 4.50).



Görsel 4.45: Koaksiyel kabloyu kesme



Görsel 4.46: Koaksiyel kabloun dış kılıfını çıkarma



Görsel 4.47: Dış kılıfı çıkarılmış koaksiyel kablo



Görsel 4.48: Koaksiyel kabloun folyo korumasını kaldırma



Görsel 4.49: Folyo koruması çıkarılmış koaksiyel kablo



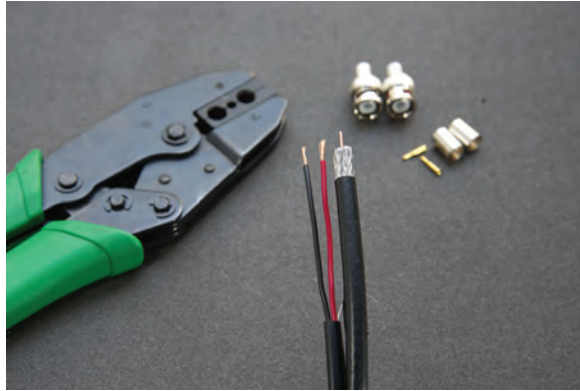
Görsel 4.50: BNC konnektörün takılması

- Konnektör bağlantısından sonra koaksiyel kablo, sıkma pensesiyle sıkıştırılır (Görsel 4.51).



Görsel 4.51: BNC konnektörü sıkma

Güvenlik kamera sistemlerinde genellikle 2+1 veya 4+1 CCTV kablo kullanılır. Bu kabloların avantajı, elektrik kablosunu kendi içinde bulundurmasıdır. 2+1 CCTV kablo, üzerinden hem görüntü alınabilecek hem kameraya güç verilebilecek kablo türüdür. 4+1 CCTV kablo, üzerinden hem görüntü ve ses alınabilecek hem kameraya güç verilebilecek kablo türüdür. Uzun mesafelerde RG 6 koaksiyel kablo kullanılır. Kısa mesafelerde tek bir CCTV kablo çekilerek herhangi bir kameradan görüntü alınabilir. Analog kamera sistemlerinde her kamera için kablo çekilmesi gereklidir. IP (genel ağ) kamera sistemlerinde buna gerek yoktur. CCTV kabloya BNC konnektör takılırken aşağıdaki işlem adımları uygulanır (Görsel 4.52, 4.53).



Görsel 4.52: CCTV kablo ve RG 6 BNC konnektör sıkma pensesi



Görsel 4.53: CCTV kamera ve BNC bağlantılı DVR cihazı

- BNC konnektör takılmadan önce CCTV kablo temizlenir.
- Güç kabloları, CCTV kablonun plastik muhafazasından çıkarılır. Bunun için kamera tarafında 10 cm geriden, bilgisayar tarafında 25 cm geriden çıkarmak kullanım kolaylığı sağlar.

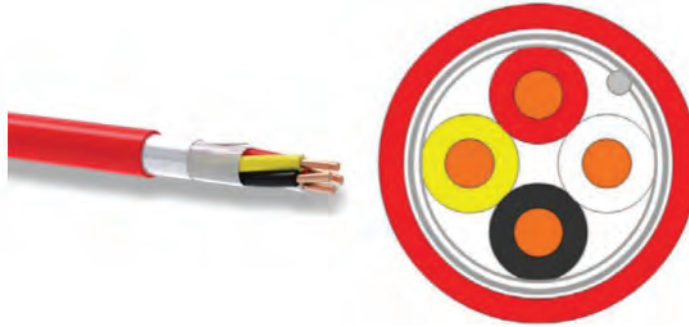
- Adaptörün artı ve eksi uçları bir voltmetreyle ölçülerek teyit edilmelidir. Kırmızı ve siyah olan kablolar her zaman güç bağlantısı için kullanılır. CCTV kabloda bulunan kırmızı kablo artı (+) güç kablosu olup 12 V adaptörün artı ucuna bağlanır. Siyah kablo şase kablosu olup 12 V adaptörün eksi (-) ucuna bağlanır. Bu kabloların yanında 4+1 CCTV kabloda olduğu gibi sarı-mavi veya yeşil-beyaz gibi kablolar olabilir. Bu kablolar ses için kullanılır.
- Güç kablosu bağlantısı ve ekleri izole bantla yalıtılmalıdır.
- CCTV kabloya BNC konnektör takılırken canlı görüntü ucuyla şase uçları kesinlikle birbirine temas etmemelidir.
- BNC soket açılarak başlık parçası kablodan tam olarak geçirilir. Daha sonra sıkıştırma parçası kablodan geçirilerek kablodaki şase olan yayın kablosu (örgü kablo) bu parçaya sıkıştırılır. Koaksiyel kablodaki canlı uç olan merkez bakır tel, canlı ucun takıldığı parçaya bağlanır. Son olarak BNC soket takılarak başlıkla sabitlenir (Görsel 4.54).



Görsel 4.54: CCTV kablo için BNC konnektör

4.2.5. Sinyal Kontrol Kabloları

Herhangi bir elektrikli güç ekipmanını yani gücü kontrol eden kablolardır. Ekipmanın durumu, konumunu veya çalışma koşullarını kontrol eder. İletken olarak elektrolitik bakır veya elektrolitik tavlı bakır kullanılır. Ekranlama için kalaylı toprak teli ve alüminyum polyester bant kullanılır. Ayırıcı bant olarak polyester bant kullanılır. Kalaylı bakır örgü ekranlı olan türleri, iç ortamlarda sinyal iletim kablosu olarak kullanılır. Empedansları 78 Ω 'dur. Enstrüman ve kontrol mühendisliğinde, endüstriyel elektronikte, bilgisayar ve ofis makinelerinde, bina içi haberleşme ve bina içi ses sistemlerinde, güvenlik sistemlerinde kullanılır (Görsel 4.55).



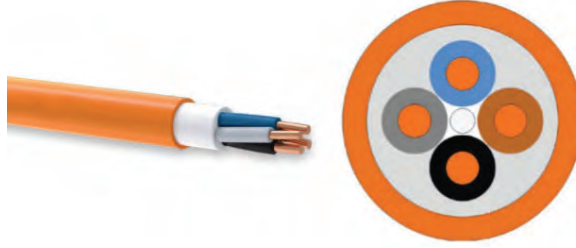
Görsel 4.55: Sinyal kontrol kablosu

4.2.6. Yangına Dayanıklı Kablolar

Yanlış tercih edilen kablolar yangınların artmasına neden olur. Yangına dayanıklı kablolar yangına karşı dirence sahiptir. Halojenden arındırılmış, düşük duman yoğunluklu, alev geciktirici özelliğe sahip olup zehirli ve aşındırıcı gaz çıkarmaz. Aynı zamanda alev ortamında fonksiyonunu belli bir süre daha devam ettirir. İletken olarak elektrolitik bakır, elektrolitik tavlı bakır veya elektrolitik mono bakır kullanılır. Ekranlama yapılan türlerinde kalaylı bakır toprak teli, alüminyum polyester bant

kullanılır. Ayırıcı bant olarak polyester bant ve cam elyaf bant kullanılır.

Güç ve kontrol kablosu olarak yangın sırasında çalışması gereken cihaz ve makinelerde (acil durum asansörleri, yangın suyu sistemleri), yangın alarm sistemine bağlı çalışan havalandırma sistemlerinde, yangın kaçış yollarının aydınlatılmasında, acil durum güç kaynaklarında, insan hayatının, değerli malzemelerin ve ekipmanın korunması gereken yerlerde kullanılır (Görsel 4.56).



Görsel 4.56: Yangına dayanıklı kablo

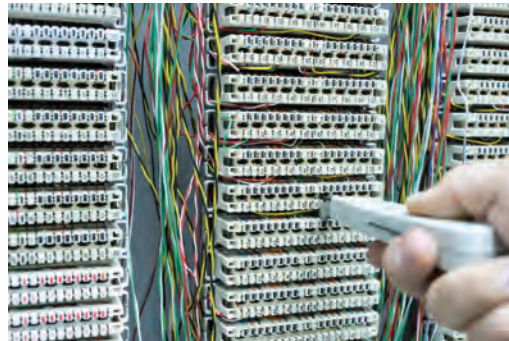
Yangına dayanıklı kablolar için kullanılan kısaltmalar Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12: Yangına Dayanıklı Kablolarda Kullanılan Kısaltmalar	
Kısaltma	Açıklama
FR	Yangına dayanıklı
HF	Halojenden arındırılmış
LSFH	Halojenden arındırılmış, alev geciktirici
LSZH	Düşük duman, sıfır halojen
LSHF	Düşük duman, halojenden arındırılmış
LSOH-FR	Düşük duman, sıfır halojen, alev geciktirici
LSFRZH	Düşük duman, yangın geciktirici, sıfır halojen
FRNC	Alev geciktirici, korozif etki yaratmayan
HFFR	Halojenden arındırılmış, alev geciktirici
FRZH	Yangın geciktirici, sıfır halojen
LSFRZH	Düşük duman, yangın geciktirici, sıfır halojen

4.2.7. Reglet Bağlantı Sistemleri

Reglet, telefon santrallerinden gelen bakır kabloların saha dolaplarında ve abone yerel kutularında her biri yatay sırada olmak üzere 10 çift kablonun girebildiği montaj ve dağıtım birimidir. Başka bir deyişle abone hatlarının bağlandığı ve duvara monte edilen bir kutudur.

Sabit telefon abonelerinin telefon hatları, santralden doğrudan abone telefonuna götürülmez. Santralden gelen hatlar ile abonelerden gelen hatlar yan yana iki ayrı reglet modülüne bağlanır. İki ayrı reglet modülündeki ilgili uçlar sarı-siyah atlama telleriyle birbirine bağlanır. Bu şekilde bağlantı yapmak tesisat ile santral tarafının bağımsız hâle gelmesini sağlar. Herhangi bir değişiklik durumunda karışıklığı önler. Modüler ve kullanışlı bir telefon tesisatı için reglet modülü kullanılmalıdır. Reglet modülleri telefon kutularının içindeki sac ayaklara bağlanır (Görsel 4.57).



Görsel 4.57: Telefon hatları reglet bağlantıları

Regletin kepek, krone ve pouyet gibi çeşitleri vardır. Krone ve pouyet diğer reglet çeşitlerine göre daha kalitelidir. Eski tip vidalı regletler kullanışlı değildir. Regletler 10 yatay sıra olmak üzere abone sayısına kadar artırılabilir. Örneğin 100 abone için on sıralı krone reglet kullanılır (Görsel 4.58, 4.59, 4.60).



Görsel 4.58: Krone reglet modülü



Görsel 4.59: Profil tipi krone reglet modülü



Görsel 4.60: Reglet modülü üzerinde renklerle kodlanmış etiket

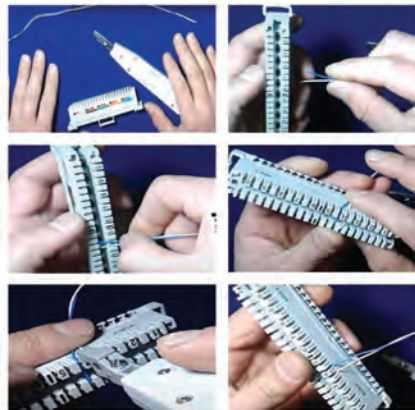
Telefon kablolarında her bir çiftte per [pair (per)] denir. Tel çiftleri, krone bıçağı adı verilen özel bir aletle krone yuvalarına takılır veya krone yuvalarından sökülür (Görsel 4.61).



Görsel 4.61: Krone bıçağı

Krone bıçağıyla krone reglet modülü bağlantısı yapılırken aşağıdaki işlem adımları uygulanır (Görsel 4.62) .

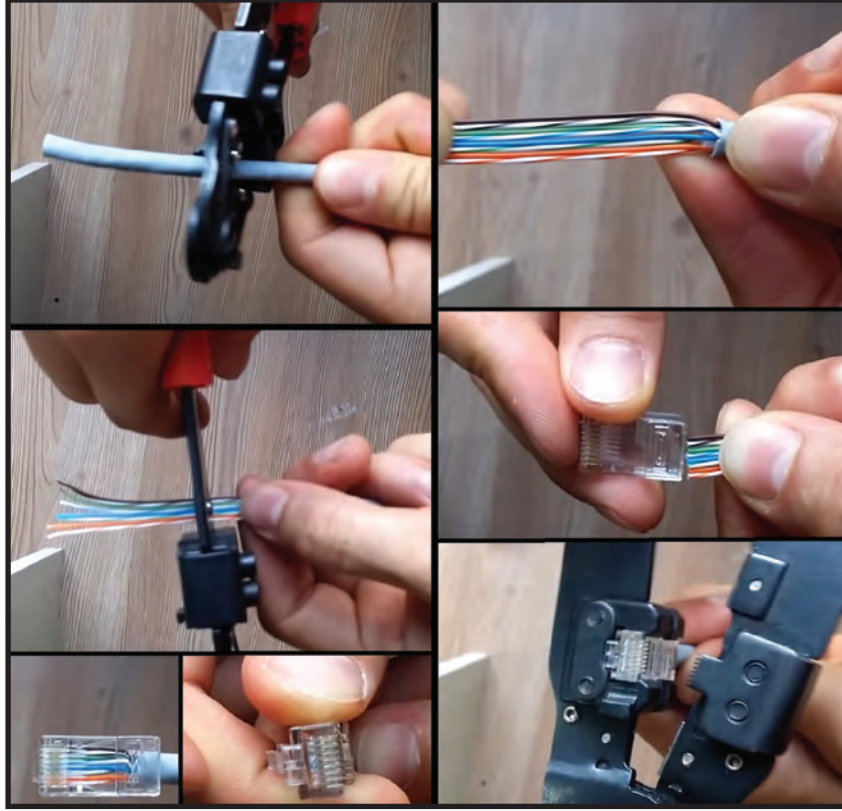
- Telefon kablosu çift hâlde reglet modülü kanallarından uygun yere yerleştirilir.
- Tel çiftleri reglet bıçağıyla tek tek reglet modülüne çakılır.
- Reglet modülüne takılan kablo uzunsa krone bıçağının kesici ucuyla kesilir.
- Krone bıçağının düz ucuyla teller sağlamlaştırılır.
- Reglet bağlantısı test edilir. Yanlış bağlantı yapılmışsa krone bıçağının kanca ucuyla teller sökülür. Daha sonra doğru bağlantı yapılır.



Görsel 4.62: Krone bıçağıyla krone reglet modülü bağlantısı

Amaç: CAT kabloya RJ45 konnektör bağlantısı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 4.63: RJ45'e konnektör bağlama adımları

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelligi	Miktarı
RJ45 konnektör		2 adet
Kablo	CAT5	1 m
Kablo soyma pensesi veya maket bıçağı		1 adet
RJ45 sıkma pensesi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Görsel 4.63'teki gibi CAT5 kabloyu kablo soyma pensesi veya maket bıçağıyla yaklaşık 6-7 cm kadar soyup hazırlayınız. Kabloyu soyarken iletkenlerin kesilmemesine dikkat ediniz.
3. Kablo içindeki telleri Görsel 4.63'teki renk sırasına göre sıralayınız.
4. Tellerin uçlarını RJ45 konnektörüne tam oturacak şekilde düzgünce kesiniz.
5. Kabloyu RJ45 konnektörüne takınız. Kablo içindeki tellerin RJ45 konnektörüne tam oturduğundan emin olunuz.
6. RJ45 konnektörünü penseye oturtunuz. Bu esnada kablonun konnektörden çıkmamasına özen gösteriniz.

7. Pense ile RJ45 konnektörü sıkınız.
8. Aynı işlemleri kablonun diğer ucu için de uygulayınız.
9. Yaptığınız kabloyu RJ45 test cihazıyla test ediniz. Test başarısızsa ve malzemeniz varsa kabloyu tekrar yaparak test ediniz.
10. Çalışma ortamını temizleyiniz.

Uygulamaya İlişkin Soru

RJ45 konnektörün görevi nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: Ağ kablo test cihazıyla CAT kabloyu test etmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 4.64: Ağ kablo test cihazıyla CAT kablo testi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Ağ test cihazı		1 adet
CAT5	RJ45 konnektörlü	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tüm araç gereci ve devre elemanlarını hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm cihazları ve devre elemanlarını elle ve gözle kontrol ediniz.
3. Her iki tarafına RJ45 konnektör takılı olan CAT kabloyu Görsel 4.64'teki gibi RJ45 soketlerine takınız.
4. Ağ test cihazını OFF konumundan ON konumuna alarak her iki taraftaki LED'leri takip ediniz. LED'ler sıralıysa ve LED'lerin hepsi yanıyorsa kablo ve konnektörlerde herhangi bir kopukluk veya yanlış bağlantı yok demektir. Aksi bir durum varsa sorun olan LED numarasını not ediniz.
5. CAT kabloda sorun varsa sorunlu olan konnektörü keserek tekrar yeni bir konnektör bağlantısı yapınız. Test işlemini tekrar uygulayınız.
6. Çalışma alanını ve atölyeyi temizleyiniz.

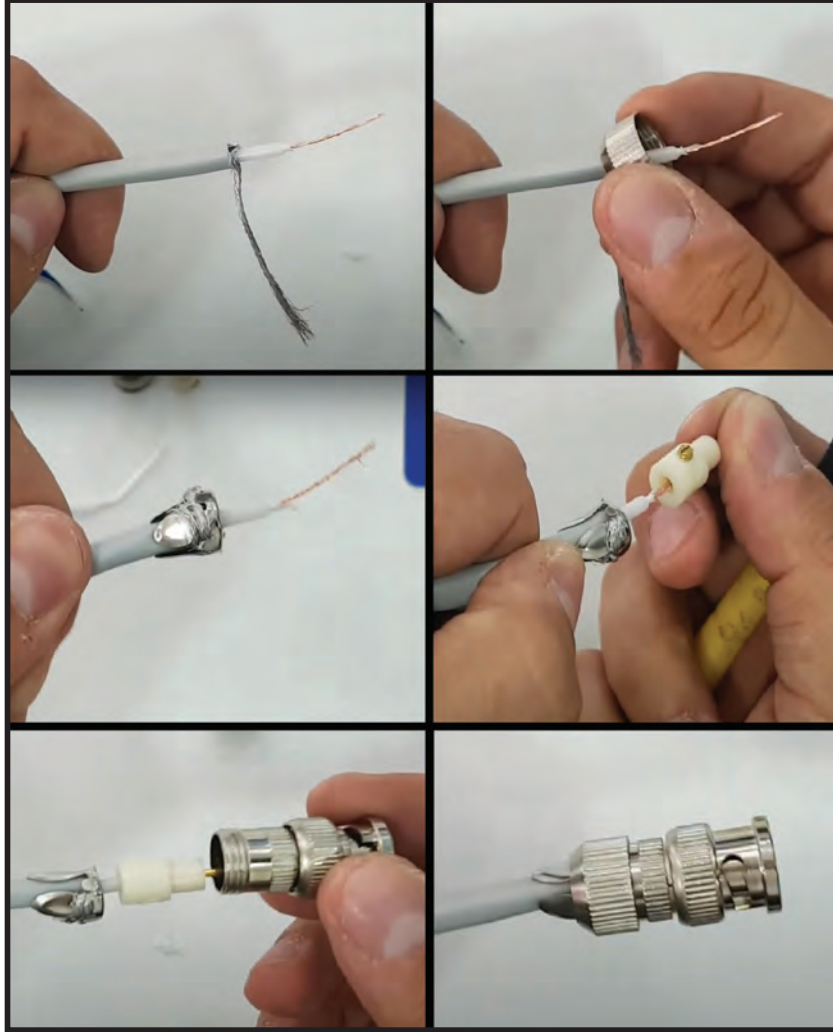
Uygulamaya İlişkin Soru

İşlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	/..../20....
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: Koaksiyel kabloya BNC konnektör bağlantısı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 4.65: Koaksiyel kabloya BNC konnektör bağlantısı

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
BNC konnektör		1 adet
Kablo	Koaksiyel	1 m
Yan keski		1 adet
Kablo soyma pensesi		1 adet
Maket bıçağı		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.

2. Görsel 4.65'teki gibi yan keski, kablo soyma pensesi veya maket bıçağı yardımıyla kablo ucunu yaklaşık 2,5 cm kadar soyup hazırlayınız. Kabloyu soyarken iletkenlerin kesilmemesine dikkat ediniz. Eğer iletkenlerde kesikler oluşursa sinyal iletimi zayıflayabilir ya da hiç olmayabilir.
3. F konnektörü kabloya takınız. Dış mekânda kalacak F konnektörler mutlaka izole bant ile yalıtılmalıdır. Eğer izole bantla yalıtılmazsa kablo içine nem girer ve zamanla sinyalde bozulmalar meydana gelir.
4. Hazırladığınız kabloyu test etmek için test cihazına takınız. Test cihazı yoksa avometrenizi kısa devre konumuna alarak kablonun iki ucunun arasını kontrol ediniz. Temassızlık veya kısa devre durumu varsa F konnektör bağlantılarınızı kontrol ediniz.
5. Yaptığınız kabloyu atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
6. Çalışma ortamını temizleyiniz.

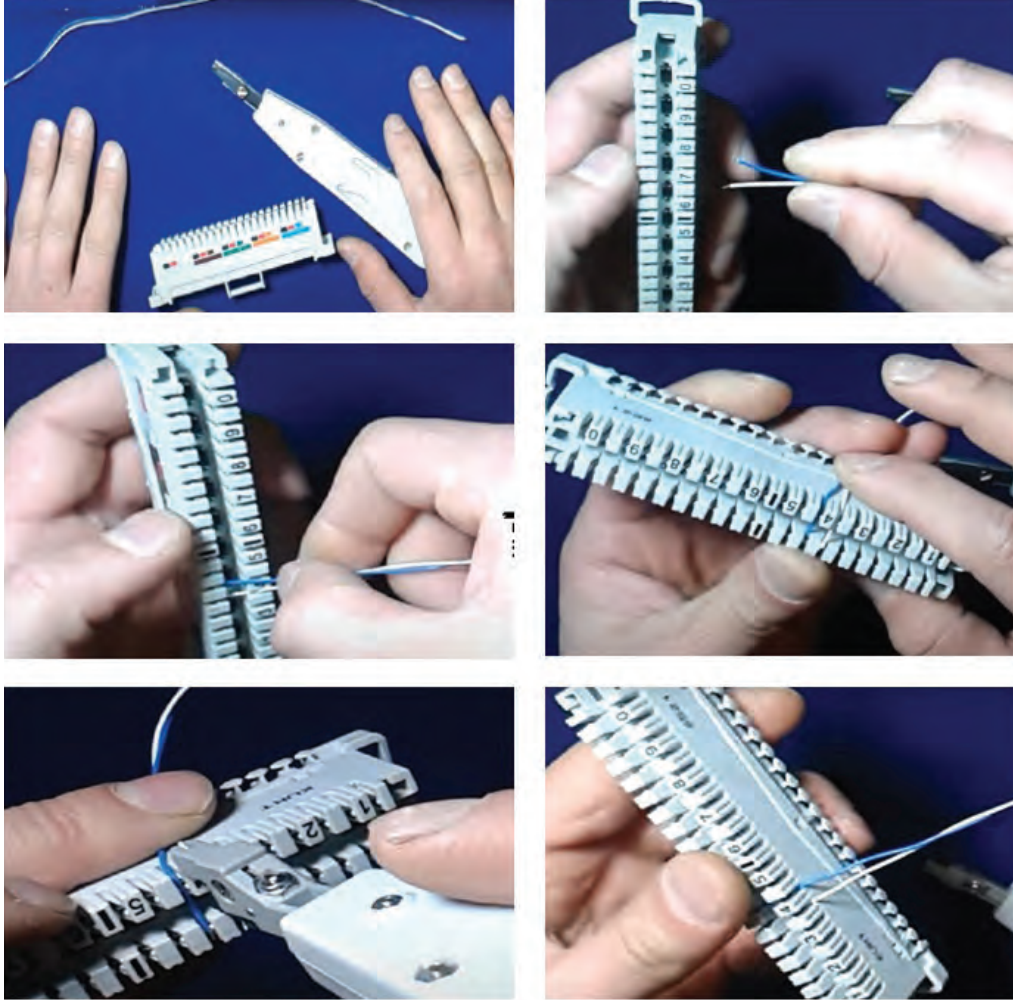
Uygulamaya İlişkin Soru

İşlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: Krone bıçağıyla krone reglet modülü bağlantısı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 4.66: Krone bıçağıyla krone reglet modülü bağlantısı

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Reglet		1 adet
Kablo	CAT3	1 m
Reglet bıçağı		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Telefon kablosunu çift hâlde reglet kanallarından uygun yere yerleştiriniz.
3. Reglet bıçağı ile kablo çiftini tek tek reglete çakınız (Görsel 4.66).
4. Reglete bağladığınız kablo uzunsa reglet bıçağının kesici ucuyla kabloyu kesiniz.
5. Regletin düz ucuyla kabloyu sağlamlaştırınız.

6. Reglet bağlantısını test ediniz. Yanlış bağlantı yapılmışsa regletin kanca ucuyla kabloyu söktükten sonra doğru bağlantıyı yapınız.
7. Yaptığınız işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
8. Çalışma ortamını temizleyiniz.

Uygulamaya İlişkin Soru

Reglet nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

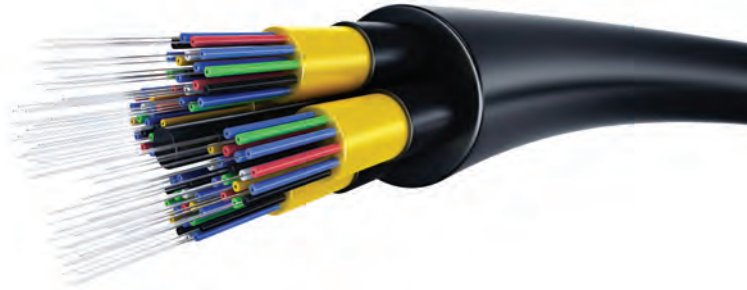
4.3. FİBER OPTİK HABERLEŞME SİSTEMLERİ

Fiber optik, telefon ağlarında hızla gelişen veri iletim aracıdır. Optik fiber; düşük ağırlık, yüksek bant genişliği, elektrik iletkenliğinin olmaması, elektromanyetik ortamlardan etkilenmemesi ve düşük iletim kayıplarına sahip olması gibi çok iyi karakteristik özelliklere sahiptir. Fiber optik teknolojisi, çok etkili bir yol olarak yeni telekomünikasyon (uzaktan haberleşme) uygulamalarında, akıllı binalarda yer verilen kablolar ve bilgisayar sistemlerinin yerel ağ bağlantılarında yaygın olarak kullanılır.

4.3.1. Fiber Optik Sistem

İnce ve hassas şekilde üretilen saf cam liften ışık enerjisinin iletilmesiyle çalışan veri aktarım sistemine **fiber optik** ya da **optik fiber sistem** denir. İngilizce fiber (faybır), "lif" anlamındadır. Fiber optik sistemde kullanılan optik lif, insanın saç telinden biraz daha kalın olup plastik veya cam liften yapılır. Lifler, optik kablolar denen demetler hâlinde düzenlenir (Görsel 4.67). Fiber optik kablonun bir ucuna ışık tutulduğunda kablonun diğer ucundan ışığın çıktığı görülür.

Fiber optik sistemlerin tercih edilmesinin nedeni, çevresel şartların ağır olduğu (rutubetli ve elektriksel alan parazitlerinin yoğun olması) durumlardan etkilenmemesi ve her zaman stabil (kararlı) bir bağlantı sunmasıdır. Fiber optik kablolar, diğer kablolar gibi elektromanyetik etkilere maruz kalmaz. Veriyi ışık hızı yani saniyede 300.000 km hıza yakın bir hızla iletir. Çok uzak mesafelere bile hızlı veri aktarabilir.



Görsel 4.67: Optik fiber (lif)

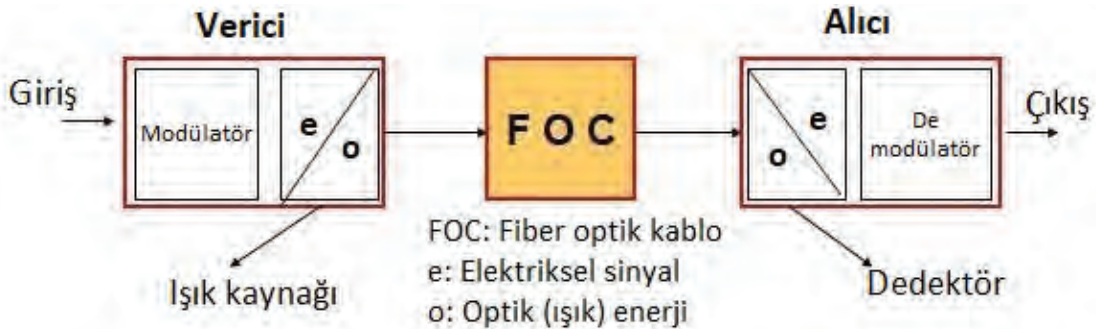
Fiber optik iletişimde elektromanyetik dalgalar kullanılır. Kullanılan dalga boyu 850 nm ile 1.650 nm arasındadır. Elektromanyetik dalgalar toplam iç yansıma ilkesiyle yayılır. Sinyaller ışık formunda iletilir. Optik iletişim sisteminin temel ilkesi, fiber kablo üzerinden uzaktaki bir alıcıya sinyal göndermektir. Elektrik sinyali; vericide optik sinyale, alıcıda orijinal elektrik sinyaline geri dönüştürülür.

Görsel 4.68 ve 4.69'da fiber optik haberleşme sisteminin basitleştirilmiş çizimleri verilmiştir. Sistemde üç temel öge bulunur.

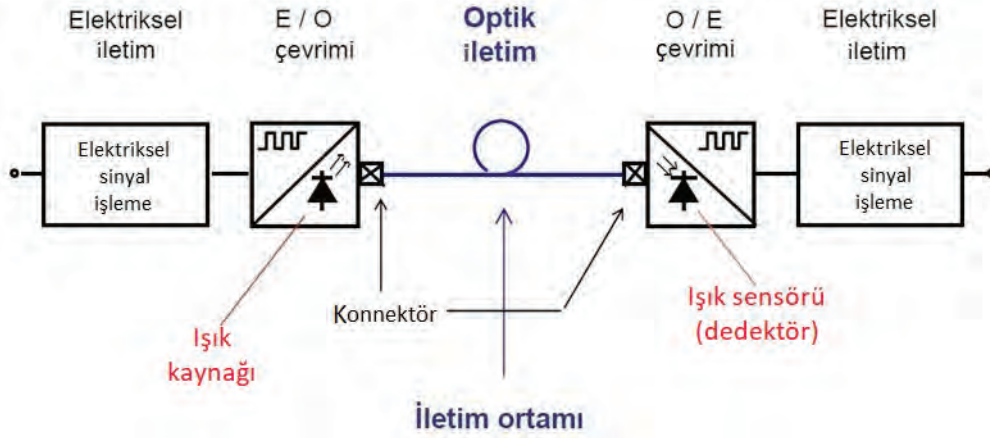
Verici: Elektriksel sinyali işleme görevini yapan modülatörle LED veya lazer diyot gibi bir ışık kaynağından oluşur. Verici, ışık sinyalleri üretir ve şifreler.

Fiber Optik Kablo: Cam veya plastikten yapılmış fiber optik kablo, optik iletim ortamını oluşturur. Görevi ışık sinyallerini iletmektir. Fiber optik kablonun verici ve alıcıyla olan bağlantısı fiber konnektörlerle yapılır.

Alıcı: Foto diyot gibi bir ışık sensörüyle elektriksel sinyali dedekte eden demodülatörden oluşur. Alıcı, optik iletim ortamından ışık sinyallerini alır ve deşifre eder.



Görsel 4.68: Fiber optik haberleşme genel blok şeması



Görsel 4.69: Fiber optik haberleşme sistemi temel blok şeması

Genel kullanımda fiber optik ışık kaynakları üçe ayrılır: yüksek yoğunluklu deşarj lambaları olarak bilinen HID [high intensity discharge (hay intensiti disçarç)] ampullü, halojen ampullü ve LED sistemli ışık kaynakları. Günümüzde özellikle fiber optik aydınlatmada gelişen teknolojiyle birlikte LED sistemler kullanılır. LED ışık kaynakları, istenen özelliklere cevap verebilecek nitelikte çok çeşitli tasarımlarda üretilmektedir.

Fiber optik haberleşme sistemlerinde vericilerde kullanılan ışık kaynağının iki çeşidi bulunur: dar bant genişliği ve kısa mesafelerde LED diyot, geniş bant genişliği ve uzun mesafelerde enjeksiyon lazer diyot ILD [injection laser diode (incekşın leyzir diot)]. ILD, elektrik akımıyla uyarıldığında yüksek güçlü ışık yayan bir yarı iletken elemandır. Tek modlu fiber bağlantılar için vericilerde ışık kaynağı olarak kullanılır. Fiber optik sistemlerde gerekliliğine göre ışık kaynağı olarak LED veya ILD tercih edilir.

Foto diyot, foto transistör, foto darlington transistör olmak üzere fiber optik haberleşme sistemlerindeki alıcılarda kullanılan üç çeşit dedektör (ışık sensörü) vardır.

4.3.2. Fiber Optik Kablolar

Fiber optik kablolar, ışık sinyalini iletmek için camdan veya plastikten imal edilmiş kablolardır. Fiber optik kablolar, veri göndermek için elektrik sinyallerinin yerine ışık sinyallerini kullanır. Elektrik kablosuna benzer ancak ışığı taşımak için kullanılan bir veya daha fazla optik lif içerir. Optik fiber elemanları tipik olarak tek tek plastik tabakalarla kaplanır. Kablonun yerleştirileceği ortam için uygun koruyucu bir tüp içinde bulunur. Bina içi ve bina dışı kullanım için uygun olduğu gibi yer altında ve direkler arası havai kullanım için uygun olan tipleri de vardır.

Fiber optik kablolar ses, video ve veri iletimi içeren birçok uygulamada kullanılır. Örneğin ticari işletmeler, askerî, sağlık, havacılık ve diğer birçok endüstri alanında kullanılır.

Fiber Optik Kabloların Kullanım Alanları

- Kapalı devre televizyon sistemleri
- Veri iletimi
- LAN (yerel alan ağı), WAN (geniş alan ağı) ve çoklu ortam uygulamaları
- Santraller arası bağlantılar
- Aktif ağ cihazlarının yüksek hızlarda birbirine bağlanması
- Uzak mesafelerdeki cihazların birbirine bağlanması
- Reklam panoları
- Tıp alanında kullanılan aygıtlar
- Aydınlatma sistemleri
- Nükleer enerji santralleri ve radyoaktif ışınların iletişimi bozduğu yerler
- Elektriksel gürültünün çok olduğu düşük hızlı uygulamalar
- Noktadan noktaya güvenlik gerektiren uygulamalar
- Kara, deniz ve hava araçları

- Trafik kontrolüyle ilgili sistemler
- Demir yollarında sinyalizasyonu ve elektrifikasyonu sağlama
- Havacılık sektöründe radarlar, yüksek hız gerektiren aygıtlar arası donanım ve uçak iç donanımı
- Bina içi iletim sistemleri

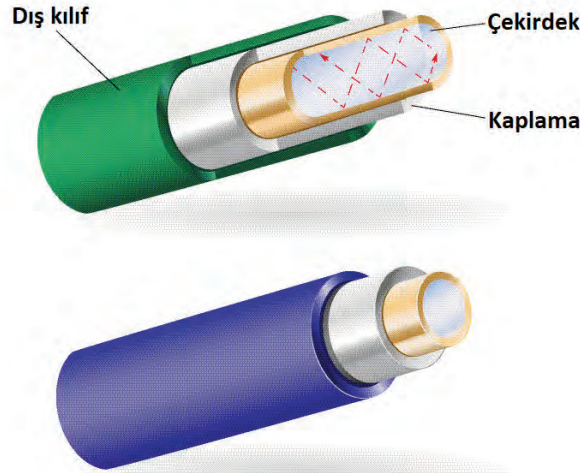
Fiber Optik Kablonun Yapısı

Fiber optik kablo, iç yansıma için seçilen bir çekirdek, kaplama katmanı ve dış koruyucu kılıftan oluşur (Görsel 4.70).

Çekirdek: Fiberin merkezindeki camdır. Bu bölgeden ışık enerjisi geçer.

Kaplama: Çekirdeğin çevresine dağılmış camlardır. Çekirdekten kaçan ışıkları yakalar. Işığın çekirdekten dışarı yansımalarını önleyen cam kılıftır.

Dış Kılıf: Fiziksel etkilerden koruyan en dıştaki plastik koruyucu kılıftır. Yumuşak bir alt tabakayla beraber çift tabakadan oluşur. Yumuşak tabaka cam fibere yastık görevi görür. Dış tabaka, sertlik ve elle tutma özelliği kazandırır.



Görsel 4.70: Fiber optik kablonun yapısı

Çekirdek kısmı, üzerine istenen renklerde uygulanan akrilik kaplamayla kaplanarak gevşek ve sıkı tüpler içine yerleştirilmiştir. Akrilik kaplama fiber özünü hasara karşı korur. Aynı tüp içinde birden fazla fiber olduğunda fiberlerin kolay seçilebilmesini sağlar. Tüpler, ihtiyaca göre tek tüplü veya çok tüplü olabilir. Fiber tüpleri jelsiz sıkı tüp veya jelle doldurulmuş gevşek tüp şeklinde olabilir. Çok tüplü kablolarda, kablo çekirdeğini oluşturmak için merkez elemanı etrafına S ve Z yönlerinde bükülerek tüpler sarılır. Tüpler tampon olarak da adlandırılır.

Kablo özü, mukavemet elemanı olarak cam elyaf ve ısıya dayanıklı sentetik bir elyaf olan kevlarla güçlendirilmiştir. Kevlar veya cam elyafı istenen gerginlik sağlanır. Ayrıca koruyucu bir dış kılıfı da vardır. Tek kılıflı veya çok kılıflı olabilir. Metal içeren zırhlı veya metal içermeyen zırhlı tipleri de vardır. En son katman olan dış kılıf malzemesiyle kablo hâline dönüştürülür (Görsel 4.71).



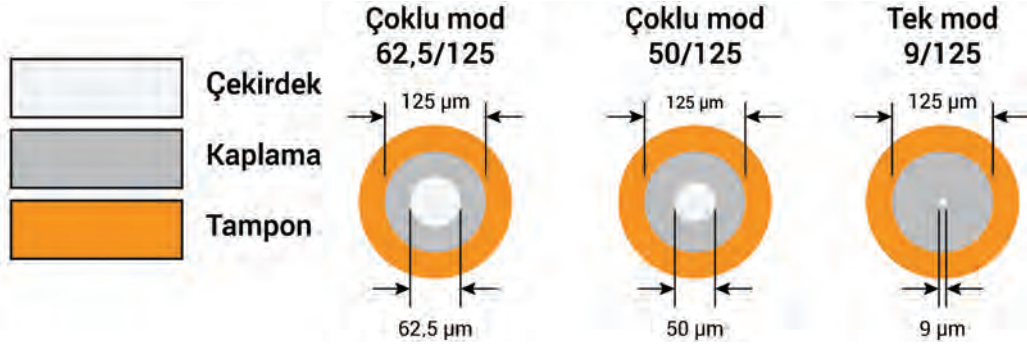
Görsel 4.71: Örgülü zırhlı kalkan yapısına sahip fiber optik kablo

Zorlu ortamlarda kullanım için daha sağlam bir kablo yapısı gerekir. Bu durumda fiber, kendisini zorlamadan gerilmesine olanak sağlayan yarı sıkı tüplere yerleştirilir. Bu işlem fiber kabloyu sıcaklık değişimlerinden korur.

Dış mekân kablolamada fiberin suyla kirlenmesi önlenmelidir. Bu nedenle bakır tüpler ve su itici jel veya elyafı çevreleyen su emici toz gibi katı bariyerler kullanılır.

Fiber Optik Kablonun Çekirdek Boyutları

Çok modlu fiber kabloda çekirdek ve kaplama çapları genellikle 62,5/125 mikron veya 50/125 mikron, tek modlu fiberdeyse 9/125 mikrondur (Görsel 4.72).



Görsel 4.72: Fiber optik kablonun çekirdek boyutları

Fiber Optik Kablonun Çekirdek Tipleri

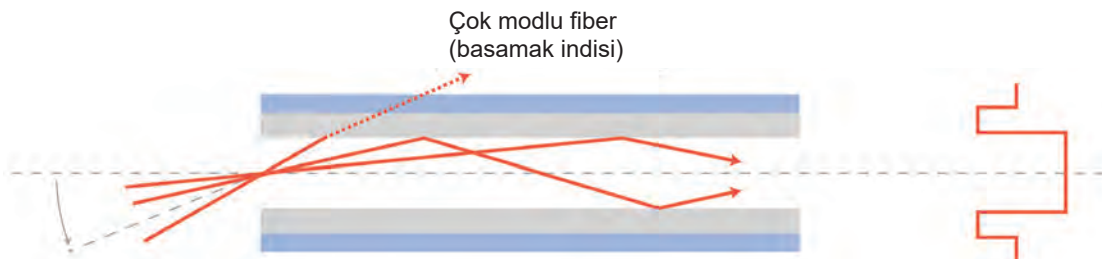
Fiber optik kablo, çekirdek tiplerine göre çok modlu ve tek modlu olmak üzere iki çeşittir.

Çok Modlu Fiber Optik Kablo

125 mikron dış çapa ve 50 mikron çekirdek çapına sahiptir. Giden ışık çoklu yol üzerinden hareket eder. Veri alma ve gönderme, tek modlu fiber optik kabloya göre daha yavaş ve kısa mesafelidir. 50 veya 62,5 mikronluk çekirdek çapı olarak iki şekilde üretilir. En uygun değer olarak 850 ile 1.300 nm (nanometre) arasında dalga boyu değerine sahip kızılötesi lazer ışığını iletir. Üretim maliyeti daha uygun olduğundan yaygın olarak kullanılır. Kayıp miktarı tek modlu kablolarla göre daha fazladır.

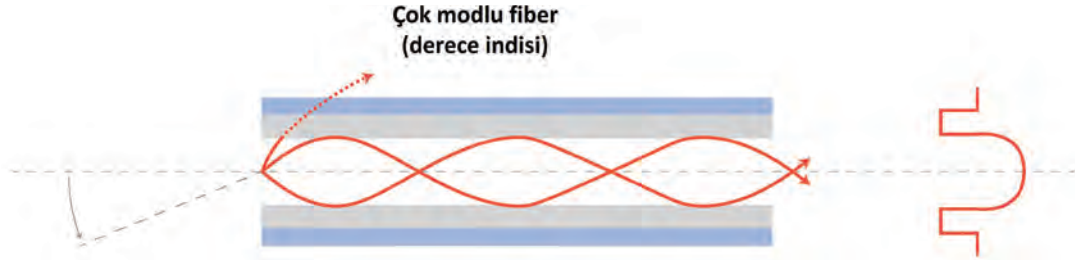
Veri iletimi için LAN [local area network (lokal ağı)] yerel alan ağı şebekelerinde çok modlu fiber optik kablo tercih edilir. Çok modlu fiber optik kablolar geniş çekirdek çapı nedeniyle yüksek duyarlı bağlayıcılara ihtiyaç duymaz. Bu nedenle tek modlu kabloya göre daha ekonomik konnektörler ve aktif elemanlar kullanılır. Çok modlu kablolar ışık transferi ve algılamada LED diyotlar kullanılır. Çok modlu fiber optik kablolar indis yapısına göre, basamak indisli çok modlu fiber ve derece indisli çok modlu fiber olmak üzere iki gruba ayrılır.

Basamak Indisi Çok Modlu Fiber: Basamak indisli çok modlu fiber düzeni, tek modlu fiber düzenine benzer. Farkı, merkezî çekirdeğin çok daha geniş olmasıdır. Basamak indisli çok modlu fiberde bant genişliği kilometrede 10 ile 50 MHz'dir. Daha geniş bir ışık-fiber açıklığına sahip olduğundan kabloya daha çok ışık girer. Çekirdek ve koruyucu kılıf arasındaki sınıra kritik açıdan daha büyük bir açıyla çarpan ışık ışınları, çekirdekte zikzak şeklinde yayılım yapar. Sürekli olarak sınırdan yansır. Çekirdek ve koruyucu kılıf sınırına kritik açıdan daha küçük bir açıyla çarpan ışık ışınları koruyucu kılıfa girer ve yok olur. Bir ışık ışınının fiberde yayılım yaparken izleyebileceği çok sayıda yol vardır. Bu nedenle tüm ışık ışınları aynı yolu izlemez. Dolayısıyla fiberin bir ucundan diğer ucuna olan mesafe aynı zaman içinde alınamaz (Görsel 4.73).



Görsel 4.73: Basamak indisli çok modlu fiber

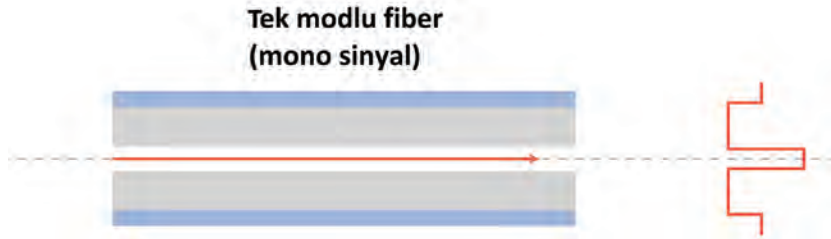
Derece İndisi Çok Modlu Fiber: Derece indisi çok modlu fiberin yapısındaki çekirdeğin indisi yarıçapa bağlı olarak değişir. Hassas mikroskopla dışarıdan bakıldığında içten dışa doğru eş merkezli halkalar hâlinindedir. Bu halkaların her birinin kırılma indisi farklıdır. İçten dışa doğru gidildikçe kırılma indisi düşer. Tam merkezde en büyük indeks, en dışıysa en küçük indeks bulunur. Bu katmanların sayısı üretici firmaya göre değişir. Genellikle 50 ile 400 arasındadır. Merkezde doğrudan giden ışık az yol alır. Daha dış katmanlardaysa giden ışıkların aldıkları yol daha fazladır. Tüm ışıklar belli düğüm noktalarında birleşir. Alıcı uçta darbeler arasında gecikme olur ancak gecikme basamak indisi çok modlu fiber kabloya göre daha azdır. Bu fiber türünde bant genişliği kilometrede 200 ile 300 MHz arasında değişir (Görsel 4.74).



Görsel 4.74: Derece indisi çok modlu fiber

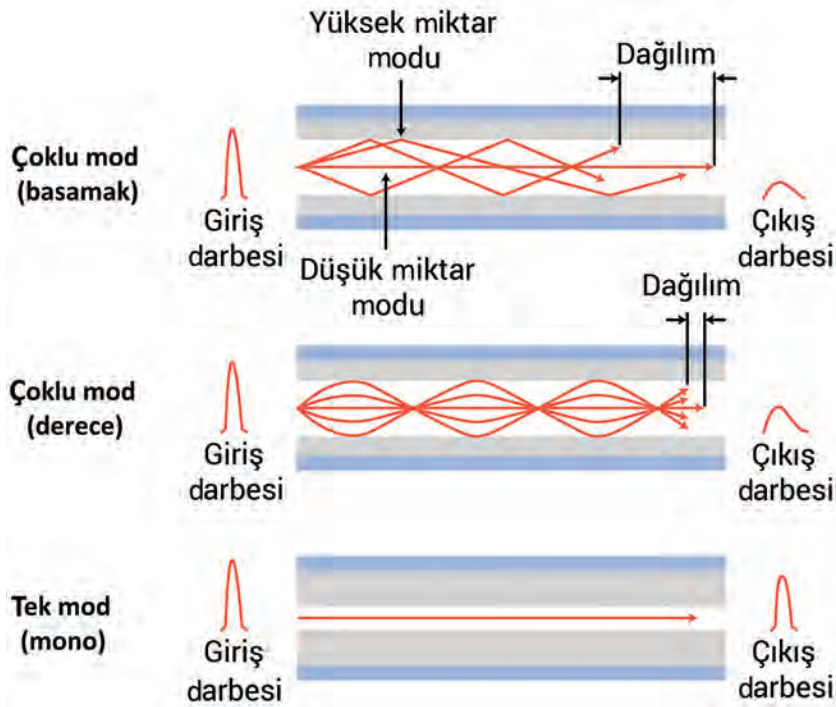
Tek Modlu Fiber Optik Kablo

Tek çeşit yayılmaya izin vermek için 9 mikron çekirdek çapına sahip ince merkezli kablodur. Giden ışığın tümü tek bir yol üzerinde hareket eder. Yüksek kapasitedeki bilgiyi çok modlu fiberden daha iyi iletir. Çünkü sinyalin yayılması ve kaplamaya çarparak ilerlemesi yoktur. 1.300 ile 1.550 nm arasında dalga boyu değerine sahip kızılötesi lazer ışığını iletir. Kablo çekirdeğinin 9 mikron gibi çok küçük bir çapa sahip olması sayesinde ışığın kabloda yayılım yaparken izleyebileceği tek bir yol vardır. Fiberde çok özel bir dalga boyunda ilerleyen sadece bir ışık doğrultusu vardır. Tüm ışık ışınları kabloda yaklaşık aynı yolu izler. Kablonun bir ucundan diğer ucuna olan mesafe aynı sürede alınır. Bu durum tek modlu fiber kablonun en önemli avantajlarından biridir. Tek bir ışık seçeneği olduğundan yayılım söz konusu değildir. Bu nedenle daha az yayılma kaybı ve daha çok bilgi taşıma kapasitesine sahiptir. Tek modlu fiber optik kablo, uzun mesafeli veri iletimi için en iyi seçimdir (Görsel 4.75).



Görsel 4.75: Tek modlu fiber

Görsel 4.76'da fiber optik kablo çekirdek tiplerine göre sinyal kademe indisleri, giriş darbesi, ışığın dağılımı ve çıkış darbesi karşılaştırmalı olarak özetlenmiştir.

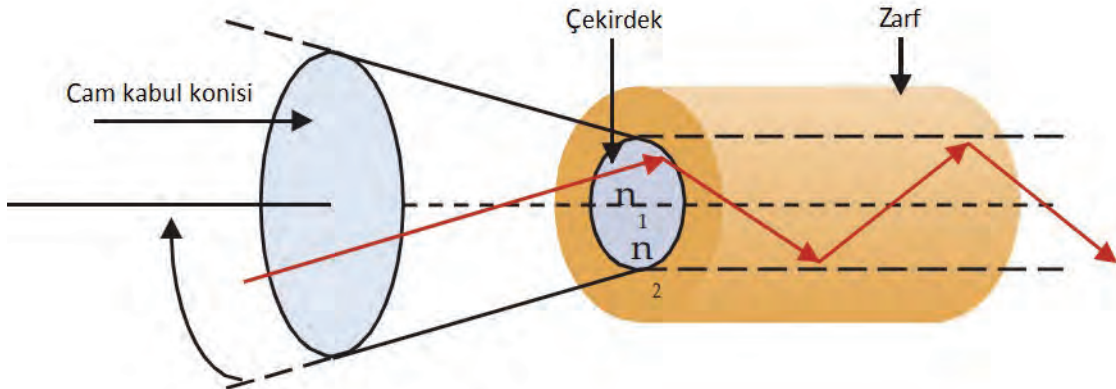


Görsel 4.76: Fiber optik kablo çekirdek tiplerinin sinyal kademe indisleri

Fiber Optik Kabloda Işık İletim İlkeleri

Fiber kablodan gönderilecek ışık, fiberin nüvesine enjekte edilir. Lif içinden kılıfa geçmemesi için ışık, belirli bir açıda nüveye girmelidir. Bu şekilde nüve kılıf sınırından tam yansır. Bu açıya **kritik açı** denir.

Bir ışık demeti, fibere küçük bir açıyla girer. Fiber kablonun çekirdeği aracılığıyla ışığı alma kabiliyeti sayısal açıklığı ile belirlenir. Bu açı maksimum kabul açısıdır yani ışığın yansımaları kırılması arasındaki sınırdır. n_1 çekirdek kırılma indisi, n_2 zarf (kılıf) kırılma indisi. Işık demetinin optik fiberdeki yayılımı, Snell bağıntısına göre gerçekleşir. Fiberin tam kabul konisine verildiğinde ışığın bir kısmı fiber üzerinden ilerler. n_2 / n_1 şartı sağlandığı sürece fiberde toplam iç yansıma gerçekleşir. Aksi hâlde fiber içinde ilerleyen ışık tam yansımayı gerçekleştiremez (Görsel 4.77).



Görsel 4.77: Işığın fibere girişi

$$\sin\theta_{kr} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\sin\theta_i = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)} = NA$$

Formüllerde kullanılan

NA: Nümerik açıklık

n1: Çekirdek kırılma indisi (Birimi yok.)

n2: Zarf (kılıf) kırılma indisi (Birimi yok.)

θi: Kabul açısı (derece-°)

θkr: Kritik açı (derece-°)

Işık demeti, fibere farklı açılardan girer. Aynı yolu izlemez. Fiber damarının merkezine düşük bir açıdan giren ışık demetleri, fiberin merkezinde kısmen daha dolaysız bir yol seçer. Fiber çekirdeğine yüksek bir açıyla ya da fiber çekirdeğinin dış kenarına daha yakın bir noktadan giren ışık demetleri fiber üzerinde daha dolaylı ve uzun bir yol seçer. Ayrıca fiberi çok daha yavaş geçer. Belirli bir giriş açısı ve giriş noktası nedeniyle oluşan her yol bir mod oluşturur. Fiber üzerinde ilerledikçe bu modlardan her biri biraz zayıflar.

Fiber Optik Kablonun Lif Sayısı

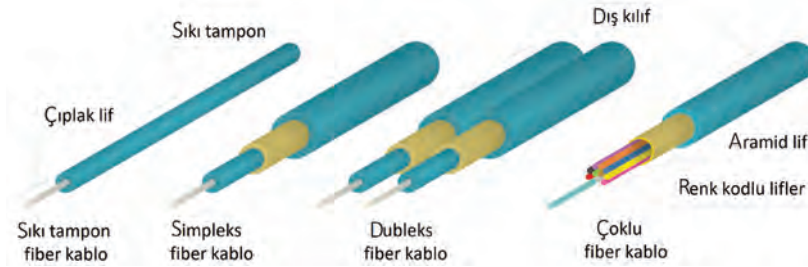
Fiber optik kablodaki lif sayısı, aynı anda taşıyabileceği iletişim kanallarının sayısını belirler. Tek bir fiber, bir seferde yalnızca bir yönde aktarım yapabilir. İki optik alıcı ve vericinin birbiriyle daha hızlı iletişim kurması için her ikisinin de iki iletişim kanalı olarak iki fiber kullanması ve aynı anda gönderip alması gerekir.

Fiber Sayısına Göre Fiber Kablo Tipleri

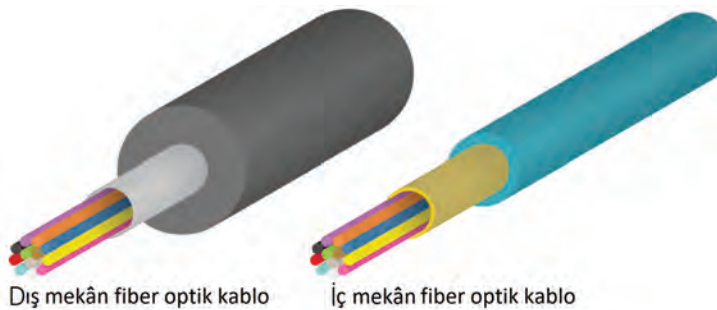
Simpleks (Tek Yönlü) Kablo: Tek bir fibere sahiptir. Genellikle tek taraflı veri akışı için kullanılır.

Dubleks (Çift Yönlü) Kablo: İki fibere sahiptir. Yaygın olarak ağ dağıtımında kullanılır.

Çoklu Kablo: Birkaç fibere sahiptir. Ağ altyapısında ve veri merkezlerinde kullanılır. Bu kabloda, tampon fiber katmanı her bir fiberin sayısını 12 veya 24 fiberden oluşan bir grupta farklılaştırmak için farklı renklerde yapılır (Görsel 4.78).

**Görsel 4.78: Lif sayısına göre fiber kablo tipleri****Fiber Optik Kablo Kaplama Malzemeleri**

Dış kılıfın esas amacı fiber kabloyu korumaktır. Dâhilî kabloların yangın durumunda zararlı olmaması gerekir. Haricî kablolar ise tam tersine kabloların kendisini korumak için yapılmış dış kılıflara sahiptir. Ortamdaki neme, sıcaklık değişimlerine, darbelere ve güneşten gelen morötesi ışınlarla dayanıklı malzemelerden yapılmıştır. Dolayısıyla fiber optik kablolarda kullanılan kaplama malzemeleri uygulamaya özeldir. Kullanılan materyal, morötesi radyasyonu ve yağ direnci gibi nedenlerle oluşan mekanik sağlamlığı belirler. Günümüz teknolojisinde PVC yerine halojen içermeyen kaplama malzemeleri kullanılır (Görsel 4.79, Tablo 4.13).

**Görsel 4.79: Dış ve iç mekân fiber optik kablolar**

Tablo 4.13: Fiber Optik Kablo Kaplama Malzemeleri

Kaplama Malzemesi	Halojen Durumu	Morötesi Direnci	Uygulama Alanları
Polimer	Halojensiz	Zayıf	İç mekân uygulamaları için
Polietilen	Halojensiz	İyi	Dış mekân uygulamaları için
Poliüretan	Halojensiz	İyi	Esnek kablolar için
Polibütilen tereftalat	Halojensiz	Orta	İç mekân uygulamaları için
Poliamid naylon	Halojensiz	İyi	İç ve dış mekân kullanımı için

4.3.3. Fiber Optik Kablo Çeşitleri

Fiber optik kablolar, ISO 11801 standardı tarafından çok modlu ve tek modlu oluşuna göre farklı isimlerle sınıflandırılır.

Çok Modlu Fiber Optik Kablolar

ISO 11801 standardı tarafından tanımlanan çok modlu fiber optik kablolar; OM1 fiber, OM2 fiber, OM3 fiber, OM4 fiber ve OM5 fiber şeklinde sınıflandırılır. Çok modlu fiber optik kablolar için İngilizce optical multimode (optik multimod) sözcüklerinin baş harfleri olan OM kısaltması kullanılır.

OM1 Fiber Optik Kablo: OM1 fiber tipik olarak turuncu renk dış kılıfla üretilir. 62,5 mikronluk çekirdek çapına sahiptir. 33 m uzunluğa kadar 10 Gbit/s [Gbit: gigabit (cigabit)] ethernet hızını destekler. Yaygın olarak 100 Mbit [megabit (megabit)] ethernet uygulamaları için kullanılır. LED ışık kaynağı kullanır (Görsel 4.80).



Görsel 4.80: OM1 çok modlu fiber optik kablo

OM2 Fiber Optik Kablo: OM2 fiber turuncu renk dış kılıfla üretilir. 50 mikronluk çekirdek çapına sahiptir. 82 m uzunluğa kadar 10 Gbit/s ethernet hızını destekler. Yaygın olarak 1 Gbit ethernet uygulamaları için kullanılır. LED ışık kaynağı kullanır (Görsel 4.81).



Görsel 4.81: OM2 çok modlu fiber optik kablo

OM3 Fiber Optik Kablo: OM3 fiber turkuaz renk dış kılıfla üretilir. 50 mikronluk çekirdek çapına sahiptir. Lazer iletimi için optimize edilmiştir. 300 m uzunluğa kadar 10 Gbit/s ethernet hızını destekler. 100 m uzunluğa kadar 40 Gbit/s ve 100 Gbit/s ethernet hızlarını destekler. Yaygın olarak 10 Gbit ethernet uygulamaları için kullanılır (Görsel 4.82).



Görsel 4.82: OM3 çok modlu fiber optik kablo

OM4 Fiber Optik Kablo: OM4 fiber menekşe rengi dış kılıfla üretilir. 50 mikronluk çekirdek çapına sahiptir. Lazer iletimi için optimize edilmiştir. OM3 fiber ile geriye dönük olarak uyumludur. 550 m uzunluğa kadar 10 Gbit/s ethernet hızını destekler (Görsel 4.83).



Görsel 4.83: OM4 çok modlu fiber optik kablo

OM5 Fiber Optik Kablo: OM5 fiber, geniş bantlı çok modlu fiber olarak bilinir. En yeni fiber tipidir. OM5 fiber kılıfın rengi limon yeşili olarak seçilmiştir. OM4 fiber ile geriye dönük olarak uyumludur. 50 mikronluk çekirdek çapına sahiptir. 850 ile 953 nm dalga boyu değerinde kanal başına 28 Gbit/s hızında ve en az dört dalga boyu bölmeli çoğaltma kanalını destekleyecek şekilde tasarlanmıştır (Görsel 4.84).



Görsel 4.84: OM5 çok modlu fiber optik kablo

Çok modlu fiber optik kablo tipleri arasındaki farklar Tablo 4.14'te karşılaştırmalı olarak verilmiştir (Görsel 4.84).

Tablo 4.14: Çok Modlu Fiber Optik Kablo Bilgileri					
Kablo Tipi (m)	Dış Kılıf Rengi	Çekirdek Boyutu (µm)	Veri Hızı	En Çok Mesafe (km)	Uygulama Alanları
OM1	Turuncu	62,5	10 Gbit/s-33 m	300	Kısa yol ağları, yerel alan ağları ve özel ağlar
OM2	Turuncu	50	10 Gbit/s-82 m	600	Kısa yol ağları, yerel alan ağları ve özel ağlar
OM3	Turkuaz	50	10 Gbit/s-300 m	300	Daha büyük özel ağlar
OM4	Menekşe	50	10 Gbit/s-550 m	550	Yüksek hızlı ağlar, veri merkezleri, finans merkezleri ve kurumsal kampüsler
OM5	Limon yeşili	50	28 Gbit/s-550 m	550	Daha büyük bağlantı mesafeleri gerektiren veri merkezleri

Tablo 4.15: Çok Modlu Fiber Optik Kabloların Avantajları ve Dezavantajları	
Avantajları	Dezavantajları
Fiber sonlandırma uygulaması sırasında daha geniş çekirdek çapı sayesinde fiber uçları daha kolay hizalanarak daha kısa sonlandırma süresi sağlar.	Sınırlı hızları nedeniyle özellikle büyük boyutlu uygulamalarda kısıtlı kalmaktadır.
Kullanılan konnektörler ve aktif elemanlar tek modlu fiber kablolarına göre daha ekonomiktir.	Kablolar tek modlu fiber kablolarına göre daha pahalıdır.
Işık transferi ve algılamada daha ucuz olan LED'ler kullanılır.	Erişim mesafeleri tek modlu fiber kablolarına göre çok kısadır.

Tek Modlu Fiber Optik Kablolar

ISO 11801 standardı tarafından tanımlanan tek modlu fiber optik kablolar, OS1 fiber ve OS2 fiber şeklinde sınıflandırılır. Tek modlu fiber optik kablolar için İngilizce optical singlemode (optikıl singil-mot) sözcüklerinin baş harfleri olan OS kısaltması kullanılır. Tek modlu fiber kablo, çok modlu fiber kabloya göre yaklaşık 50 kat daha uzun bir mesafede daha fazla veri iletir.

OS1 Fiber Optik Kablo: OS1 fiber sarı renk dış kılıfla üretilir. 9 mikronluk çekirdek çapına sahiptir. 10 km uzunluğa kadar 10 Gbit/s ethernet hızını destekler. Kilometrede 1 dB (desibel) en çok değer kaybıyla 1.310 nm dalga boyu değerinde kullanılır (Görsel 4.85).



Görsel 4.85: OS1 tek modlu fiber optik kablo

OS2 Fiber Optik Kablo: OS2 fiber mavi renkli dış kılıfla üretilir. 9 mikronluk çekirdek çapına sahiptir. 40 km uzunluğa kadar 100 Gbit/s ethernet hızını destekler. Kilometrede 0,4 dB en çok değer kaybıyla 1.550 nm dalga boyu değerinde kullanılır (Görsel 4.86).



Görsel 4.86: OS2 tek modlu fiber optik kablo

Tek modlu fiber optik kablo tipleri arasındaki farklar Tablo 4.16'da karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4.16: Tek Modlu Fiber Optik Kablo Bilgileri					
Kablo Tipi	Dış Kılıf Rengi	Çekirdek Boyutu (µm)	Veri Hızı	En Çok Mesafe (km)	Uygulama Alanları
OS1	Sarı	9	10 Gbit/s-10 km	10	İç mekân uygulamalarında
OS2	Mavi	9	100 Gbit/s-40 km	200	Dış mekân uygulamalarında

Tek modlu fiber kablolar, çok modlu fiberlerden çok daha yüksek hızlarda sinyaller taşıyabilir. Yüksek veri hızları veya lazer diyotlu fiber optik iletim ekipmanı kullanan uzun mesafeli haberleşme için en iyi seçimdir. Tek modlu fiber optik kabloların avantajları ve dezavantajları Tablo 4.17'de verilmiştir.

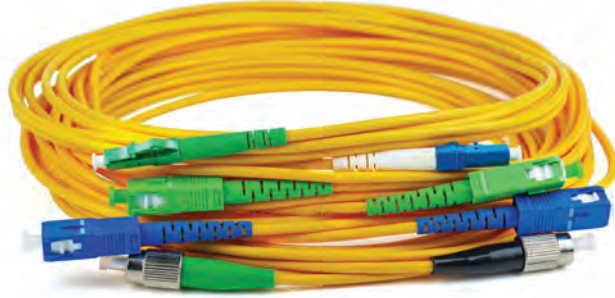
Tablo 4.17: Tek Modlu Fiber Optik Kabloların Avantajları ve Dezavantajları	
Avantajları	Dezavantajları
Çok büyük sistem erişim mesafelerinde sorunsuz kullanılabilir.	Daha küçük çekirdek çapı nedeniyle fiber sonlandırma uygulaması daha zahmetli ve uzun sürelidir.
100 Gbit/s yüksek hızları destekler.	Küçük çekirdek çapından dolayı hatasız bağlayıcılara ihtiyaç duyar. Bu yüzden konnektörler pahalıdır.
Çok modlu fiber kabloya göre daha ucuzdur.	İletişimde LED'lere oranla çok daha pahalı lazer diyotlar kullanılır.
Performansı çok iyi olduğundan uzun mesafe bağlantılarında kullanılabilir.	Tek modlu fiber parçaları, dönüştürücü cihazları ve aktif ürünleri çok pahalıdır.

Fiber Optik Yama Kablosu

Fiber optik yama kablosu, her iki ucu fiber optik konnektörle sonlandırılmış belli uzunluklardaki fiber optik kablodur. Uygulamada fiber optik patch cord (peç kort) olarak bilinir. Uçtaki konnektörler sayesinde optik anahtar veya başka bir telekomünikasyon cihazına kolayca bağlanabilir.

Fiber optik patch cord, sunucu veya sistem odalarında geleneksel bakır kabloların ulaşamadığı uygulamalarda çok iyi bir seçimdir. Telekomünikasyon ve veri iletişimini kapsayan uygulamalarda yaygın olarak kullanılır. Yüksek hızlara ihtiyaç olan ağlar çoğaldıkça fiber optik patch kablo kullanımı da artmıştır.

Fiber patch kablolar; fiber kablo modu, iletim modu, dış kılıf tipi ve konnektör tipi gibi farklı standartlara göre sınıflandırılır (Görsel 4.87).



Görsel 4.87: Fiber optik patch cord

4.3.4. Fiber Optik Kablo Konnektörleri

Fiber optik kablo konnektörleri, fiber optik kablo kurulumunu ve bakımını büyük ölçüde kolaylaştırır. Bir dizi fiber optik kablo konnektör tipi geliştirilmiştir. Zamanla endüstri standardı hâline gelmiştir. Konnektör tipleri aynı fonksiyona ve benzer temel bileşenlere sahiptir. Fiber optik kablolar için yaygın olarak kullanılan konnektör tipleri ST, FC, SC, LC, MU MT-RJ ve MPO / MTP tip fiber konnektörlerdir.

ST Tip Fiber Konnektör: Bu konnektör tipi için İngilizce straight tip (sıtreyt tip) sözcüklerinin baş harfleri olan ST kısaltması kullanılır. Bağlantı türü, üzerinde büküm şeklindedir. Tek modlu ve çok modlu fiber kablolarda tek fiber için kullanılır. Anahtarlıdır. LAN uygulamalarında kullanılır (Görsel 4.88).



Görsel 4.88: ST tip fiber konnektör

FC Tip Fiber Konnektör: Bu konnektör tipi için İngilizce ferrule core connector (ferol kor konektır) sözcüklerinin baş harfleri olan FC kısaltması kullanılır. Bağlantı türü vidalı tiptir. Tek modlu ve çok modlu fiber kablolarda tek fiber için kullanılır. Anahtarlıdır (Görsel 4.89).



Görsel 4.89: FC tip fiber konnektör

SC Tip Fiber Konnektör: Bu konnektör tipi için İngilizce square connector (kare konektör) sözcüklerinin baş harfleri olan SC kısaltması kullanılır. Bağlantı türü geçmeli tiptir. Tek modlu ve çok modlu fiber kablolarda tek fiber için kullanılır. Anahtarlıdır. Kablolu televizyon uygulamalarında kullanılır (Görsel 4.90).



Görsel 4.90: SC tip fiber konnektör

LC Tip Fiber Konnektör: Lucent Technologies (Lusın Teknoloci) tarafından geliştirilmiştir. Bu konnektör tipi için İngilizce lucent connector (lusın konektör) sözcüklerinin baş harfleri olan LC kısaltması kullanılır. Bağlantı türü geçmeli RJ45 tiptir. Tek modlu ve çok modlu fiber kablolarda tek fiber için kullanılır. Küçük form faktörüne sahiptir. Ethernet, video ve çoklu ortam uygulamalarında kullanılır (Görsel 4.91).



Görsel 4.91: LC tip fiber konnektör

MU Tip Fiber Konnektör: Bağlantı türü itme çekme tipindedir. Tek modlu ve çok modlu fiber kablolarda tek fiber için kullanılır. Küçük form faktörüne sahiptir. Tıbbi ve askerî uygulamalarda kullanılır (Görsel 4.92).



Görsel 4.92: MU tip fiber konnektör

MT-RJ Tip Fiber Konnektör: Bağlantı türü geçmeli RJ45 tiptir. Tek modlu ve çok modlu fiber kablolarda iki fiber için kullanılır. Ethernet ve ATM (asenkron transfer modu) ağ uygulamalarında kullanılır (Görsel 4.93).



Görsel 4.93: MT-RJ tip fiber konnektör

MPO / MTP Tip Fiber Konnektör: Bu konnektör tipi için İngilizce multi fiber push on (multi fiber push on) sözcüklerinin baş harfleri olan MPO kısaltması kullanılır. Bağlantı türü itme çekme tipindedir. Tek modlu ve çok modlu fiber kablolarda 4, 8, 12, 16 ve 24 fiber için kullanılabilir. Erkek (pimli) ve dişi (pimsiz) olmak üzere iki türü vardır. En yaygın fiber sayısı 12 ve 24'tür. MPO tip konnektörde plastik pim kelepçesi ve yuvarlak yay kullanılır. MPO bağlantısı oluşturulurken daima bir erkek, bir dişi konnektör ve bir MPO adaptörü kullanılır. Aktif cihaz alıcı ve vericiyle optik / elektrik çevrim modüllerinin bağlantılarında kullanılır (Görsel 4.94, 4.95).



Görsel 4.94: MPO / MTP tip fiber konnektör



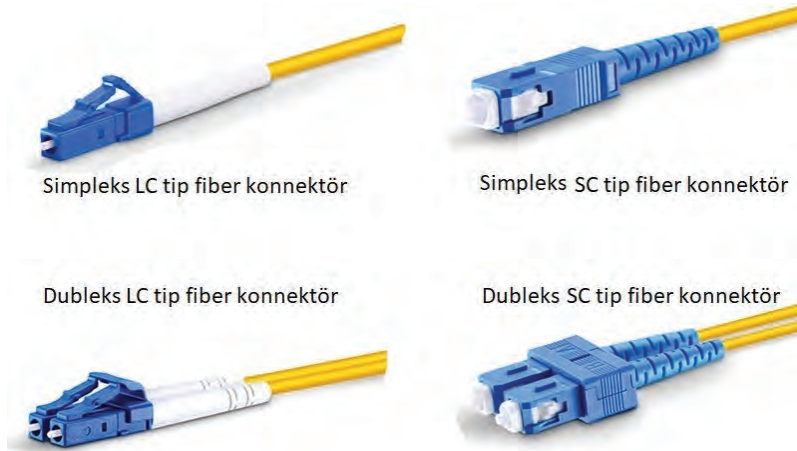
Görsel 4.95: Dişi ve erkek MPO / MPT tip fiber konnektörler

MTP tip konnektör, daha iyi mekanik ve optik performans için tasarlanmıştır. Yüksek performanslı MPO konnektör tipidir. Bu konnektör, itme yayını ortalamak için kullanılan metal pim kelepçesine sahiptir. Bu özelliği yay kuvvetini merkezler. Yayda görülen lif hasarını ortadan kaldırır. MTP tip konnektörde metal pim kelepçesi ve oval yay kullanılır (Görsel 4.96).



Görsel 4.96: MPO / MPT tip 12 ve 24 fiber konnektörler

Simpleks ve Dupleks Fiber Konnektörler: Simpleks (tek yönlü) bağlantıda sinyaller bir yönde gönderilir. Örneğin iki simpleks konnektörden ve bir aygıttan diğer aygıtta tek yönlü bir fiber kablo üzerinden sinyal iletilir. Sinyal aynı yoldan geri dönemez. Tek fiber konnektör, cam veya plastik fiber kabloyla bağlanır. Dupleks (çift yönlü) bağlantı, dupleks konnektörler ve dupleks fiber kabloyla yapılabilir. Dupleks fiber konnektör iki lifli fiber kabloyla bağlanır. Görsel 4.97’de simpleks ve dupleks LC/SC tip fiber konnektörlerin karşılaştırması verilmiştir.



Görsel 4.97: Simpleks ve dupleks LC / SC tip fiber konnektörler

4.3.5. Fiber Optik Kablonun Test ve Ekleme İşlemleri

Fiber optik kablo yanlışlıkla hasar görebilir, kesilebilir veya kopabilir. Bu nedenle ek yapmak gerekebilir. Test etme, kesme, soyma ve ekleme işlemleri için gerekli ekipman aşağıda açıklanmıştır.

Optik Zaman Alanlı Reflektometre: Fiber optik kabloları test etmek ve arızaları bulmak için kullanılan ve bulundukları mesafeyi gösteren ölçüm cihazıdır. Bu cihaz için İngilizce optical time domain reflectometer (optikıl taym domeyn reflektıtır) sözcüklerinin baş harfleri olan OTDR kısaltması kullanılır.

Fiber optik kablonun uzunluğunu değerlendirmek, iletim ve bağlantı zayıflamasını ölçmek, fiber optik bağlantıların arıza yerini tespit etmek için yaygın olarak kullanılır. Ayrıca kabloların ek ve sonlandırma yerlerinin kalitesi de test edilebilir. Kısaca fiber optik kabloların bütünlüğünü test etmek için kullanılan önemli bir cihazdır (Görsel 4.98).

Fiber optik kablo tesisinin kaybını doğrudan ölçer. Fiber optik kabloya doğru ışık ışını göndererek bir radar gibi çalışabilme özelliğine sahiptir. Test sırasında cihaz, fiber kablonun bir ucundan bir fibere daha yüksek güçte lazer veya fiber optik hüzme gönderir. Cihazın portu geri dönen bilgiyi alır. Optik darbe fiber üzerinden iletildikçe dağınık yansımanın bir kısmı cihaza geri döner. Geri dönen yararlı bilgiler cihazın dedektörü tarafından ölçülür. Cihaz, geri dönüş sinyallerinin zamanını ve fiberlerdeki iletim hızını kaydeder. Böylece mesafe hesaplanabilir.

Optik zaman alanlı reflektometre test cihazı aslında bir optik radardır. Parlak bir ışık flaşı göndererek yankı veya yansımaların yoğunluğunu ölçer. Bu nedenle esas olarak erişim ağlarının (telefon santralleri arasındaki iletişim bağlantıları) ve kullanıcı ağlarının (kullanıcı siteleri ve telefon kutupları arasındaki iletişim bağlantıları) fiber optik kurulum ve bakım hizmetlerinde kullanılır.



Görsel 4.98: Optik zaman alanlı reflektometre

Optik Güçölçer: Fiber optik kablolardaki optik kaybı ölçmek için kullanılır. Optik güçölçer cihazının ana işlevi, foto diyotta hat sonuna ulaşan gücü göstermektir. İletilen ve alınan optik güç, optik güçölçerle ölçülebilir. İletilen güç için optik güçölçer cihazı doğrudan optik ileticinin çıkışına bağlanır. Alınan güç içinse optik iletici fiber sisteme bağlanır. Daha sonra fiber kablo üzerinde optik alıcının bulunacağı noktada optik güçölçer kullanılarak güç seviyesi okunur (Görsel 4.99).



Görsel 4.99: Optik güçölçer

Fiber Optik Kablo Kesici ve Soyucu: Fiber optik kablo kesme ve soyma uygulamalarında kullanılan araçlardır (Görsel 4.100, 4.101).



Görsel 4.100: Fiber optik kablo kesici



Görsel 4.101: Fiber optik kablo soyucu

Fiber Optik Giyotin: Füzyon eklemek, fiber çekirdek kesmek, sonlandırma yapmak ve fiberi hazırlamak için kullanılır. Füzyon ek cihazıyla birlikte kullanılır (Görsel 4.102).



Görsel 4.102: Fiber optik giyotin

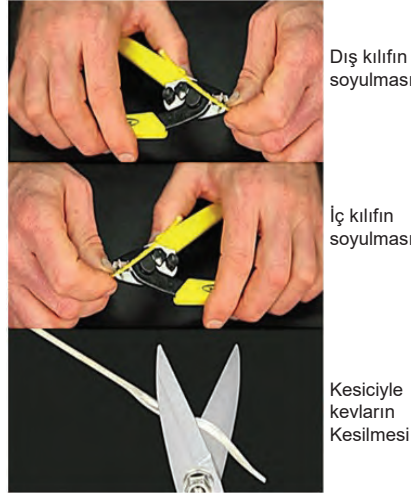
Fiber Optik Füzyon Ek Cihazı: Isı kullanarak uçtan uca iki optik fiberin birleştirilmesi işlemi için kullanılır. Fiberlerle birlikte geçen ışığın birleşme yerinden geri yansıtılacak şekilde iki fiberi birbirine kaynaştırır (Görsel 4.103).



Görsel 4.103: Fiber optik füzyon ek cihazı

Fiber Optik Kablo Test, Onarım ve Ekleme İşlemleri İçin Uygulanacak Adımlar

- Optik zaman alanlı reflektometre ile fiber optik kablodaki kırık nokta tespit edilir. Doğru yapılan ölçümlerle 1-2 m'lik sapmalarla kablodaki kopuk tespit edilebilir.
- Fiber optik kablo kesiciyle hasarlı fiber optik kablo kesilir. Fiber optik kabloda tespit edilen kopuğun bulunduğu bölüm, bulunduğu yerden ek yapılacak dış ortama çıkarılır. Fiber optik kablo ek yapılacak hâle getirilir.
- Fiber optik kablonun her iki ucundaki fiberi çıkarmak için fiber optik kablo soyucu kullanılır. Fiber optik tüpün içeride kalması için kılıf soyulurken dikkatli olunmalıdır. Daha sonra kılıf ve kevlar, fiber optik kablo kesiciyle kesilir (Görsel 4.104).



Dış kılıfın soyulması

İç kılıfın soyulması

Kesiciyle kevların Kesilmesi

Görsel 4.104: Fiber optik kablo soyma ve kesme işlemi

- Fiber optik kablodaki hasarlı bölge fiber optik giyotinle kesilir (Görsel 4.105).



1. adım: Ana kapak kaldırılır. Soyulmuş fiber yerleştirilir.

2. adım: Ana kapak kapatılır.

3. adım: Diğer hareketli kapak kapatılır. Aşağı kaydırılır.

4. adım: Kapak açılır. Kesilen fiber kontrol edilir.

5. adım: Diğer kapak da açılır. Kesilen fiber çıkarılır.

6. adım: Kesilmiş olan fiber ucu çıkarılır.

Görsel 4.105: Fiber optik giyotin kullanımı

- Fiber optik kablo özel alkollü bezle temizlenir. Soyulmuş fiberlerin temizliği için alkol ve tüy bırakmayan mendil kullanılabilir. Fiberlerin hiçbir nesne ile temas etmemesine dikkat edilmelidir.
- Fiber optik kablo eklenir. Fiber optik kabloyu eklemek için iki yöntem vardır.

Mekanik Ekleme: Mekanik bir ortam ile iki fiberin karşılıklı olarak merkezlenmesi ve uç uca getirilmesiyle ışığın bir fiberden diğer fibere geçişinin sağlandığı ekleme yöntemidir. Mekanik bağlantı için hızlı fiber optik konnektörleri fibere takılır. İki fiber ucu hizalanmış konumda tutulur. Böylece ışığın bir fiberden diğerine geçmesi sağlanır. Mekanik eklemede tipik kayıp 0,3 ile 1 dB aralığındadır.

Amaç: Fiber optik kabloyu test etmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 4.106: Fiber optik ışık test cihazıyla fiber optik kablo testi



Görsel 4.107: OTDR cihazıyla fiber optik kablo testi



Görsel 4.108: Optik güçölçer cihazıyla fiber optik kabloda zayıflama ölçümü



Görsel 4.109: Optik güçölçer cihazına sabit zayıflatıcı takılması

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Fiber optik kablo	SC, FC, LC tip konnektörlü patch cord	1'er adet
Konnektör adaptörü	SC, FC, LC başlık / adaptör	1'er adet
Fiber optik ışık test cihazı (görsel hata bulucu)	Sayısal	1 adet
Lazer ışık kaynağı cihazı	Sayısal	1 adet
Optik güçölçer cihazı	Sayısal	1 adet
OTDR cihazı	Sayısal	1 adet
Fiber optik zayıflatıcı	Sabit zayıflatıcı	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tüm araç gereci ve devre elemanlarını hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm cihaz, kablo ve devre elemanlarını elle ve gözle kontrol ediniz.
3. Görünür ışık kaynağı fiber optik ışık test cihazıyla uçlarında FC, SC ve LC tip konnektör bulunan patch cord testlerini ayrı ayrı yapınız. Ölçümleri Tablo 4.18'e kaydediniz.
4. OTDR cihazıyla uçlarında FC, SC ve LC tip konnektör bulunan patch cord testlerini ayrı ayrı yapınız. Ölçümleri Tablo 4.18'e kaydediniz (Görsel 4.106).
5. Lazer ışık kaynağı ve optik güçölçer cihazlarını kullanarak patch cord kablodaki zayıflama miktarını ölçünüz. Lazer ışık kaynağının çıkış gücünden optik güçölçerin ölçtüğü gücü çıkararak bulduğunuz zayıflama miktarını Tablo 4.18'e kaydediniz (Görsel 4.107).
6. Optik güçölçer cihazına sabit zayıflatıcıyı bağlayarak patch cord kablodaki zayıflama miktarını ölçünüz. Lazer ışık kaynağının çıkış gücünden optik güçölçerin ölçtüğü gücü çıkararak bulduğunuz zayıflama miktarını Tablo 4.18'e kaydediniz (Görsel 4.108).
7. Çalışma alanını ve atölyeyi temizleyiniz.

Tablo 4.18: Ölçümler

İşlem	SC Patch Cord (Işık / Sinyal Var / Yok)	FC Patch Cord (Işık / Sinyal Var / Yok)	LC Patch Cord (Işık / Sinyal Var / Yok)	Zayıflatıcı Takılı Değilken Zayıflama Miktarı (dB)	Zayıflatıcı Takılıyken Zayıflama Miktarı (dB)
Fiber Optik Işık Test Cihazıyla Patch Cord Testi				-----	-----
OTDR Test Cihazıyla Patch Cord Testi				-----	-----
Lazer Işık Kaynağı ve Optik Güçölçerle Zayıflama Testi	-----	-----	-----		

Uygulamaya İlişkin Sorular

1. İşlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.
2. Kullandığınız görünür ışık kaynağı fiber optik ışık test cihazının verdiği ışığın rengi, çıkış gücü ve en çok test mesafesi bilgilerini araştırınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20....
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

4.4. KABLOSUZ HABERLEŞME SİSTEMLERİ

Günümüzde geniş bant bağlantı ihtiyacının artması, bağlantı yapılacak yerlerin birbirine uzak olması ve kablolu olarak tasarlanan ağların tasarım, tesis ve işletme maliyetlerinin yüksekliği bilişim teknolojilerinde kablosuz ağ sistemlerine olan ihtiyacı artırmıştır. Bu ihtiyaç doğrultusunda yapılan araştırma ve geliştirmeler neticesinde çeşitli kablosuz ağ standartları oluşmaya başlamıştır. Günümüzde, noktadan noktaya veri taşınmasında (kızılötesi, bluetooth, mikrodalga vb.) ve noktadan çoklu noktaya veri taşınmasında gelişen birçok seçenek bulunmaktadır.

4.4.1. Kablosuz Haberleşme Protokolleri ve Standartları

IEEE [Institute of Electrical and Electronics Engineers (institute of elektrikl end elektroniks en-cinirs)], elektrik ve elektronik mühendisliği enstitüsü anlamına gelen kablosuz erişim protokolüdür. Günümüzde telekomünikasyon, bilgi teknolojisi ve enerji üretimi alanındaki ürün ve hizmetlerin pek çoğunun temelini oluşturan uluslararası standartların önde gelen geliştiricisidir.

IEEE 802.11 Standardı

1997 yılında ilk sürüm olarak piyasaya sürülmüştür. 1 Mbit/s ve 2 Mbit/s olmak üzere iki veri aktarma hızını desteklemekteydi. IEEE 802.11 standardında zaman içinde çeşitli değişiklikler yapılmıştır. Her yapılan değişiklikle 802.11 haberleşme standardının güvenlik özellikleri ve kapsama mesafesi artmaktadır (Tablo 4.19).

Tablo 4.19: IEEE 802.11 Standardı Sürümleri					
İletişim Kuralları	Çıkış Tarihi	Bant Genişliği	Veri Hızı	Erim (İç Mekân)	Erim (Dış Mekân)
Legacy	1997	2.4-2.5 GHz	2 Mbit/s	Duvar yapısına göre değişir.	75 m
802.11a	1999	5.15-5.25-5.49 5.825 GHz	54 Mbit/s	12 m	100 m
802.11b	1999	2.4-2.5 GHz	11 Mbit/s	35 m	110 m
802.11g	2003	2.4-2.5 GHz	54 Mbit/s	35 m	110 m
802.11n	2009	2.5-5.0 GHz	150 Mbit/s	70 m	250 m

IEEE 802.15.1 Standardı

802.11 ailesinden farklı bir gelişim yolunu takip eden alternatif bir kablosuz ağ teknolojisidir. Taşınabilir cihazlar gibi çok düşük ağ cihazları için tasarlanmıştır ve cihazların bire bir haberleşmelerini sağlamaktadır. Düşük bant genişliğine ve kısa menzile sahiptir (Tablo 4.20).

IEEE 802.15.4 Standardı

Kişisel kablosuz ağlarda, düşük güçle sınırlı kapasite veri iletimi sağlamak amacıyla ZigBee tarafından geliştirilmiş ve IEEE tarafından 802.15.4 adıyla standartlaştırılmış iletişim protokolüdür. Diğer IEEE standartlarına göre ayırt edici özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- 10 ile 115.2 kbps arasında düşük veri hızına sahiptir.
- Standart bir batarya ile birkaç yıl süren düşük güç tüketimi vardır.
- Çoklu izlemeye ve uygulamaları kontrol eden ağ topolojisine sahiptir.
- Düşük maliyetlidir ve kullanımı basittir.
- Yüksek güvenlik özelliği vardır.

Tablo 4.20: IEEE 815.4 Radyo Frekansları ve Veri Aktarım Hızları			
Bant	Etki Sahası	Kanal	Veri Hızı
2.4 GHz	Dünya geneli	16 kanal	250 kbps
915 MHz	Amerika	10 kanal	40 kbps
868 MHz	Avrupa	1 kanal	20 kbps

IEEE 802.16 Standardı

Bir noktadan çoklu noktaya haberleşme mimarisine sahip geniş bant kablosuz erişim standardının adıdır. Standardın ilk sürümü 10-66 GHz frekansları arasında çalışan kablosuz geniş bant sistemleri için çok sayıda kullanıcının birbiriyle görüşmesini sağlamak amacıyla geliştirilmiştir.

4.4.2. Kablosuz Ağ Yöntemleri

Kablosuz teknolojiler, cihazlar arasında bilgi taşımak için elektromanyetik dalgalar kullanır. Elektromanyetik dalga, hava ortamında bulunur. Elektromanyetik dalga içinde gama ışını, x-ışını, kızılötesi, morötesi, radar ve radyo ışını dalgaları yer alır. Her bir dalga farklı bir dalga boyu ve frekansı vardır. Kızılötesi, bluetooth, ZigBee, Wi-Fi, GPRS ve GSM teknolojisi kablosuz ağ yöntemlerindendir.

Kızılötesi Teknolojisi: Elektromanyetik spektrumda gözle görülebilen ışığın altındaki frekansları veri iletiminde kullanan bir teknolojidir. Alıcıyla verici arasındaki açık görüş hattının bulunduğu ortamlar ve kısa mesafeler için çok uygundur.

Bluetooth Teknolojisi: En çok 10 m uzaklıkta bulunan bluetooth özelliği etkinleştirilmiş cihazları birbirine bağlayan tüm dünyada kullanılan bir radyo frekansıdır (Görsel 4.110). Tablo 4.21'de bluetoothun fiziksel özellikleri verilmiştir.



Görsel 4.110: Çeşitli cihazların bluetooth ile bağlanması

Tablo 4.21: Bluetoothun Fiziksel Özellikleri

Frekans aralığı	2.402-2.480 MHz
Veri oranı	1 Mbps
Kanal bant genişliği	1 MHz
Kanal sayısı	79
Mesafe	10-100 m
RF atlama	1.600 kez
Şifreleme	Cihaz ID ve 0 / 40 / 64 bit anahtar uzunluğundadır.

ZigBee Teknolojisi: IEEE 802.15.4 protokolü ve endüstride geniş bir kullanım alanı olan kısa menzilli ve kablosuz iletişim teknolojisidir. Düşük güç gerektiren ve düşük veri hızında seyrek veri alışverişlerinin yapıldığı uygulamalarda tercih edilir. Tablo 4.22'de ZigBee ve bluetooth karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.22: ZigBee ve Bluetooth Karşılaştırması

	Bluetooth	ZigBee
İletim Programı	FHSS	DSSS
Modülasyon	GFSK	QPSK-BPSK
Frekans Bandı	2.4 GHz	2.4 GHz-915 MHz-868 MHz
Ham Veri Bit Hızı	1 Mbps	250 kbps-40 kbps-20 kbps
Güç Çıkışı	100 mw	En küçük 0,5 mw, en büyük değerse yerel regülasyona bağlıdır.
Minimum Hassasiyet	%0,1 bit hata oranı için 70 dbm	%1'den küçük paket hata oranı için 85 dbm
Ağ Topolojisi	Master+slave 8 aktif düğüm	Yıldız veya noktadan noktaya 255 aktif düğüm

Wi-Fi Teknolojisi: Dünyanın en bilinen kablosuz ağ teknolojisidir. Bilgisayar, telefon ve tabletleri genel ağa bağlamak için sıklıkla kullanılır. Veri alışverişi için herhangi iki cihazı birbirine bağlayabilmektedir. Wi-Fi teknolojisi kablosuz ağ standartları ailesinden IEEE 802.11 standardını temel almıştır. Genel olarak OSI modelinin fiziksel ve veri katmanını tanımlar.

GPRS Teknolojisi: General packet radio services [genril paket radyo servisi (genel paket radyo servisleri)] tanımının kısaltılmasıdır. Genellikle dijital cep telefonu teknolojisinin ikinci ve üçüncü nesillerini belirten 2.5 G olarak tanımlanır. Cep telefonu şebekeleri üzerinden iletilir ve 114 Kbps'ye kadar veri aktarır.

GSM Teknolojisi: Global system for mobile communications [global sistem for mobayıl komünikeşins (mobil iletişim için küresel sistem)] tanımının kısaltılmışıdır. Bir cep telefonu iletişim protokolüdür.

4.4.3. Kablosuz Haberleşmenin Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları

- Bilgi transfer hızı küçük ölçekli yerel ağlar için yeterlidir.
- Hata giderici algoritmalar sayesinde güvenilir haberleşme sağlar.
- Şifreleme tekniği ile haberleşme gizliliği sağlar.

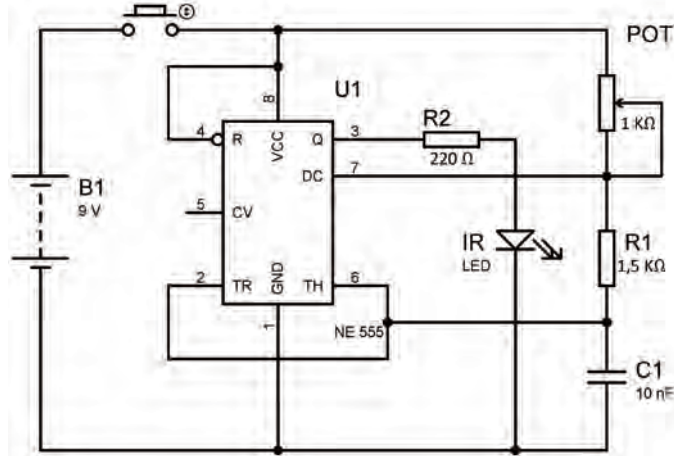
Dezavantajları

- Kablosuz haberleşme donanımı, kablolu haberleşme donanımından daha pahalıdır.
- Oda duvarları haberleşme sinyal kalitesinin düşmesine yol açabilir.

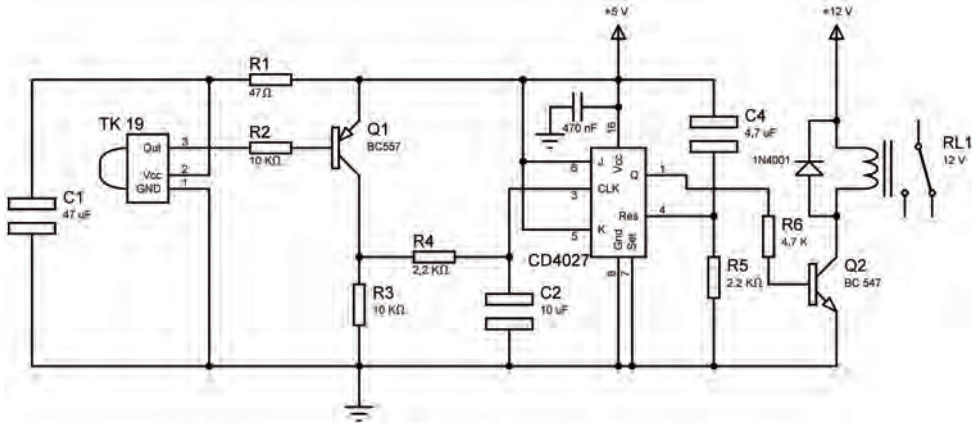
ÇALIŞMA:

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak kızılötesi alıcı-verici devrelerini kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



GörSEL 4.111: Kızılötesi verici devresi



GörSEL 4.112: Kızılötesi alıcı devresi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
DC güç kaynağı	220 V / 12 V, 9 V, 5V	1 adet
Direnç	47 Ohm, 220 Ohm, 1,5 K Ohm, 2 x 2,2 K Ohm, 4,7 K Ohm, 2 x 10 K Ohm	8 adet
Potansiyometre	1 K Ohm	1 adet
Kutupsuz kondansatör	10 nF, 470 nF	2 adet
Kutuplu kondansatör	4,7 uF, 10 uF, 47 uF	3 adet
Transistör	BC557	1 adet
Diyot	IR LED, 1N4001	2 adet
Entegre	555, 4027	2 adet
Switch	Push	1 adet
Röle	12 V	1 adet
IR alıcı	TK 19	1 adet
Bread-board		2 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Devre çiziminde belirtilen elektronik devre elemanlarını hazırlayınız ve devre elemanlarının avometreyle sağlamlıklarını kontrol ediniz.
3. Bread-board üzerine alıcı devresini kurunuz (Görsel 4.111).
4. Bread-board üzerine verici devresini kurunuz (Görsel 4.112).
5. Röle çıkışına alıcı bağlayınız (DC motor, LED diyot).
6. Verici devresindeki butona basınız. İnfrared LED 38 KHz'lik bir ışık gönderecektir. Alıcı devresindeki alıcı gözün bu ışığı aldığını ve rölenin iletme geçtiğini gözleyiniz.
7. Yaptığınız işi atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
8. Çalışma ortamını temizleyiniz.

Uygulamaya İlişkin Soru

Kızılötesi verici devresindeki 1 K Ω 'luk potun işlevi nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

A) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan ayraçlara cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (....) Telekomünikasyon; ses, resim, video gibi bilgilerin elektriksel olarak uzak mesafelere gönderilmesidir.
2. (....) Sayısal haberleşmede bir zaman aralığının bütününde süreklilik arz eden sinyaller kullanılır.
3. (....) Sayısal haberleşme sistemlerinde kod çözme işlemine gerek yoktur.
4. (....) Yarı çift yönlü haberleşmede iletişim bir anda tek yönde yapılır.
5. (....) Elektromanyetik dalgalar, yayılmak için maddesel ortama ihtiyaç duyar.
6. (....) Ses dalgaları boyuna dalgalardır.
7. (....) Bir saykılın tamamlanabilmesi için geçen zamana dalga boyu denir.
8. (....) Analog sinyalin bileşenleri; genlik, frekans, faz ve zamandır.
9. (....) Haberleşme sistemlerinde iletim ortamından kaynaklanan tek problem gürültüdür.
10. (....) Gama ışınları kablosuz iletişimde kullanılır.
11. (....) 1,5 MHz'in altındaki frekanslarda en iyi iletimi yer dalgası gerçekleştirir.
12. (....) Vericiden alıcıya gönderilen asıl sinyale eklenen istenmeyen sinyallere distorsiyon denir.
13. (....) SNR, haberleşme sisteminin performansını değerlendirmede en sık kullanılan ölçütlerden biridir.
14. (....) Bant genişliği analog haberleşmede frekans cinsinden ifade edilir.
15. (....) İnsan sesi tarafından üretilen frekansların aralığı ortalama 20-20.000 Hz aralığındadır.

B) Aşağıda verilen sorularda doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

16. Haberleşme sisteminde giriş işaretini iletim için uygun biçime dönüştüren devrelere verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Giriş dönüştürücüsü
- B) Verici
- C) Çıkış dönüştürücüsü
- D) Alıcı
- E) İletim ortamı

17. Aşağıda verilenlerden hangisi haberleşmede iletim ortamlarından biri değildir?

- A) Bir çift iletken kablo
- B) Koaksiyel kablo
- C) Dielektrik kablo
- D) Fiber optik kablo
- E) Serbest uzay

18. Aşağıda verilenlerden hangisi yarı çift yönlü haberleşme sistemlerinden biridir?

- A) Televizyon
- B) Radyo
- C) GPS
- D) Telefon
- E) Bas konuş telsizler

19. Aşağıda verilenlerden hangisi mekanik dalgalardan biri değildir?

- A) Elektromanyetik dalga
- B) Deprem
- C) Su
- D) Yay
- E) Ses

20. Aşağıda verilenlerden hangisi elektromanyetik dalgalardan biri değildir?

- A) Radyo
- B) Mikrodalga
- C) Kızılötesi
- D) Ses
- E) Morötesi

21. Aşağıda verilenlerden hangisi alternatif akım dalga formlarından biri değildir?

- A) Sinüzoidal dalga
- B) Kare dalga
- C) Üçgen dalga
- D) İşaret dalga
- E) Testere dişi dalga

22. İletim ortamının özelliklerine ilişkin aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Sinyali alıcıya aktarmak için kullanılan fiziksel ortamdır.
- B) Kablolu TV sistemlerinde iletim ortamı atmosferdir.
- C) Radyo frekanslarında iletim ortamı olarak koaksiyel kablo kullanılır.
- D) Kablosuz haberleşmede iletim ortamı serbest uzaydır.
- E) Fiber optik kabloların kullanıldığı iletim ortamları çok daha fazla bant genişliği sunar.

23. Aşağıda verilenlerden hangisi sinyaller iletilirken iletim ortamından kaynaklanan bozulmalardan biri değildir?

- A) Zayıflama
- B) Sınırlı bant genişliği
- C) Veri aktarım hızı
- D) Distorsiyon
- E) Gürültü

24. Sinyal gücünün mesafeye bağlı olarak azalmasına verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Termal gürültü
- B) Distorsiyon
- C) Gürültü
- D) Sınırlı bant genişliği
- E) İletim kaybı

25. 100 W'ın dBW karşılığı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?

- A) 5 dBW
- B) 10 dBW
- C) 15 dBW
- D) 20 dBW
- E) 30 dBW

26. Bir haberleşme sisteminde sinyal gücü 100 W, gürültü gücü 100 mW'tır. Haberleşme sisteminin SNR değeri aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?

- A) 10 dB
- B) 20 dB
- C) 30 dB
- D) 50 dB
- E) 100 dB

- 27. 200 KHz'de yayın yapan bir uzun dalga radyo vericisinin yayın frekansının dalga boyu aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?**
- A) 1.500 m
 - B) 5.000 m
 - C) 10.000 m
 - D) 15.000 m
 - E) 20.000 m
- 28. Sinyalin içerdiği bileşen frekansları aralığını belirten terim aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?**
- A) Bit/s
 - B) Bps
 - C) Baud
 - D) Bilgi kapasitesi
 - E) Bant genişliği
- 29. 150, 350, 550 ve 750 Hz frekanslarında 5 V genlikli beş adet sinüs sinyalinden oluşan birleşik analog sinyalin bant genişliği aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?**
- A) 200 Hz
 - B) 600 Hz
 - C) 750 Hz
 - D) 1.500 Hz
 - E) 1,5 KHz
- 30. Telefon şebekeleri için ticari konuşma frekans aralığı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?**
- A) 0-10 KHz
 - B) 300-3.400 Hz
 - C) 100-7.500 Hz
 - D) 16-16.000 Hz
 - E) 20-20.000 Hz

BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATI



KONULAR

- 5.1. BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATININ ELEMANLARI
- 5.2. BİNA İÇİ SİSTEM ODASININ KURULUMU
- 5.3. BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATI PROJELERİ
- 5.4. BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATININ MONTAJI
- 5.5. BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATININ BAKIMI VE ONARIMI

5. ÖĞRENME
BİRİMİ



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bina içi haberleşme sistemlerinde kullanılan elemanlar
Bina içi haberleşme tesisatının kurulumu
Bina içi sistem odasının kurulumu
Bina içi haberleşme tesisatının bakımı ve onarımı

TEMEL KAVRAMLAR

ankastre, santral, konsol, modem, terminal kutusu, RJ11, RJ12, RJ45, terminal bloku, krone yak, telefon fişi, soket, telefon şebekesi, krone sıkma pensesi, telefon prizi, telefon fişi, sistem odası, kat terminal kutusu, ara terminal kutusu, repartitör, dağıtım kutusu, saha dolabı, lokal kablo, yak-1, yak-2, yak-3, yak sıkma pensi

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Telefonun icadından önce insanlar nasıl haberleşirdi? Yorumlayınız.
2. Bina içi haberleşme sizce nasıl yapılır? Açıklayınız.

5.1. BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATININ ELEMANLARI

Evlerin, iş yerlerinin girişinde bulunan kutudan telefona kadar tüm kablo, boru, kanal, santral ve sistemler **ankastre (bina içi telefon tesisi)** olarak adlandırılır.

5.1.1. Kullanılan Cihazlar ve Cihazların Görevleri

Santral

Telefon santrali, aynı ağ üzerinde bulunan birçok telefonun bir merkeze bağlı olarak iletişimini sağlayan bir sistemdir. Bu sistemler gelen ve giden aramaları otomatik yönlendirir. İlk telefon santralleri beş hat kapasiteli, çağrı, ikaz, bağlantı işlemlerinin operatör yardımıyla gerçekleştirildiği santrallerdir. Bu santrale **manuel telefon santrali** denmektedir (Görsel 5.1). Eskiden birini aramak isteyen kişinin önce operatöre bağlanıp arayacağı numarayı söylemesi gerekiyordu. Operatör de arayan kişi ile aranan kişi arasındaki bağlantıyı elle gerçekleştiriyordu. Günümüzde hat yönlendirmesini otomatik gerçekleştiren telefon santral sistemleri kullanılmaktadır.

Santral sisteminin temel amacı, iki nokta arasında bağlantı kurmak ve görüşme sonrasında bu bağlantıyı çözmektir. Abonelerin birbirine bağlanmasında daha kolay ve düşük maliyetli çözümler arandığında merkezî santral sistemleri devreye girer. Aboneler, abone hatlarla santrale bağlanırlar. Santralin temel fonksiyonu, abonenin isteğine göre o abonenin terminalini istediği abonenin terminaline bağlamak ve haberleşme sona erdiğinde çözmektir. Telefon santralleri; güç devresi, ana kart, abone kartı, dış hat kartı ve besleme üniteleri olmak üzere beş ana parçadan meydana gelmektedir.



Görsel 5.1: Manuel telefon santrali

Konsol

Konsol, değişik özelliklere sahip merkezî bir telefon çeşididir. Bu telefonla santrale çeşitli kodlar girilerek istenen özellikler aktif hâle getirilir. Bu telefon üzerinde gösterge ve özel fonksiyonlu tuşlar vardır. Standart telefonlardan ayrılan en önemli özelliği, santral üreticilerinin konsolları kendi sistemine göre üretmesidir (Görsel 5.2).



Görsel 5.2: Konsol

Telefon Makinesi

Birbirinden uzak yerlerde bulunan kişilerin sözlü haberleşmesine olanak sağlayan cihazlardır (Görsel 5.3). Tuşlu ton aramalı telefon makineleri ve kadranlı ya da tuşlu telefon makineleri olmak üzere günümüzde standart olarak en yaygın kullanılan iki tip sabit telefon vardır.



Görsel 5.3: Kadranlı telefon ve tuşlu ton aramalı telefon

Faks Cihazı

Telefon hatları sadece ses sinyallerini taşımaz. Faks makineleri, telefon hatlarından yararlanarak karşılıklı bulunan faks makinesi sayesinde görsel ve yazınsal (dijital veri) verilerin aktarılmasını sağlar. Bunu yapabilmek için bu cihazlar, dijital veriyi telefon hatlarıyla gidebilecek formata sokar. Alıcı taraftaki cihaz da bu veriyi tekrar dijital hâle dönüştürür. Hataları düzelterek orijinal bilgiyi tekrar elde etmiş olur. Dijital bilgileri telefon hattı üzerinden gönderen cihazlara **modem** denir. Hem gönderen hem alıcı tarafında birer modem bulunur (Görsel 5.4).

Faks cihazının işlemleri aşağıda sıralanmıştır.

- Bir doküman veya resmî optik okuyucuyla tarayarak dokümanın yazı kısımlarını 1, boş kısımlarını 0 olarak kodlar.
- Veriler modem tarafından analog hâle getirilerek telefon hattı üzerinden gönderilir.
- Alıcı tarafta bu bilgiler tekrar modem tarafından dijitale dönüştürülür.
- Alıcı, bu dijital veriyi bir kâğıda basar.



Görsel 5.4: Faks makinesi

Modem

Bilgilerin (verinin) sayısal-analog ve analog-sayısal dönüşümlerini yaparak uzak yerlere aktarılmasını sağlayan ağ cihazıdır.

Yedek Besleme Ünitesi

Elektrik enerjisinin kesilmesine karşı besleme ünitelerine akü bağlanır. Besleme ünitesi, aküleri şarj eder. Elektrik kesilmesi durumunda beslemeye akü üzerinden devam edilir. Santralin modeline göre bir veya iki adet akü bağlanması uygundur (Görsel 5.5).



Görsel 5.5: Akü modülü devresi

5.1.2. Bina İçi Elektronik Haberleşme Tesisatının Teknik Şartnamesi

Bu şartname; bina içi ile binadan işletmecilerin tesisatına kadar olan ve elektronik haberleşme hizmeti sağlayan her türlü kablo, donanım teçhizatı usullerini kapsar.

Amaç

Amaç; elektronik haberleşme sektöründe hizmet veren işletmecilerin etkin ve sürdürülebilir rekabet ortamında verimli hizmet sunabildiği, binaların statüsünün korunduğu, gelişen teknolojilere uyumun olduğu ve tüketicilerin işletmeci seçme özgürlüğünün bulunduğu koşulların sağlanmasını temin etmek için gerekli bina içi elektronik haberleşme tesisatı özelliklerini belirlemektir. Buna ilaveten, bu şartnameyle inşaat firmalarının, elektronik haberleşme hizmeti veren işletmecilerin ve kullanıcıların sorumluluk alanları da belirlenmektedir.

Kapsam

Bu şartname, bina içiyle binadan işletmecilerin tesisatına kadar elektronik haberleşme hizmeti sağlayan her türlü donanımı ve bunların yüklenici tarafından tesis usullerini kapsar.

İlkeler

- Etkin ve sürdürülebilir rekabetin tesis edilmesi
- Elektronik haberleşme hizmetlerine kolay erişim sağlanması
- Son kullanıcılara daha ekonomik hizmet edilmesi
- Ülke kaynaklarının verimli kullanılması
- Elektronik haberleşme tesisatında yerli takım ve malzeme kullanımının artırılması

- e) Elektronik haberleşme altyapısının ve donanımının ortak kullanımının sağlanması
- f) Bina statığının ve çevre estetiğinin korunması
- g) Tüketici haklarının korunması

Tanımlar

Bu şartnamede geçen ifadelerin tanımları aşağıdaki gibidir.

a) Bina içi elektronik haberleşme tesisi: Bina içinde elektronik haberleşme hizmetini sunmak için kullanılan tesisatır.

b) Elektronik haberleşme sistem odası: Yüklenicinin veya işletmecilerin bina ana giriş terminal kutularını ve/veya aktif cihazlarını koyabilecekleri odadır.

c) CAT6 prizi: CAT6 kablunun odalarda sonlandırıldığı yerdir.

ç) RG6 prizi: RG6 kablunun odalarda sonlandırıldığı yerdir.

d) F/O prizi: F/O kablunun odalarda sonlandırıldığı yerdir.

e) Terminal kutusu: Terminal bloklarının yerleştirilebileceği kapaklı kutudur.

f) Bina ana hat tesisi: Daire içi zayıf akım panosuyla bina ana giriş terminal kutusu ve çatıda yer alan çanak anten arasındaki bağlantıyı sağlayan tesisatır.

g) Bina ana giriş terminal kutusu: Yüklenici tarafından bina ana giriş terminallerinin monte edildiği kapaklı kutudur.

ğ) Terminal bloku (patice panel): Elektronik haberleşme hizmetlerinde kullanılan kabloların bina ana giriş terminal kutuları ve daire içi zayıf akım panosuna bağlantılarının düzenli bir biçimde yapılabilmesi için kullanılan bağlantı elemanıdır.

h) Dikey şaft: Bina içi elektronik haberleşme sistem odasından çatıda yer alan çanak antene kadar uzanan ve katlar arası kablo bağlantılarını sağlamak için kullanılan dikey boşluktur.

ı) Daire içi zayıf akım panosu: Elektronik haberleşme kablolarının daire içine dağıtıldığı panodur.

i) Yüklenici: Yapı müteahhididir.

Elektronik Haberleşme Sistem Odası

Daire sayısı sekiz ve üzeri olan binalarda elektronik haberleşme sistem odasının yapılması zorunludur. Elektronik haberleşme sistem odası bulunmayan binalarda bina ana giriş terminal kutusu bulunur. Elektronik haberleşme sistem odası; en az 2 m kenar uzunluklarında, 2 m yükseklikte ve Tablo 5.1'de belirtilen genişlikte olmalıdır.

Tablo 5.1: Elektronik Haberleşme Sistem Odasının En Az Büyüklükleri	
Binadaki Toplam Daire Sayısı	Elektronik Haberleşme Sistem Odasının En Az Genişliği (m ²)
8-39	≥6
40-79	≥8
≥80	≥10

Binanın Ana Hat Tesisatı

Daire içi zayıf akım panosundan elektronik haberleşme sistem odasına (bina ana giriş terminaline) kadar farklı hizmet türlerince ihtiyaç duyulan kabloları döşemek için boru ya da dikey bir şaft bulunur. Daire sayısı sekiz ve üzeri olan binalarda dikey şaft bulunması zorunludur. Dikey şaftın büyüklüğü binadaki daire sayısına göre Tablo 5.2'ye uygun olur. İhtiyaç duyulması hâlinde birden fazla şaft bulundurulabilir. Dikey şaft yapma zorunluluğu bulunmayan binalarda dikey şaft veya en az 2x100 mm çapında boru dikey olarak tesis edilir.

Tablo 5.2: Dikey Şaft Genişliği	
Binadaki Daire Sayısı	Dikey Şaftın En Az Genişliği (m ²)
8-39	≥0,3
40-79	≥0,5
≥80	≥1

5.2. BİNA İÇİ SİSTEM ODASININ KURULUMU

Sistem odası; telefon santrali, Türk Telekom dağıtım kutusu, güvenlik kamerası sistemleri, yangın ihbar sistemleri ve hırsız alarm sistemleri gibi zayıf akım tesisatının bulunduğu yerdir (Görsel 5.6).



Görsel 5.6: Elektronik haberleşme sistem odası

5.2.1. Elektronik Haberleşme Sistem Odasının Tasarımı

Sistem odası, belli bir plana göre tasarlanmalıdır. Tasarı aşamaları aşağıda sıralanmıştır.

- Oda tasarımıdan önce sistem odasında kullanılacak malzemelere karar verilmelidir.
- Santral, modem ve diğer cihazlar aynı kabin içinde mi yer alacak yoksa her sistem farklı kabinlerde yer alıp aynı alan içinde mi toplanacak belirlenmelidir.
- Telefon ve varsa diğer sistemlere ait kablolar için yer yükseltisi bırakılarak kablolar ayakaltından kaldırılıp karmaşanın önüne geçilmelidir.
- Telefon ve diğer cihazların kabloyla bağlantısında her zaman yedek uzunluk bırakılmalıdır.

5.2.2. Elektronik Haberleşme Sistem Odası Kurulurken Dikkat Edilecek Hususlar

- Daire sayısı 8 ve üzeri binalarda yapılması zorunludur.
- Elektronik haberleşme sistem odası, cihazların ve tesisatın zarar görmeyeceği havalandırma ve nem bakımından uygun şartları taşıyacak şekilde zemin veya bodrum katta yer almalıdır.
- Enerji ihtiyacının karşılanması için sistem odalarında en az 4 elektrik prizi olmalıdır.
- Kat sayısı 20'den fazla olan binalarda her 20 katta bir yeni bir sistem odası ayrılmalıdır.
- Bir kenarı ve yüksekliği en az 2 m olmalıdır.
- Daire sayısına göre 8-39 daire için $\geq 6 \text{ m}^2$, 40-79 daire için $\geq 8 \text{ m}^2$ ve ≥ 80 daire için $\geq 10 \text{ m}^2$ alana sahip olmalıdır.
- CAT6 ve RG6 kabloları için ayrı ayrı terminal kutuları olmalıdır.
- Sistem odası uygun şekilde aydınlatılmalıdır.

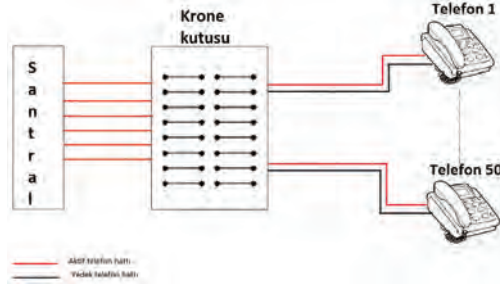
Bilgi Kutusu

CAT6: Ethernet tabanlı bilgisayar ağlarında kullanılan ve gigabit hızında veri taşıma kapasitesine sahip çift bükümlü bir kablodur. CAT6, 250 MHz'e kadar performansa sahiptir ve 100 m'ye kadar kullanılabilir. İletişim frekansı 500 MHz'dir. Günümüzde telefon santrallerinde kullanımı tercih edilmektedir.

RG6: Uydu sistemlerinde sinyalin taşındığı iletim hattı kablosudur.

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sistem odasını kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 5.7: Basit bir sistem odasının çizimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Santral		1 adet
Krone kutusu		1 adet
Krone sacayağı		1 adet
Krone bıçağı		1 adet
Klemens		1 adet
Kablo	CAT3-CAT5	1 m

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Devre şemasına göre kullanılacak elemanların yerlerini belirleyiniz (Sistem odasında ek olarak yangın alarm sistemi, hırsız alarm sistemi, güvenlik kamera sistemleri vb. gibi sistemler yer alacaksa bu elemanların yerlerini de planlayınız.).
3. Devre şemasına göre boruların içinden kabloları geçiriniz.
4. Santral ile krone arasındaki bağlantıyı yapınız (Görsel 5.7).
5. Terminal kutusu bağlantısını yapınız.
6. Dâhilî telefonların aktif ve yedek hat bağlantılarını yapınız.
7. Kurulan sistemi test ediniz. Çalışmayan elemanlar veya yanlış hat bağlantıları varsa gerekli düzeltmelerden sonra sistemi test ediniz.
8. Yaptığınız işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
9. Çalışma ortamını temizleyiniz.

Uygulamaya İlişkin Soru

Sistem odası kurulurken dikkat edilecek hususlar nelerdir? Yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME		TARİH	.../.../20....
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri		Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2	BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3	BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4	TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5	SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN		100	

5.3. BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATI PROJELERİ

Bina içi elektronik haberleşme tesisatı teknik şartnamesinde, projenin hazırlanmasına dair esaslar dikkate alınarak proje çizilmelidir.

5.3.1. Bina İçi Haberleşme Tesisatında Kullanılan Semboller ve İşaretler

Bina içi telefon tesisatı bulunmayan binalarda hem arıza sayısı artmakta hem de bu tür bağlantılar kaçak görüşmelere imkân vermektedir.

Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nin Zayıf Akım Tesisleri başlıklı maddesinde belirtildiği gibi yeni yapılan binalarda ankastre tesisat projesi Türk Telekom tarafından hazırlanan teknik şartnameye uygun olmalıdır. Proje kontrol edilmeden yapı ruhsatı düzenlenmemesi, projenin doğru olarak uygulanıp uygulanmadığının yapı yerinde kontrol edilmesi, şartname hükümleri dışında kalan yapılara yapı kullanım izni düzenlenmemesi ve eski binalarda da standarda uygun olmayan ankastrenin zaman içinde düzeltilmesi gerekmektedir.

Türk Telekom AŞ tarafından hazırlanan bina içi teknik şartnamesinde kroki çizimi esnasında uyulması gereken koşullar verilmiştir. Şartnamede yer alan bilgilerden bazıları aşağıda açıklanmıştır.

Bina İçi Telefon Tesisatı: Binanın ana giriş terminal kutusundan itibaren abone nezdindeki cihazların telefon şebekesine bağlantısını sağlayan tesisattır.

Telefon Prizi: Telefon makinesinin bina içi telefon tesisatına bağlandığı yerdir. TSE standartlarına uygun RJ11 konnektörlü (bağlayıcı) telefon prizleri kullanılmalıdır.

Kat Telefon Terminali: Zorunlu hâllerde, kattaki telefon prizinden gelen hatlarla binanın ana giriş terminalinden gelen hatların bağlandığı terminaldir.

Ara Telefon Terminali: İhtiyaç duyulması hâlinde katlardaki telefon prizinden gelen hatlarla binanın ana giriş terminalinden gelen hatların bağlandığı terminaldir.

Bina Ana Giriş Terminali: Telekomünikasyon şebekesi ile binanın ana hat tesisatının bağlandığı terminaldir.

Ana Hat Tesisatı: Kat veya ara telefon terminalleri ile binanın ana giriş terminali arasındaki bağlantıyı sağlayan tesisattır.

Ara Terminal Kutusu: Birden fazla kata hizmet eden kapaklı terminal kutusudur.

Kat Terminal Kutusu: Kat telefon terminallerinin monte edildiği kapaklı kutudur.

Bina Ana Giriş Terminal Kutusu: Bina ana giriş terminalinin monte edildiği kapaklı kutudur. Bu kutular yeterli korumayı sağlayacak bir malzemeden yapılmalıdır.

Terminal Bloku: Telefon kablolarının kat, ara ve bina ana giriş terminal kutularında bağlantılarının düzenli bir biçimde yapılabilmesi için kullanılan bağlantı elemanlarıdır. Terminal blokları sıkıştırılmalı biçimde olmalıdır. Türk Telekom tarafından uygun görülen terminal bloku kullanılmalıdır. Vidalı bağlantı elemanları kullanılmamalıdır. Bina ana giriş kutularında tek tip terminal kullanılmalıdır.

Telefon Tesisat Sortisi (Telefon Priz Tesisatı): Tesisat, telefon prizlerinden zorunlu hâllerde kullanılacak kat veya ara telefon terminallerine kadar PVC boru veya özel kanal içinden en az 0,5 mm çapında bakır iletkenli, PVC izoleli, PVC kılıflı elektriksel özelliklere uygun bina içi telefon kablosu çekilmek suretiyle yapılmalıdır. Kullanılacak malzemeler TSE standartlarına uygun olmalıdır. Telefon prizinden kat veya ara telefon terminaline kadar olan kablolar yekpare olarak çekilmeli ve uçları terminale bağlanmalıdır.

Telefon Tesisatı Paralel Sortisi (Telefon Paralel Priz Tesisatı): Tesisat, telefon prizinden paralel priz konacağı yere kadar PVC boru veya özel kanal içinden en az 0,5 mm çapında bakır iletkenli, PVC izoleli, PVC kılıflı UTP CAT5E kablo çekilerek yapılmalıdır. Kullanılacak malzemeler TSE standartlarına uygun olmalıdır. Paralel priz kabloları prizlerden itibaren yekpare olarak çekilmeli ve uçları telefon prize bağlanmalıdır.

Ana Hat Tesisatı: Tesisatta, zorunlu hâllerde konan kat veya ara telefon terminalinden bina ana giriş terminaline kadar PVC boru veya özel kanal içinde UTP CAT5E kablosu kullanılmalıdır. Kablolar her kat veya ara telefon terminalinden bina ana giriş terminaline kadar yekpare olarak çekilmelidir.

Telefon Terminal Kutuları

Kat ve Ara Terminal Kutuları

- Kat ve ara terminal kutuları, zorunlu hâllerde konmalı ve yeterli korumayı sağlayabilecek bir malzemeden yapılmalıdır. Kabloları termine etmek için şartnamede belirtilen ve projesine uygun

telefon irtibatını sağlayacak terminal bloku kullanılmalı ve bu terminal bloku kutu içine yerleştirilmelidir.

- Kat ve ara terminal kutuları, katlarda çalışmaya uygun yerlerde, nemsiz ortamlarda ve kuvvetli akım tesisatından uzakta olmalıdır.
- Kat ve ara terminal kutuları zorunlu olarak nemli yerlerde tesis edilecekse nem sızdırmayacak şekilde etanj malzeme kullanılmalıdır.

Bina Ana Giriş Terminal Kutuları

- Bina ana giriş terminal kutuları, yeterli korumayı sağlayabilecek bir malzemeden yapılmalıdır. Şartnamede belirtilen ve projesine uygun kapasitede telefon onun yerine bağlantısını karşılamalıdır. Kilit tertibatı kaçak görüşmelere meydan vermeyecek ve dış kaynaklı tahribata karşı koruyacak şekilde yapılandırılmalıdır. Terminal bloku kullanılmalı ve bu terminal bloku kutu içine monte edilmelidir.
- Bina ana giriş terminal kutusu çalışmaya uygun yerlerde tesis edilmelidir. Kutunun nemli ortamlara tesis edilmemesi sağlanmalıdır. Zorunlu olarak nemli yerlere kurulması gerekirse nem sızdırmayacak şekilde etanj malzeme kullanılmalıdır.
- Bina ana giriş terminal kutusu; kuvvetli akım tesisatı, zil tesisatı vb. tesisattan uzakta ve bunlardan etkilenmeyecek şekilde giriş ve çıkışı her an mümkün olan nemsiz, aydınlık bir yerde tesis edilerek en az 5 daireye sahip yerleşim yerlerinde tercih edilmelidir.
- Bina ana giriş terminal kutusu tek kutu olacak şekilde monte edilmelidir. Pano, gömme tipte ve kilit düzenine sahip olmalıdır. Panoda topraklama irtibat yeri olmalı ve kablo giriş yeri perfore olmalıdır.
- Bina ana giriş panolarından tali ek odasına veya Türk Telekom şebekesine giden kablo galvaniz boru eş değer bir koruma içinde olmalıdır (Açıkta giden kablo olmamalıdır.).
- Bina ana giriş kutularının içinde abone bağlantılarını gösteren şematik plan bulundurulmalıdır. Her bir kablonun üzerinde, kablonun hangi daireye gittiğini belirten etiketler bulunmalı ve bu etiketlerin üzerinde her dairenin numarası yazmalıdır.
- Bu kutuların Türk Telekom tarafından verilen hizmetler ile ilgili bakım işletme sorumluluğu Türk Telekom aittir.
- Panolara en az bir adet 220 V AC priz konmalıdır. Pano boyutları aşağıdaki gibidir.
 - 5-10 daire barındıran binaların girişlerinde en az 30x40 cm (genişlik-yükseklik)
 - 11-20 daire barındıran binaların girişlerinde en az 40x50 cm (genişlik-yükseklik)
 - 20 ve üzerinde daire barındıran binaların girişlerinde en az 50x60 cm (genişlik-yükseklik) ebatlarında olmalıdır.

Türk Telekom Şebekesine Bağlantı Tesisatı

- Binalarda telekomünikasyon şebekesine bağlantı sağlamak için bina ana giriş terminal kutusunun bulunduğu yerden bina dışına kadar (bahçeli yerlerde bahçe dışına kadar), en az 1 adet 100 mm'lik HDPE boru içinden tercihe bağlı olarak PD-PAP ya da KPDP-AP kablo kullanılarak çıkış yapılmalıdır. Boru zeminden 40 cm derinliğe ve usulüne uygun olarak döşenmelidir. Ayrıca diğer telekomünikasyon hizmetleri için gerektiği takdirde ilave boru konabilir.
- Bina kablo girişi ile ön cephe parsel sınırı arasındaki mesafe 5 m'den fazlaysa bina girişine ebatları en az 60x80 cm olan tali ek odası (plastik veya beton) yapılmalıdır. Konan tali ek odasından parsel dışına kadar en az 1 adet 100 mm'lik HDPE boru (Türk Telekom şebekesine doğru) kullanılmalıdır. Tali ek odasından binaya giden kısımda ise en az 2 adet 50 mm'lik HDPE kullanılmalıdır.
- Birden fazla giriş olan binada bir tane bina ana giriş terminal panosu olmalıdır.

Bina İçi Telefon Tesisatı Topraklaması

- Bina ana giriş terminal kutusunun topraklanması mevcut standartlara uygun olarak yapılmalıdır. İşaretler bir liste hâlinde dosyada bulundurulmalıdır.
- Projeler 210x297 mm ebadında katlanarak dosyalanmalıdır.

Bina İçi Telefon Tesisatı Projesinin Hazırlanmasına Dair Esaslar

- Proje hazırlanırken meskenlere en az iki adet telefon sortisi konmalıdır. Kat veya ara telefon terminalleri ile bina ana giriş telefon terminalleri arasında her bir daire için 1 adet CAT5E kablo çekilmelidir.
- Her sorti, kat veya ara telefon terminallerine yekpare olarak bağlanmalıdır.
- Kat veya ara terminal kutuları genellikle merdiven sahanlıklarına konmalıdır. Kutular zeminden yaklaşık 2 m yükseklikte olmalıdır.
- Her kat veya ara terminal kutusundan bina ana giriş terminaline kadar kablolar yekpare olarak çekilmelidir. Ankastre tesisatı merdiven boşluğundan sıva altı olarak çekilmeli, kaçak görüşmelere meydan vermemek için bir daireden başka bir daireye geçecek şekilde tesisat yapılmamalıdır.
- Her bir katta 10 adetten fazla telefon hattı varsa kat terminal kutusu kullanılması tavsiye edilir.
- Tesisatta kullanılacak boru çapları, çekilen kabloların dış çaplarının en az iki katı olmalıdır.

Her katın krokisi veya mimari çizimi üzerinde aşağıdaki hususlar belirtilmelidir.

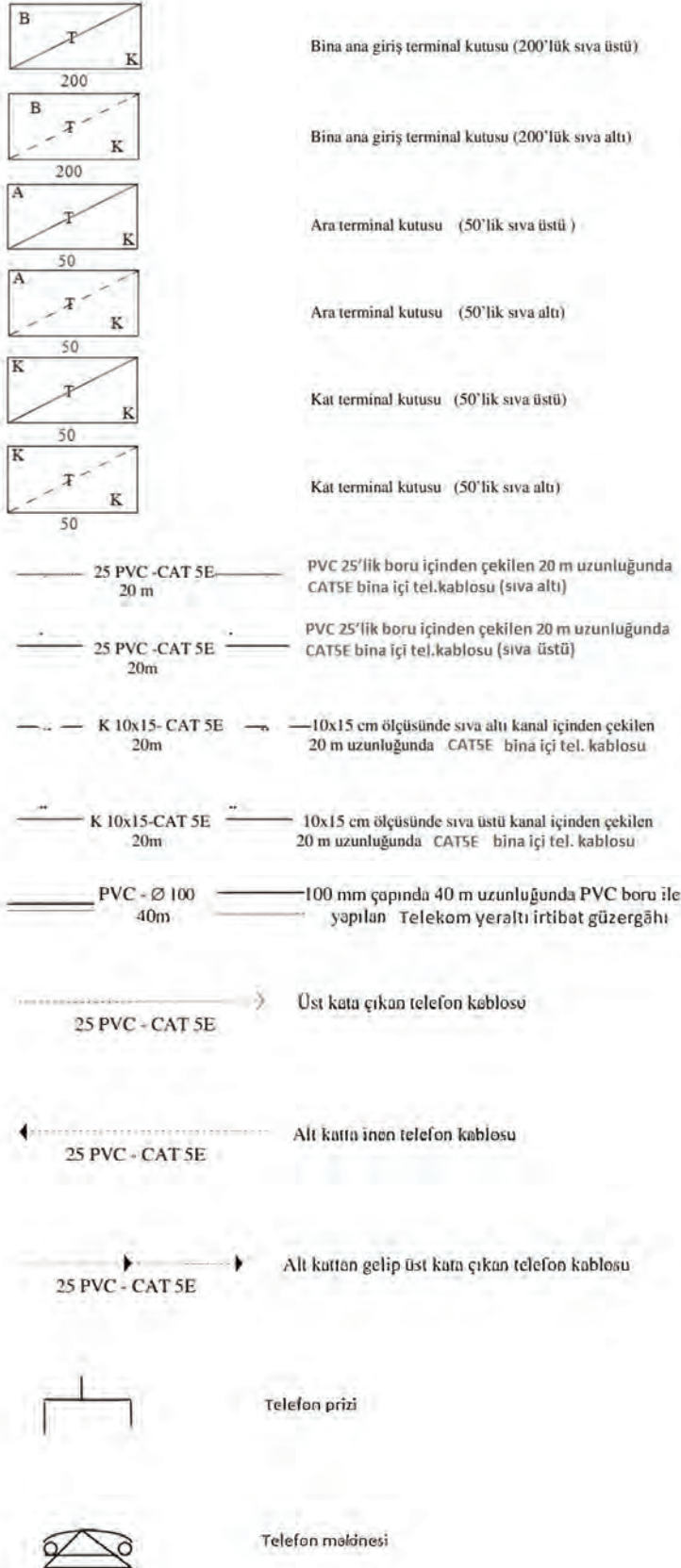
- Telefon sortilerinin bulunduğu noktalar
- Kat veya ara telefon terminal kutularının bulunduğu noktalar
- Bina ana giriş terminal kutusunun bulunduğu noktalar
- Bina ana giriş terminal kutusunun Telekom şebekesine bağlanacağı borunun güzergâhı
- PVC boru çapı ve uzunluğu

Proje dosyasının içinde bulunacak doküman aşağıdaki gibidir.

- Projede kullanılacak işaretler Görsel 5.8'de görüldüğü gibi olmalı, bunların dışında kullanılacak özel işaretler bir liste hâlinde dosyada bulundurulmalıdır.
- Projeler 210x297 mm ebadında katlanarak dosyalanmalıdır.

Tablo 5.3: Bina İçi Telefon Kablosu ve Boru Çapları

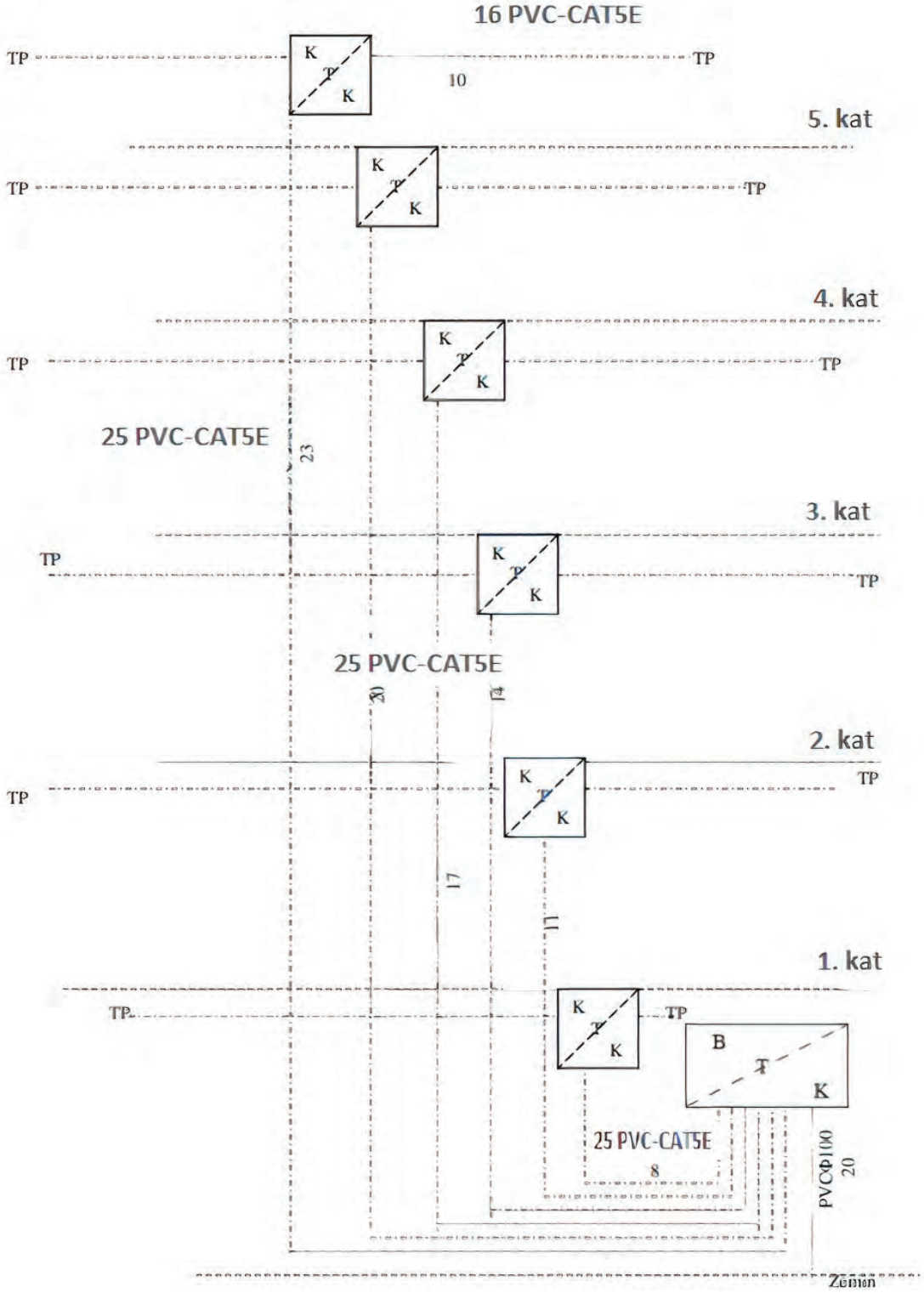
İletken Çift Adedi ve Çapı (mm)	Kabloların Nominal Dış Çapı (mm)	PVC Boru Çapları (mm)
2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	5	14
3 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	5,5	14
4 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	6,5	14
6 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	7,5	16
10 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	8	18
15 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	9,5	25
20 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	10	25
30 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	12	25
50 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	15	32
100 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	21	50



Görsel 5.8: Bina içi telefon tesisatında kullanılan işaretler ve semboller

5.3.2. Montaj Krokisinin Çizimi

Montaj krokisi Görsel 5.9'daki çizimde gösterilmiştir.



Görsel 5.9: Montaj krokisi

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak bina içi haberleşme tesisatında kullanılan işa-
retleri ve sembolleri çizmek.

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özellği	Miktarı
Kalem	2H-HB (kurşun)	1 adet
Kâğıt	A4	1 adet
Cetvel		1 adet

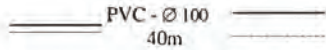
Tablo 5.4: Bina İçi Haberleşme Tesisatı Sembolleri

Malzemenin Adı	Tesisat Sembolü
Telefon Prizi	
Bina Ana Giriş Terminal Kutusu (200'lük Sıva Altı)	
Bina Ana Giriş Terminal Kutusu (200'lük Sıva Üstü)	
Ara Terminal Kutusu (50'lik Sıva Altı)	
Ara Terminal Kutusu (50'lik Sıva Üstü)	
Kat Terminal Kutusu (50'lik Sıva Altı)	
Kat Terminal Kutusu (50'lik Sıva Üstü)	
Telefon Makinesi	

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Tablo 5.4'te verilen malzemelerin tesisat sembollerini uygun yere çiziniz.
3. Yaptığınız çizimi atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.

Uygulamaya İlişkin Soru



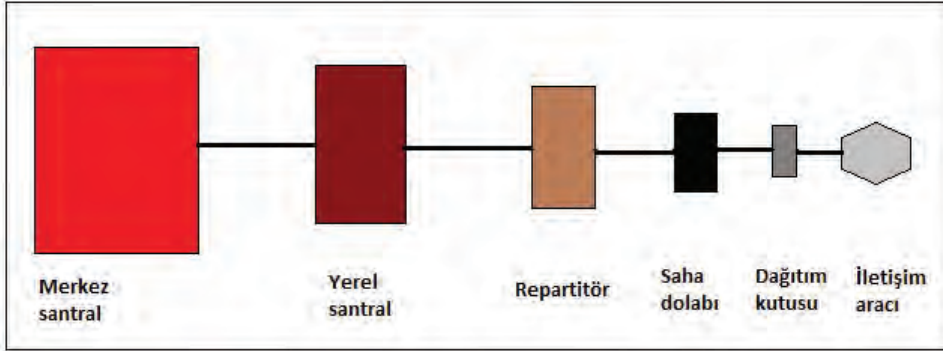
işaretinin açıklamasını yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20....
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

5.4. BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATININ MONTAJI

Bina içi haberleşme tesisi, telefon şebekesinin temel blok şemasına göre monte edilir (Görsel 5.10).

5.4.1. Bina İçi Haberleşme Tesisatında Kullanılan Malzemeler



Görsel 5.10: Telefon şebekesinin temel blok diyagramı

Repartitör: Santral tarafından gelen kablolarla şebeke tarafından gelen kabloların bağlantısının yapıldığı yerdir.

Prensipal Kablo: Repartitörden saha dolabına yer altından gelen kablolardır.

Lokal Kablo: Saha ile dağıtım kutusu arasındaki kablodur.

Dağıtım Kutusu: Yerel şebeke ile abone hattının bağlantısının yapıldığı noktadır.

Abone Kablosu: Dağıtım kutusu ile ankastrenin bağlandığı kablodur.

Ankastre: Bina giriş terminal kutusu ile telefon arasındaki bağlantının yapıldığı tesisattır.

Saha Dolabı: Prensipal kablo ile yerel kablonun bağlantısının yapıldığı noktadır.



Görsel 5.11: Saha dolabının iç ve dış görüntüsü

5.4.2. Bina İçi Telefon Tesisatının Kablo Çeşitleri ve Özellikleri

Radyolink aktarımı kullanılmayan tüm iletişim sistemlerinde ses ve veri aktarımı kabloyla yapılır.

Bilgi Kutusu

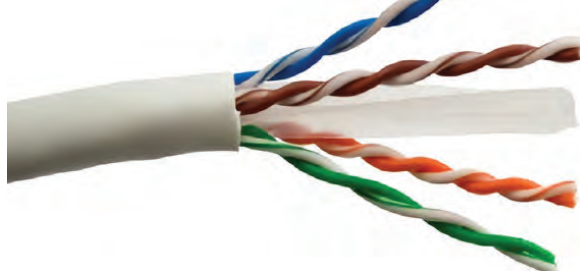
Radyolink: İki nokta arasında elektromanyetik dalgalarla iletişim kuran bir sistemdir.

Per: Telefon kablolarında her bir çiftte verilen isimdir.

Telefon Kablosu

Kullanıcıların (abonelerin) birbirleri arasında iletişim kurmaları amacıyla özel olarak tasarlanmış kablolardır. Telefon kabloları evin dışında bulunan telefon ağ kutusuyla evde bulunan telefonu bağlamak için kullanılır. Evlerde veya şirketlerde birden fazla odada telefon kullanılacaksa odalara telefon prizi bağlantısı yapılmalıdır.

Telefon teli tek bir aboneye hizmet verir. Telefon kablosunun içinde ise birçok telefona hizmet verebilecek sayıda tel çiftleri (per) bulunur. 10, 20, 30, 50, 100'den 1.800 pere kadar telefon kabloları mevcuttur (Görsel 5.12).



Görsel 5.12: Telefon çiftleri (per)

Telefon kablolarında iletken olarak bakır kullanılır. Bakırın dış yüzeyi oksitlenmeye karşı kalayla kaplanır. Kalayla kaplanan bakır iletkenler daha sonra PVC ile kaplanır.

Kablo makara etiketlerinde yazılan kısaltmaların anlamları aşağıdaki gibidir (Görsel 5.13).

- P:** Polietilen izolasyon
- D:** Dörtlü denge düzeni
- K:** Körüklü
- A:** Alüminyum ekranı
- A:** Askı teli



Görsel 5.13: KPD-AP ve KPD-AP-A telefon kabloları

Telefon Kablosunun Çekilmesi

Abone hatları santralden abone telefonuna doğrudan götürülemez. Santralden gelen hatlar ile abonelerden gelen hatlar yan yana iki ayrı reglet adı verilen kutulara girilir (Görsel 5.14). Telefon kabloları reglet üzerine bağlanır. Bu şekilde tesisat ile santral tarafı tamamen bağımsız hâle gelir ve değişiklikler kolayca yapılır. Regletin kepek, krone, pouyet gibi çeşitleri bulunur. Kaliteli olması nedeniyle piyasada en çok krone kullanılmaktadır. Regletler telefon kutularının içindeki sacayaklara bağlanır.



Görsel 5.14: Reglet

Krone yatay olarak 10 adet perden meydana gelir. Bu yatay sıralardan gerektiği kadar kullanılır. Telefon kutularında abone sayısı arttıkça kutu içine 10'luk krone ilave edilir. İletkenleri reglete (krone) bağlamak için özel aparatlar kullanılır. Bu aparatlara **krone bıçağı** adı verilir (Görsel 5.15).



Görsel 5.15: Krone bıçağı

Telefon Kablosu Çekilirken Dikkat Edilecek Hususlar

- Projede kullanılacak kablonun tipi belirlenir.
- Telefon kablosu için ayrı boru tesisatı çekilmelidir.
- Telefon kablosunun çekildiği boru içinden başka tesisata ait kablo çekilemez.
- Kullanılan ekipman İç Tesisat Yönetmeliği'ne uygun olmalıdır.

Telefon Kablosuna Ek Yapımı

Telefon kablolarına bazı durumlarda ek yapmak gerekebilir. Bu durumlarda hazırlanmış terminaller kullanılır. Bu terminallere **yak** veya **boncuk** adı verilir. Küçük konnektörler yak-1, büyük konnektörler yak-2, yak-3 olarak adlandırılır (Görsel 5.16).



Görsel 5.16: Yak-1, yak-2, yak-3 konnektörleri



Görsel 5.17: Yak sıkma pensesi

Telefon Prizi

Bina içi tesisatta telefon kablosunun takıldığı prizlere **telefon prizi** denir (Görsel 5.18).



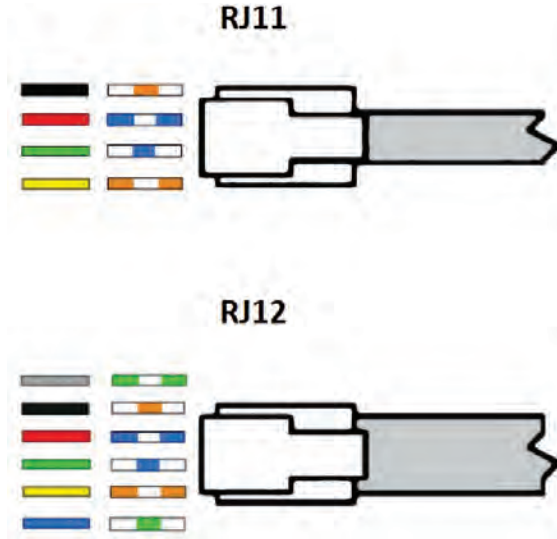
Görsel 5.18: Çeşitli telefon prizleri, fiş ve jakları

Telefon prizlerinde telefon hatları için RJ11, RJ12, RJ22 konnektörleri ile genel ağ kullanımı için RJ45 konnektörleri kullanılır (Görsel 5.19).

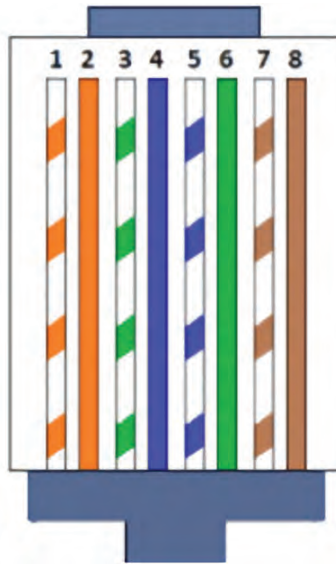


Görsel 5.19: RJ11, RJ12 ve RJ45 konnektörleri

RJ11 ve RJ12 telefon kullanımında kullanılır ve RJ45 konnektörüne göre daha küçüktür. RJ11 konnektöründe 4 adet pin bulunur. RJ12 konnektöründe 6 adet pin bulunur. RJ45 konnektöründe 8 adet pin bulunur (Görsel 5.20 ve 5.21).



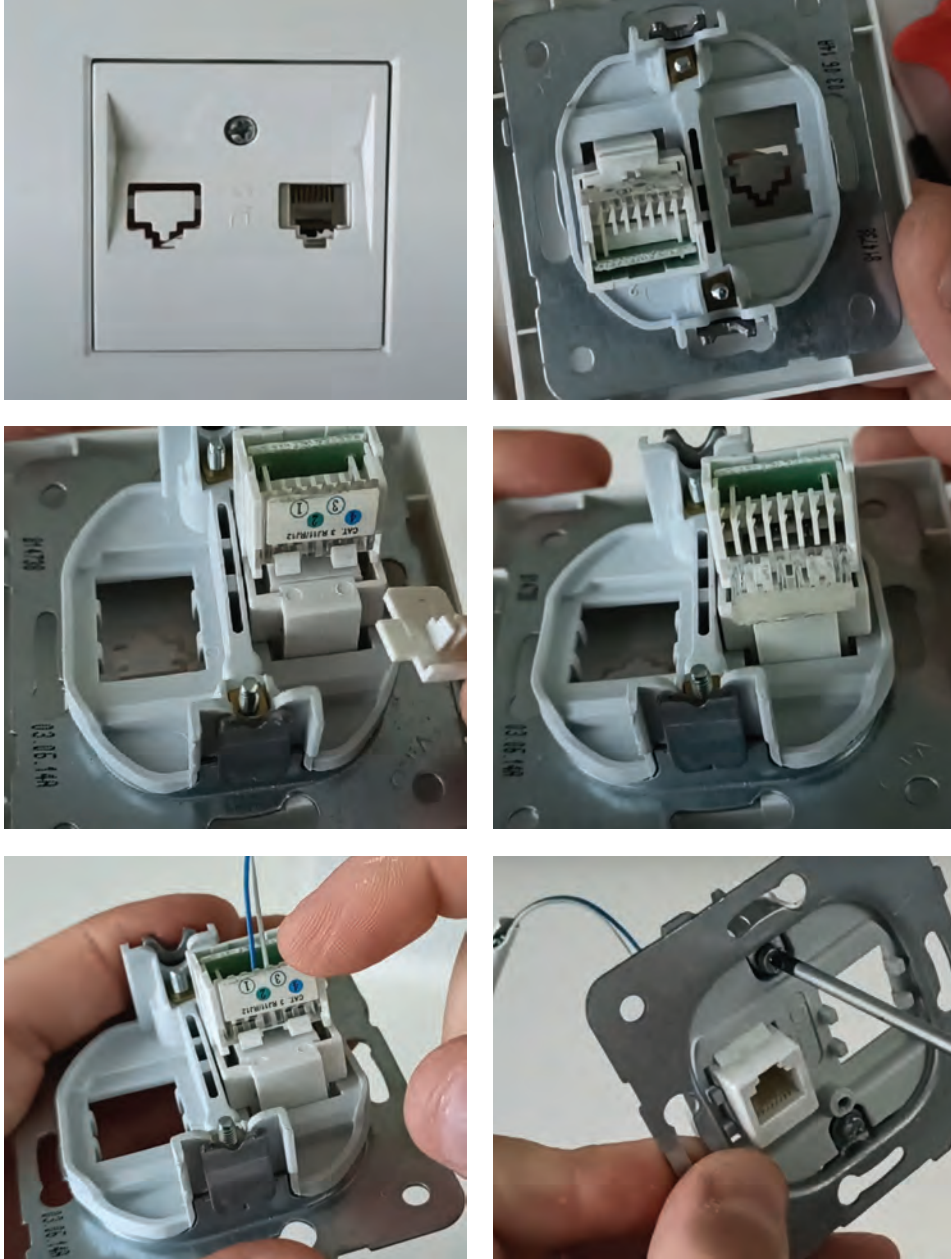
Görsel 5.20: RJ11 ve RJ12 konnektörüne iletkenlerin renklere göre takılma sırası



Görsel 5.21: RJ45 konnektörüne iletkenlerin renklere göre takılma sırası

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak telefon prizi bağlantısını yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 5.22: Telefon prizi bağlantısı

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Telefon prizi	Sıva altı	1 adet
Kablo	CAT3-CAT5	1 m
Konnektör	RJ12-RJ45	1 adet
Sıkma pensesi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Prizin arka yüzeyinde bulunan emniyet mandalını kaldırınız (Görsel 5.22).
3. Telefon kablosunun bağlantısını prizin uygun yerlerine yapınız (Görsel 5.22).
4. Sıkıştırma kolunu kaldırınız.
5. Yaptığınız işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
6. Çalışma ortamını temizleyiniz.

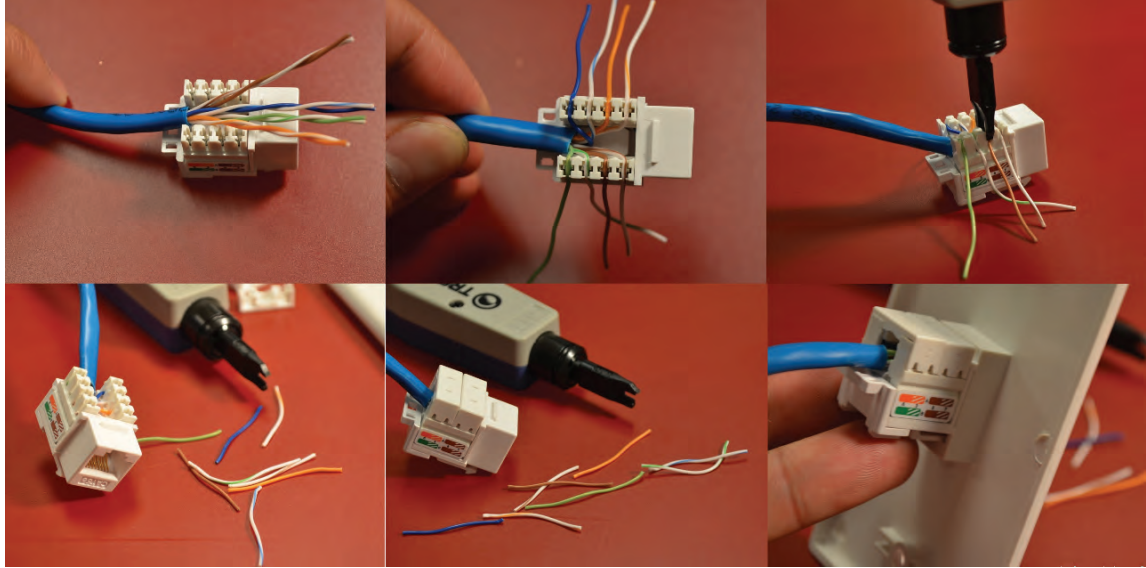
Uygulamaya İlişkin Soru

Telefon prizi çeşitlerini yazınız.

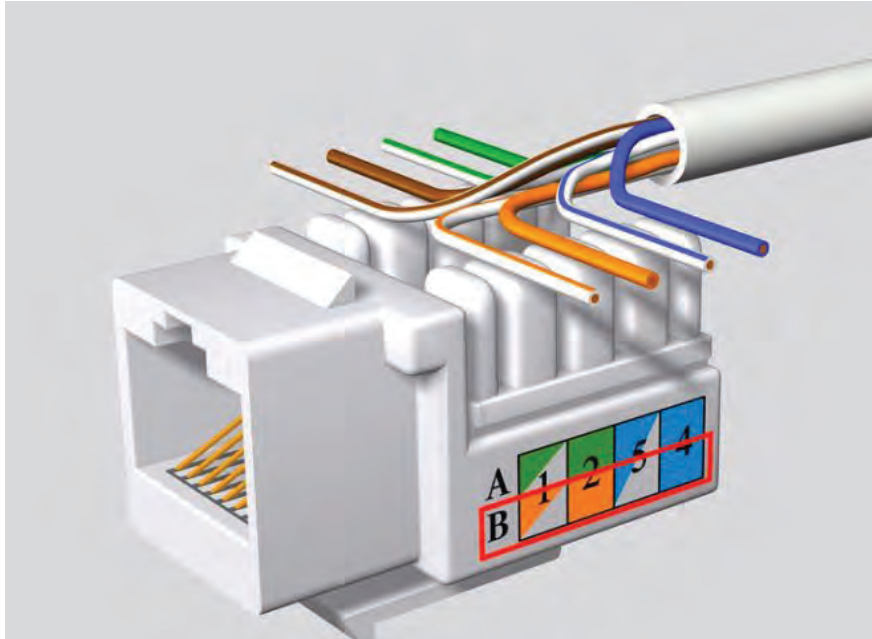
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak RJ45 data prizinin bağlantısını yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 5.23: RJ45 data prizinin bağlantı uygulaması



Görsel 5.24: Renk sıralaması

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Kablo	CAT5-CAT6	1 m
Data prizi		1 adet
Krone bacağı		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Kablonun dış yalıtım kısmını 6 cm soyunuz.
3. Soyulan kablounun çiftlerini tek tek ayırıp düzleştiriniz.
4. Renk sıralamasına uyarak iletkenleri data prizine uygun yere getiriniz (Görsel 5.24).
5. Telleri krone bıçağı ile düzgünce prize çakınız.
6. Yaptığınız işi atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
7. Çalışma ortamını temizleyiniz.

Uygulamaya İlişkin Soru

A standardının renk sıralamasını yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak telefon kablosuna yak (boncuk) konnektörü ile ek yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 5.25: Telefon kablosuna yak kullanılarak ek yapılması

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Kablo	CAT5	1 m
Konnektör	Yak-1	6 adet
Pense	Yak sıkma pensesi	1 adet
Yan keski		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Ek yapılacak telefon kablosunun dış yalıtımını yan keski ile 6 cm uzunluğunda soyunuz (Görsel 5.25).
3. Ek yapılacak kablonun aynı renk iletkenlerini eşit uzunlukta olacak şekilde kesiniz.
4. İletkenleri, yak-1 konnektöründe ayrı deliklere yerleştiriniz (Görsel 5.25).
5. Konnektör sıkma pensesi ile ek yapılan yak-1 konnektörünü sıkarak bağlayınız (Görsel 5.25).
6. Yapılan işlemi test ediniz.
7. Yaptığınız işi atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
8. Çalışma ortamını temizleyiniz.

Uygulamaya İlişkin Soru

Telefon kablosuna yak konnektörü olmadan nasıl ek yapılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

5.4.3. Santral Sistemi

Telefon şebekelerinde aboneler ve kullanıcılar arasında iletişimi sağlayan gelen ve giden aramaları otomatik yönlendiren telekomünikasyon sistemidir. Santral sistemleri ana işlevinin yanında video, telefon, sesli mesaj ve interaktif sesli cevap gibi ek işlevlere de sahip olabilir.

Santral Çeşitleri

Günümüzde yaygın kullanılan santral çeşitleri analog santral, IP santral ve sayısal (dijital) santrallerdir.

Analog Telefon Santrali

Analog santral; genellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerde tercih edilen, iletişimi merkeze bağlı kablolar aracılığıyla sağlayan modüler bir sistemdir (Görsel 5.26). Gelişen teknolojiyle birlikte analog santraller programlanabilir bir yapıya sahip olmuştur. Analog santrallerin genel özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Otomatik dış hat bekletme
- Otomatik sistem kontrolü
- Çağrı kısıtlama
- Doğrudan aboneye erişim
- Haricî çağrı yönlendirme
- Otomatik dış hat açma
- Gece servisi
- Paralel operatörler
- Sistem parametrelerini raporlama
- Uzaktan programlama
- Dâhilî abone grupları
- Faks yönlendirme

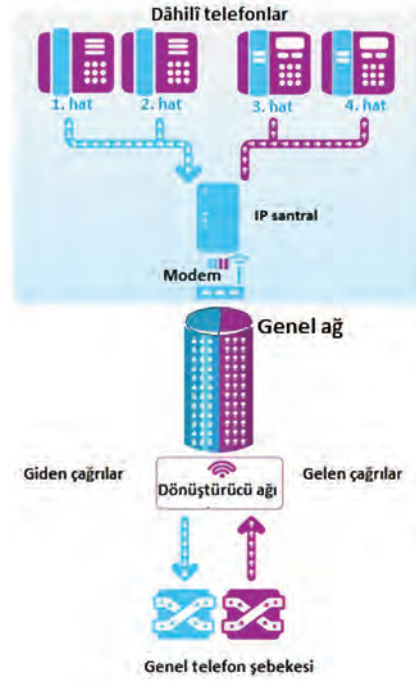


Görsel 5.26: Analog telefon santral şeması

IP Telefon Santrali

IP santral; ses, görüntü vb. iletişim gereksinimlerini ağ üzerinden IP protokolü ile ileten yazılım tabanlı telekomünikasyon sistemidir (Görsel 5.27). IP telefon santralinin avantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Yazılım tabanlı olduğundan bilgisayar, internet ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle kolaylıkla bütünleşebilecek yapıdadır.
- Telekonferans (çok katılımcı) telefon görüşmesi yapılabilir.
- Ağ üzerinden çalıştığı için aynı anda genel ağ ve IP telefonlar kullanılabilir.
- Görüntülü konuşma yapılabilir.
- Bakımı basittir, kapasite artırımı ve yönetimi kolaydır.
- Mobil cihaz aracılığı ile IP santrale bağlanıp arama yapılabilir.



Görsel 5.27: IP telefon santralinin çalışma şeması

Sayısal Telefon Santrali

Sayısal telefon santrali, genellikle kurum içi haberleşmede kullanılan bir modüler sistemdir. Sayısal telefon santrali, kullanımı kolay ve güçlü bir iletişim olanağını kullanıcılara sunar.

Telefon Santralinin Çalışma Prensibi ve Santral Yönlendirme İşlemi

Telefon santraline gelen elektrik akımı öncelikle santralin güç ünitesine ulaşmaktadır. Güç devresi bu elektrik akımını tüm santrale gönderir. Ana karta ulaşan elektrik akımı işlemciye iletilir. Telefon santralinin beyni konumundaki işlemci üzerinden santral ayarları, dâhilî numaralar vb. bilgiler bulunur. İşlemci soketlere bağlı telefonlara gerekli yönlendirmeyi yaparak çağrıyı gerçekleştirir.

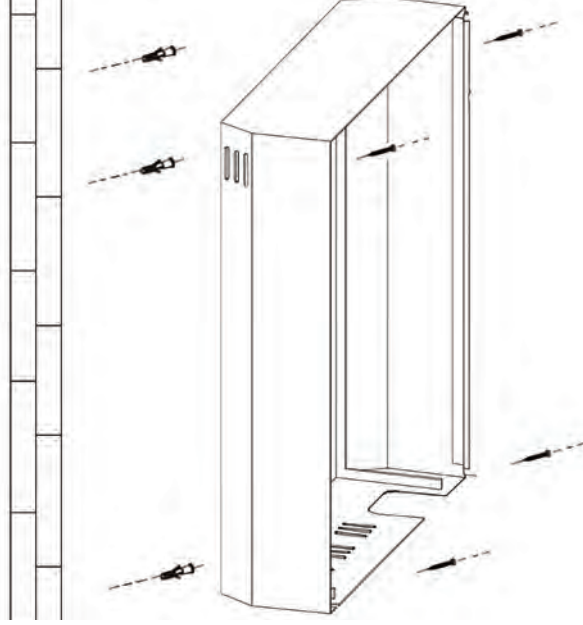
Santral yönlendirmeleri, kullanıcı isteğine ve santral sistemine bağlı olarak farklılık gösterir. Bazı santrallerde birkaç tuşla çağrı yönlendirilirken bazılarında marka ve modele göre değişiklik gösterebilen santral yönlendirme kodları kullanılır. Santral yönlendirme işleminde, gelen çağrıları yönlendirebilecek bir aboneye ihtiyaç vardır. Yönlendirme işlemini iptal etmek için cihazın üzerindeki yönlendirme tuşları kullanılır.

Telefon Santralinin Kurulumu

- Santral kurulmadan önce yer tespit edilmelidir. Santralin kurulacağı yer doğrudan güneş ışığı almayan, rutubet ve nem bulunmayan, yüksek gerilim ve manyetik alanlardan uzakta bir yer olmalıdır. İşletmelerde veya bina içinde sistem odası bulunuyorsa santral bu alana kurulmalıdır. Santrale güç sağlayacak elektrik bağlantısı, santral kurulmadan kontrol edilmelidir. Olası bir elektrik kesintisine karşı santrale akü bağlantısı yapılmalıdır.
- Dâhilî ve haricî kabloların yapılıırken renk kodlanmalı, şablon çıkartılarak bağlantı yapılmalıdır.
- Kablo uçları mutlaka priz ile bağlanmalıdır.
- IP santrali monte edilirken santrale verilen IP adres blokunda ağ bağlı cihazlar arasında IP çakışması olmamasına dikkat edilmelidir.
- IP telefon kullanılacaksa yoğun çağrı trafiğini karşılayacak bir switch (anahtar) üzerinden IP telefonlar birleştirilmelidir.
- Santral kurma işlemi bittikten sonra kullanıcıya santralin çalışma talimatı ve santral yönetim broşürü hazırlanmalıdır.

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak santrali monte etmek.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 5.28: Santral montajı

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Kabinet		1 adet
Dübel	10 mm	4 adet
Vida	10 mm	4 adet
Matkap		1 adet
Matkap ucu	10 mm	1 adet
El aletleri	Çekiç, tornavida vb.	

Santral Montajında Dikkat Edilecek Hususlar

1. Kabinet ön kapağı rahatça açılacak bir konumda olmalıdır.
2. Yerden 120 ile 160 cm yükseğe monte edilmelidir.
3. Montajın rahat yapılabilmesi için şablon kullanılmalıdır.
4. Montajın yapılacağı oda tozsuz, nemsiz ve doğrudan güneş ışığı görmeyen bir yer olmalıdır.
5. Yüksek gerilim hattı, jeneratör ve manyetik alan üreten sistemlere uzak bir yere yerleştirilmelidir.
6. Santralin enerji beslemesi sisteme özel olmalıdır. Enerji düşmesi veya kesilmesine karşı önlem alınmalıdır. Topraklama tesisatı ile topraklanmalıdır.

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Yukarıda uyulması gereken kurallara göre kabinin yerini belirleyip şablon çıkarınız.
3. Kabinet için belirlediğiniz yerleri şablon yardımıyla delerek dübelleri yerleştiriniz.
4. Kabineti yerine koyup monte ediniz.
5. Çalışma ortamını temizleyiniz.

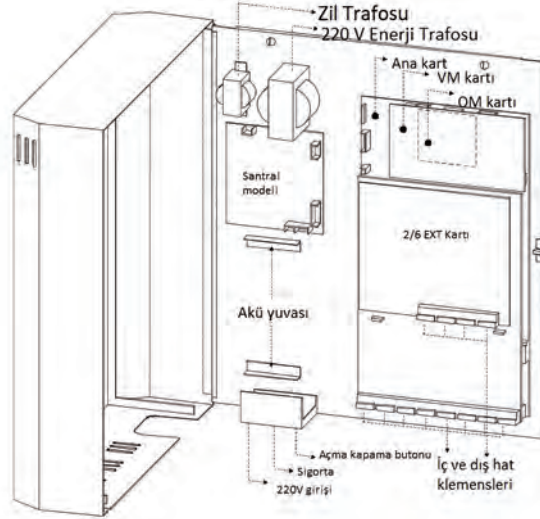
Uygulamaya İlişkin Soru

Santralin uzun ömürlü ve sağlıklı bir şekilde çalışması için yapılması gerekenleri açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME		TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri		Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2	BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3	BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4	TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5	SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN		100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak santralin iç ve dış hat bağlantılarını yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 5.29: Santralin iç ve dış hat bağlantısı

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özellği	Miktarı
Santral ana kartı	4/12	1 adet
Telefon	DTMF ve DP	2 adet
El aletleri	Tornavida vb.	

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Ana kartta bulunan konnektörlere uygun bir şekilde kablo çiftlerini hazırlayınız.
3. PTT hattından gelen kablo çiftini monte ediniz.
4. DTMF ve DP telefondan gelen kablo çiftlerini monte ediniz.
5. Yaptığınız işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
6. Çalışma ortamını temizleyiniz.

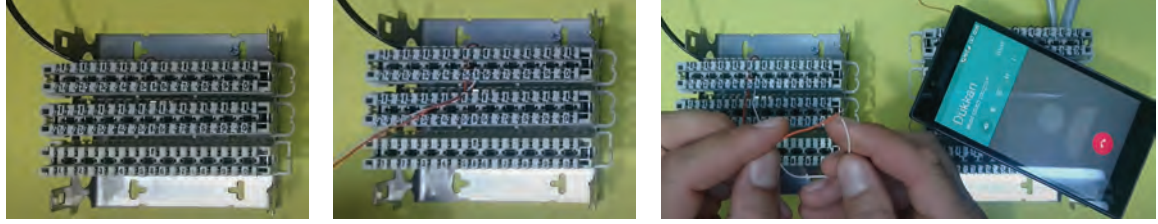
Uygulamaya İlişkin Soru

Kablo montajında dikkat edilecek hususları açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20....
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak santralden telefon hattını bulmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 5.30: Santralden telefon hattını bulma uygulaması

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Krone		1 adet
Krone sacı		1 adet
Krone bıçağı		1 adet
Telefon kablosu	CAT5 veya CAT3	1 m
Kablo soyma pensi		1 adet
Telefon	Sabit veya cep telefonu	1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Telefon kablosunun yalıtım kısmını 6 cm soyunuz.
3. Soyduğunuz telefon kablosunun iletken uç kısımlarını 1 cm kablo soyma pensi ile soyunuz.
4. Telefon kablosunu krone bıçağı ile kroneye çakınız.
5. İletkenleri birbirine değdirerek kısa devre yapınız (Görsel 5.30).
6. Bulmak istediğiniz hattı telefon ile arayınız.
7. Çevir sesi gelene kadar kroneye iletkenleri tek tek çakıp aynı işlemi tekrar ediniz.
8. Santralden telefon hattı bulma işlemi tamamlandıktan sonra öğretmeninize kontrol ettiriniz.
9. Çalışma ortamını temizleyiniz.

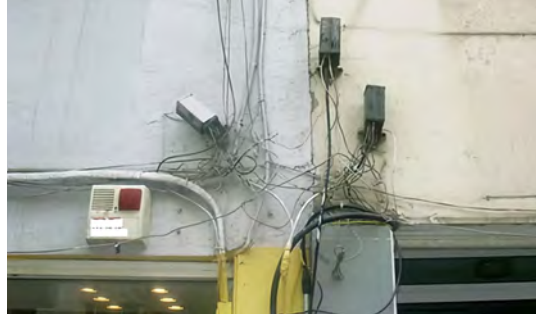
Uygulamaya İlişkin Soru

Analog telefon santrali ile IP telefon santrali arasındaki farkları açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İş GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

5.5. BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATININ BAKIMI VE ONARIMI

Bina içi haberleşme tesisatının çalışmasını aksatan ve müdahale edilerek düzeltilebilen bozuklukların tümüne **arıza** denir. Örneğin binanın ana giriş terminalinde telefon çevir sesi olduğu hâlde bina içindeki telefon prizinde çevir sesinin olmaması bir arızanın olduğunu gösterir. Bina içi telefon tesisatı bulunmayan binalarda hem arıza sayısı artmakta, hem bu tür bağlantılar dışarıdan kaçak görüşme yapılmasına imkân vermekte hem de görüntü kirliliği oluşturmaktadır (Görsel 5.31).



Kötü örnek



İyi örnek

Görsel 5.31: Telefon terminal kutusu bağlantıları

Bina içinde oluşan arızaları tespit etmek, tespit için hangi noktadan başlanacağına karar vermek ve arızayı gidermek için bilinmesi gereken tanımlamalar aşağıda sıralanmıştır.

- Bina içi telefon tesisatı
- Telefon prizi
- Kat terminal kutusu
- Ara telefon terminali
- Bina ana giriş terminali
- Ana hat tesisatı
- Ara terminal kutusu
- Terminal bloku
- Telefon tesisat sortisi

5.5.1. Telefon Tesisatında Arıza Giderme Yöntemleri

Telefon tesisatında arıza gidermede izlenecek işlem sırası aşağıdaki gibidir.

- Telefon tesisatında arıza kontrolünden önce telefonun sağlam olduğundan emin olunmalıdır.
- Telefon prizi yerinden çıkarılarak bağlantı noktaları kontrol edilmelidir.
- Telefon hattı gerilimi ölçülmelidir. Bu noktadaki gerilim seviyesi 48 V olmalıdır. Telefon çaldığında gerilim seviyesi 100-110 V seviyesine yükselmelidir.
- Prizden kat terminal kutusuna veya bina terminal kutusuna olan kablonun tek parça olması gerekir.
- Bina terminal kutusunun topraklanması kontrol edilmelidir.

Telefon hatlarında en fazla arıza, paslanmış veya nem almış bağlantılardan meydana gelmektedir. Terminal kutularında görülebilecek paslı ve nemli bağlantılar mutlaka değiştirilmeli, paslanmaya ve neme sebep olan durum ortadan kaldırılmalıdır.

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak telefon makinesi arızasını gidermek.

Analog Telefon Arızaları

1. Arandığında telefon meşgulse (ahize yerine tam oturmuş hâldeyken) ilk bakılacak yer ahize hoparlörünün alt hizasındaki çatal altıdır. Çatal altının pinleri içine çökmüş ya da anahtarlama işlevi arıza yapmıştır. Şayet böyleyse yenisi ile değiştirilmelidir.
2. Bir veya birden fazla tuş çalışmıyorsa tuş takımı içindeki yollar kopmuş, tuş plaketi altındaki karbon tabakası azalmış, sıvı teması olabilir. Tuş takımı sorunluysa yenisi ile değiştirilmelidir. Sıvı teması ileri derecede değilse alkol ile temizlenmelidir.
3. Ahizede kulak kısmındaki hoparlöre ses zayıf ya da parazitli geliyorsa ahize açılmadan önce ahizeye bağlı spiral kablonun iki tarafında olan RJ12 konnektörü veya ahizedeki soket kontrol edilmelidir. RJ12 konnektörünün pinleri kararmış, sıvı almadan küflenmiş olabilir. RJ12 soketinin pinleri içine çökmüş ya da sıvıya maruz kalmış olabilir.
4. Ses, ahizeden karşıya zayıf gidiyorsa yukarıdaki açıklamalara göre kontrol edilmelidir. Bu olasılıklara rastlanmadıysa ahize açılıp hoparlör ya da mikrofona kablo bağlantıları kontrol edilmelidir. Kablo sorunu yoksa mikrofona ya da hoparlör değiştirilebilir.
5. Board kart üzerinde arıza aranırken mercekli dikkatli bir şekilde incelenerek kopukluk, lehim taşması, sıvı teması, küflenme olup olmadığı tespit edilmelidir.
6. Çatal altı sorunu olmadığı hâlde ring zili çalmıyorsa board üzerindeki ring entegresi zarar görmüş olabilir. Zarar görmediyse yüksek gerilim 1 ile 2 mikroFarad kutupsuz kondansatörün kurumadan dolayı kapasitif değeri düştüğünden kondansatör arıza yapabilir, değişmesi gerekir.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 5.32: Telefon makinesindeki arızayı giderme

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Telefon makinesi	Analog telefon	1 adet
Tornavida	Yıldız uçlu	1 adet
Havya, lehim pompası		2 adet
El aletleri	Yan keski, pense vb.	

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Telefon makinesinin arkasındaki 4 adet vidayı tornavida yardımıyla sökünüz. Telefonun alt kapağını sökünüz (Görsel 5.32).
3. Telefon zil sesi hoparlörünün vidalarını sökünüz. Hoparlörün sinyal kablolarını havya yardımı ile lehimlerini sökerek çıkarınız (Görsel 5.32).
4. Söktüğünüz hoparlörün yerine yenisini takınız.
5. Çatal altı contağının lehimlerini havya ve lehim pompası yardımıyla sökünüz (Görsel 5.32).
6. Çatal altı contağın yenisini ile değiştirip lehimleyiniz.
7. Telefon makinesinin kapağını kapatıp vidalarını sıkınız.
8. Yaptığınız işleri atölye öğretmeninize kontrol ettiriniz.
9. Çalışma ortamını temizleyiniz.

Uygulamaya İlişkin Soru

Telefon makinesinin ahizesi içinde hangi elemanlar bulunur? Araştırınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME	TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri	Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1 İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2 BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3 BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4 TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5 SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN	100	

A) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan ayraçlara cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Regletler telefon kutuları içindeki sacayaklara yerleştirilir.
2. (...) RJ45 konnektörünün 10 adet terminal bağlantı ucu vardır.
3. (...) Telefon kablolarını reglet içindeki kanallara yerleştirmek için krone bıçağı kullanılır.
4. (...) Telefon kablosuna ek yapmada kullanılan konnektörlere boncuk veya yak adı verilir.
5. (...) Ek yapmada kullanılan küçük konnektörlere yak-2 veya yak-3, büyük konnektörlere yak-1 adı verilir.
6. (...) Telefon kutularında abone sayısı arttıkça kutu içine 10'luk krone ilave edilir.
7. (...) Bina içi haberleşme tesisatının çalışmasını aksatan ve müdahale edilerek düzeltilebilen bozuklukların tümüne arıza denir.
8. (...) Regletin kepep, krone, pouyet gibi çeşitleri bulunur.
9. (...) Evlerin, iş yerlerinin girişinde bulunan kutudan telefona kadar tüm kablo, boru, kanal, santral ve sistemler saha dolabı olarak adlandırılır.
10. (...) Bilgilerin sayısal-analog ve analog-sayısal dönüşümlerini yaparak uzak yerlere aktarılmasını sağlayan ağ cihazına modem denir.

B) Aşağıda verilen sorularda doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi telefon santrallerinin ana parçalarından değildir?

- A) Ana kart
- B) Güç devresi
- C) LNB
- D) Abone kartı
- E) Besleme ünitesi

2. Aşağıdaki ünitelerin hangisi telefon şebeke tesisatında yer alır?

- A) Santral
- B) Saha dolabı
- C) Dağıtım kutusu
- D) Repartitör
- E) Hepsi

3. Aşağıdakilerden hangisi telefon ile bina giriş terminal kutusu arasındaki bağlantının yapıldığı tesisattır?

- A) Prensipal kablo
- B) Repartitör
- C) RJ11
- D) Ankastre
- E) Reglet

4. Abone kablosu aşağıda verilen hangi üniteler arasında kullanılır?

- A) Dağıtım kutusu-ankastre
- B) Saha dolabı-repartitör
- C) Santral-şebeke
- D) Dağıtım kutusu-telefon
- E) Saha dolabı-ankastre

5. Aşağıdakilerden hangisi telefon kablosunun aboneden önceki uğrak noktasıdır?
- A) LNB
B) RJ11
C) Reglet
D) Santral
E) Yak-1
6. Krone'de yatay yerleştirilen perde sayısı aşağıdakilerden hangisidir?
- A) 2
B) 4
C) 6
D) 8
E) 10
7. RJ11 konnektörünün pin sayısı aşağıdakilerden hangisidir?
- A) 2
B) 4
C) 6
D) 8
E) 10
8.  sembolü aşağıda verilen bina içi haberleşme elemanlarından hangisini ifade eder?
- A) Bina ana giriş terminal kutusu
B) Ana terminal kutusu
C) Telefon prizi
D) Telefon makinesi
E) Telefon kablosu
9. Telefon priz bağlantısında aşağıdaki elemanlardan hangisi kullanılmaz?
- A) Telefon kablosu
B) RJ11 konnektör
C) Telefon prizi
D) LNB
E) Sıkma pensesi
10. Santral, güvenlik kamera sistemleri, yangın alarm sistemleri gibi tesisatları içinde bulunduran özel olarak tasarlanmış yer aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Saha dolabı
B) Terminal kutusu
C) Sistem odası
D) Ankastre
E) Dağıtım kutusu

AĞ YAPILARI



6. ÖĞRENME
BİRİMİ

KONULAR

6.1. AĞ TOPOLOJİSİ

6.2. IP ÜZERİNDEN SES İLETİŞİMİ (VoIP)

6.3. AĞLAR ARASI HABERLEŞME SİSTEMİ (GENEL AĞ)

6.4. AĞ BENZETİM (SİMÜLASYON) YAZILIMLARI



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Ağ topolojileri
Genel ağ ile haberleşme sistemi
Bilgisayar arası kablolu veri aktarımı
Ağ benzetimi

TEMEL KAVRAMLAR

ağ, ağ geçidi, dos, fiber optik, hub, IPV6, ıso, MAN, modem, LAN, switch, VoIP, WAN, yönlendirici

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bilgisayarların birbirine bağlanmasına neden ihtiyaç duyulur? Açıklayınız.
2. Bilgisayarlarda ağ bağlantıları hakkındaki düşüncelerinizi paylaşınız.

6.1. AĞ TOPOLOJİSİ

Geride bırakılan son üç yüzyılın her biri bir teknoloji ile anılır. 18. yy. Endüstri Devrimi'ni takip eden mekanik sistemlerin çağıdır. 19. yy. buhar makinelerinin çağıdır. 20. yy. teknolojisi ise bilginin toplanması, işlenmesi ve dağıtılması çağıdır. Dünya çapında telefon ağlarının kurulumu, radyo ve televizyon teknolojilerinin gelişimi, uydu teknolojilerinin kullanılmaya başlanması, bilgisayar endüstrisinin imkânlarını artırmıştır. Bu imkânlardan birisi de bilgisayarların birbirleriyle haberleşerek sahip oldukları kaynakları paylaşmaları ve kullanıcıları arasında mesaj iletiminin sağlanmasıdır.

Çağımızda bilgi, çok hızlı üretilen ve en yenisine sahip olan kurum ve kuruluşlara bilimsel ve teknolojik açıdan üstünlükler sağlayan bir unsur hâline gelmiştir. Bu nedenle 21. yy. "Bilgi Çağı" olarak da adlandırılmaktadır. Bilgi, aynı zamanda çok hızlı değişmektedir. Bunun için bilgilerin paylaşarak çoğaltılması gerekmektedir.

Bilgisayar sistemi ilk ortaya çıktığı yıllarda merkezîleşmiş bir yapıya sahipti. Bu devasa bilgisayarlar özel odalarda korunur ve sadece üniversitelerle büyük şirketlerde bir veya birkaç tane bulunurdu. Teknolojinin gelişmesiyle devasa boyutlara sahip bilgisayarların yerini herkesin kolayca sahip olabileceği küçük cihazlar almıştır. Bilgisayarların bilgi çağına bu kadar gelişmesi, bilginin üretilmesi ve paylaşılmasını daha da kolaylaştırmıştır. Bilginin üretilmesi ve işlenmesinin en verimli gerçekleştirildiği, bilgisayar sistemlerinin birbirine bağlanarak bilginin iletildiği ve paylaşıldığı yapılara **bilgisayar ağları** denmektedir.

Bilgisayar Ağlarının Tarihçesi

1969 yılında, ABD'de savunma amacıyla kurulan bir merkez, ARPANET adında bir bilgisayar ağı hazırladı. Bu hususta araştırma yapan strateji uzmanları, bu ağ yardımıyla görüşüp fikir alışverişini yapıyorlardı. 1972'de bu ağ, bir konferans aracılığıyla kamuoyuna tanıtıldı. 1980 yılına kadar birçok özel ağ ortaya çıkmıştı. Bu yılda farklı ağların birbiriyle bağlantı kurmasına izin veren protokol imzalandı. ABD'deki faaliyetler sürerken Avrupa ve Uzak Doğu'da da bilgisayar ağları kullanılmaya başlanmıştı. 1983'te ARPANET, askerî ve sivil olarak iki ağı ayrıldığında ortaya çıkan bireysel ağların bütününe ifade etmek için internet (genel ağ) ismi teklif edildi.

6.1.1. Ağ Topolojisinin Çeşitleri

Ağ topolojisi, bir ağıdaki bilgisayarların nasıl yerleşebileceğini ve nasıl bağlanabileceğini gösteren genel yapıdır. Ağ topolojileri, fiziksel topoloji ve mantıksal topoloji olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

Fiziksel Topoloji

Ağ cihazlarının bağlantı şekilleri, kullanılan kablolar ve kabloların yerleşim düzeni, cihazların ağ üzerindeki yerleşimleri, **fiziksel topoloji** olarak tanımlanır. Fiziksel topoloji; bus, ring, star, mesh ve tree olmak üzere beşe ayrılır.

Bus (Yol) Topolojisi: İletişim, omurga denen tek bir hat üzerinden gerçekleşir. Ağda gönderilen veri, hedefe ulaşınca ya da sonlandırıcıya (terminatör) gelinceye kadar hat üzerinde bulunan tüm cihazlara uğrar (Görsel 6.1). Bu sebeple ağ performansı oldukça düşük bir topolojidir. Bus topolojisinde genellikle koaksiyel kablo kullanılır. İnce koaksiyel kablo kullanıldığında hattın uzunluğu 185 m, kalın koaksiyel kablo kullanıldığında hattın uzunluğu en fazla 500 m'dir. Ağ en fazla 30 cihaz bağlanabilir.



Görsel 6.1: Bus (yol) topolojisi

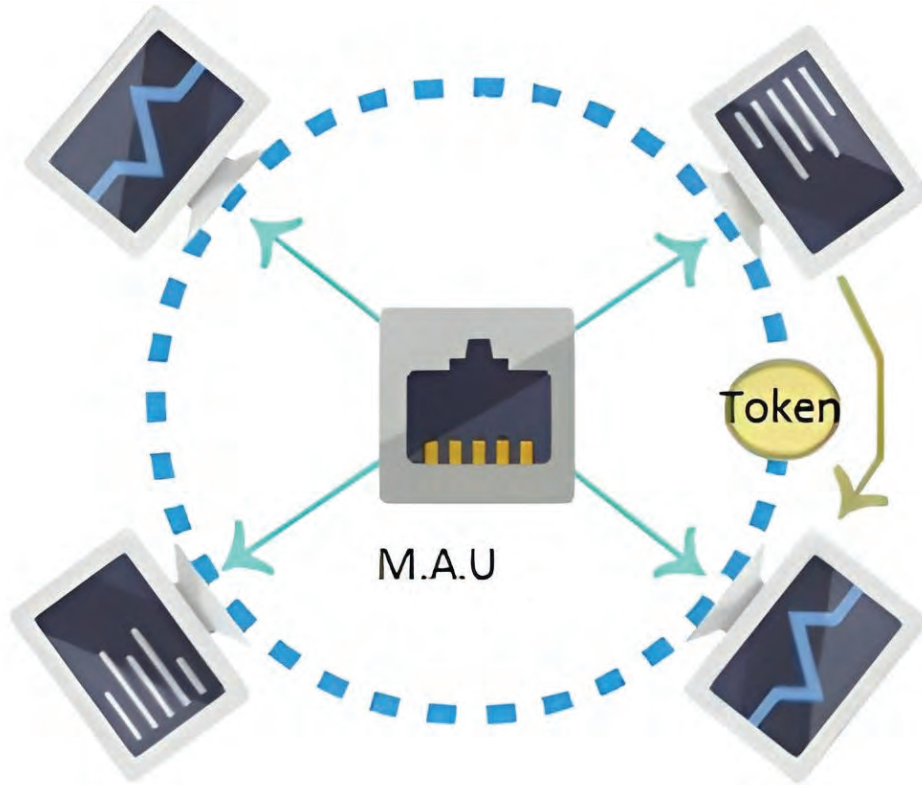
Yol Topolojisinin Avantajları

- Ağ kurulumu kolaydır.
- Ağ üzerine yeni cihaz bağlamak kolaydır.
- Daha az kablo kullanılır, ekonomiktir.

Yol Topolojisinin Dezavantajları

- Ağ üzerine bağlanacak cihaz sayısı sınırlıdır.
- Ağ hat uzunluğu sınırlıdır.
- Omurga üzerindeki bir sorun tüm hattı etkiler.
- Kablonun sonunda sonlandırıcı olmalıdır.
- Yaşanabilecek sorunların tespit edilmesi ve giderilmesi zordur.
- Ağ bant genişliği düşüktür.

Ring (Halka) Topolojisi: Halka topolojisinde, halka biçimindeki ağ üzerinden gönderilen veri cihaza ulaşıncaya kadar ağ üzerindeki tüm cihazlara teker teker uğrar (Görsel 6.2). Ağ üzerindeki veri 3 byte'lık jeton (token) denen bir kılavuzla gönderilir. Jeton, ağ üzerinde sürekli dolaşır ve göndericiden aldığı veriyi alıcıya ulaştırır. Halka topolojisinin yapısı, merkezde bulunan bir multistation access unit [multisiteyişin akses yunit (çok istasyonlu erişim birimi)] ve ağa bağlı cihazlardan oluşur.



Görsel 6.2: Halka topolojisi

Halka Topolojisinin Avantajları

- Bağlı tüm cihazlar aynı yetkiye sahiptir.
- Sunucuya ihtiyaç yoktur.
- Ağın büyütülmesi performansı az etkiler.

Halka Topolojisinin Dezavantajları

- Bağlı cihazlardan birindeki arıza, ağın çökmesine neden olur.
- Ağ ara yüz kartları pahalıdır.

Star (Yıldız) Topolojisi: En yaygın kullanıma sahip topolojidir. Merkezdeki bir hub ya da switche bağlı cihazların iletişimi, merkezde bulunan cihaz üzerinden gerçekleştirilir (Görsel 6.3). Ağa bağlı bir göndericiden çıkan veri önce merkezdeki hub ya da switchte gelir, oradan da alıcı cihaza gönderilir (Görsel 6.4). Hub ya da switchteki bir sorun tüm ağı etkiler.



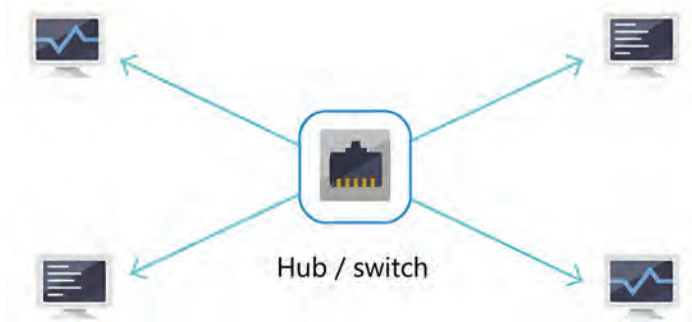
Hub



Switch

Görsel 6.3: Hub ve switch

Yıldız topolojisinde çift burgulu kablolar kullanılır. Cihazların hub ya da switch uzaklığı en fazla 100 m'dir. 100 m'den sonra performans büyük oranda düşer.



Görsel 6.4: Yıldız topolojisi

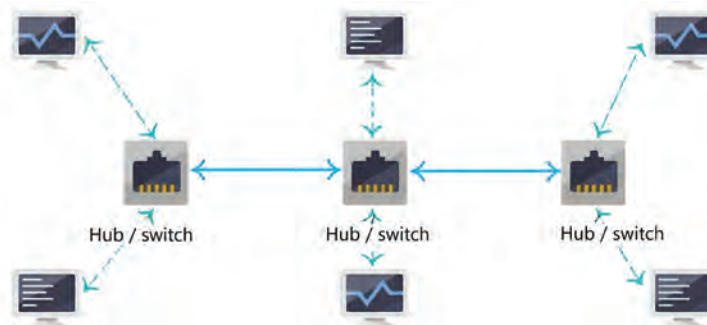
Yıldız Topolojisinin Avantajları

- Ağın yönetimi ve sorun tespiti kolaydır.
- Ağa yeni cihaz eklemek kolaydır.
- Bağlı cihazda oluşacak sorun ağı etkilemez.

Yıldız Topolojisinin Dezavantajları

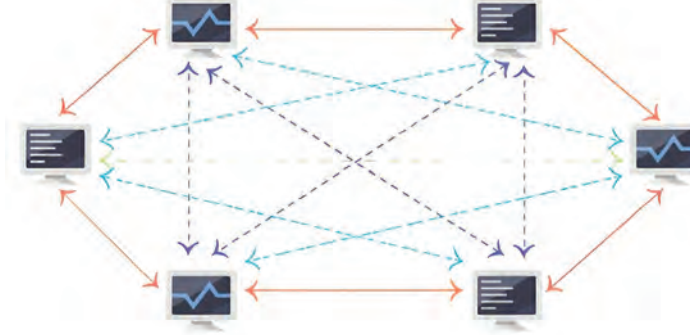
- Merkezdeki cihazda oluşacak sorun tüm ağı etkiler.
- Çok fazla kablo bağlantısı gerektirir.

Genişletilmiş Yıldız Topolojisi: Merkezde bulunan hub ya da switche yeni hub/switch eklenmesiyle oluşturulur (Görsel 6.5). Ağa bağlanacak cihaz sayısının çok olması ve hub/switchin port sayısının yetersizliği gibi durumlarda ağa yeni hub / switchlerin bağlantısı yapılır.



Görsel 6.5: Genişletilmiş yıldız topolojisi

Mesh (Örgü) Topolojisi: Örgü topolojisinde ağı bağlı bir cihaz, ağıdaki diğer cihazlarla doğrudan bağlantılıdır. Çoğunlukla geniş alan ağıları arasında kullanılır. Ağı bağlı cihaz sayısı N ise ağı üstündeki bağlantı sayısı $N \times (N - 1)/2$ adettir (Görsel 6.6).



Görsel 6.6: Mesh topolojisi

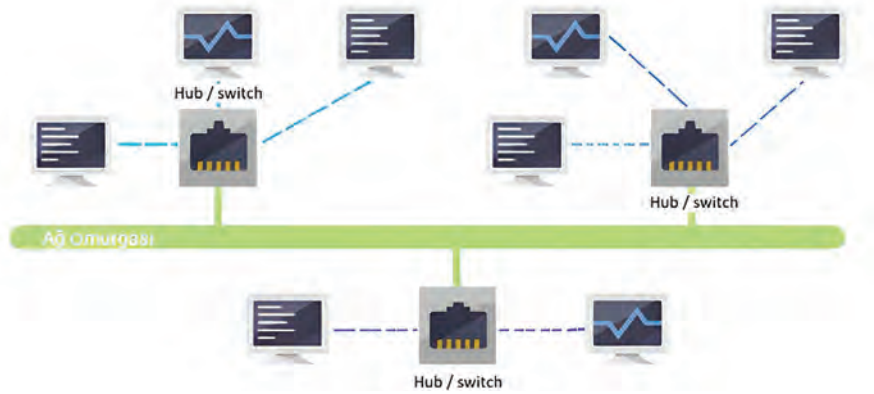
Örgü Topolojisinin Avantajları

- Bir cihaza bağlı hatta sorun oluşması cihazın iletişimini kesmez.
- Veri iletim hızı oldukça yüksektir.
- Ağı genişletilmesi diğer bağlantıları etkilemeden yapılabilir.

Örgü Topolojisinin Dezavantajları

- Bağlantı sayısı çoktur.
- Karmaşık bir yapısı vardır.
- Çok fazla kablo kullanılır.
- Maliyeti yüksektir.

Tree (Ağaç) Topolojisi: Yıldız topolojisi ile yol topolojisinin birlikte kullanıldığı topolojidir. Merkezdeki bir yol üzerine yerleştirilmiş hub ya da switchlere bağlı cihazlarla oluşturulur (Görsel 6.7). Bu topolojiye ağaç topolojisi denmesinin nedeni omurganın ağaç gövdesini, hub ya da switch üzerinden bağlanan bilgisayarların da ağacın dallarını modellemesidir. Ağaç topolojisi büyük ağların omurgalarını oluşturmak için kullanılır.



Görsel 6.7: Ağaç topolojisi

Ağaç Topolojisinin Avantajları

- Farklı üreticilerin donanımıyla uyumlu çalışır.
- Ağı genişletilmesi kolaydır.
- Sorunların tespiti ve giderilmesi kolaydır.
- Ağı yönetimi ve bakımı kolaydır.
- Dallardan birinde oluşacak sorun diğerlerini etkilemez.

Ağaç Topolojisinin Dezavantajları

- Kablolama işlemi zordur.
- Dallanma arttıkça ağın bakımı ve yönetimi zorlaşır.
- Omurgada yaşanacak bir sorun tüm ağı etkiler.

Mantıksal Topoloji

Ağ üzerindeki cihazların haberleşme şekilleri ve kullandıkları iletişim protokolleri mantıksal topolojiyle açıklanır. Mantıksal ağ topolojileri, yayın topolojisi ve jetonlu geçiş topolojisi olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

Yayın Topolojisi: Bu topolojide gönderici cihaz veriyi ağa bırakır, veri alıcıya ulaşmaya kadar tüm ağı dolaşır. Ağa bağlı cihazların öncelik hakkı yoktur ve ağdaki tüm cihazlara veri iletimi gerçekleştirilir.

Jetonlu Geçiş Topolojisi: Halka topolojisinde olduğu gibi tüm ağı dolaşan bir jeton, veri iletimini gerçekleştirir. Jeton, ağ üzerinde dolaşırken sırayla tüm cihazlarla iletişime geçer ve gönderilecek ya da alınacak veri olup olmadığını kontrol eder.

6.1.2. Haberleşme Modeli

Bir ağ veya başka bir ortam aracılığıyla cihazlar arasında değiş tokuş edilen bilgiler, haberleşme protokolü standartları adı verilen teknik şartnameye göre yönetilir. Haberleşme sistemleri, birbiriyle iletişim kurmak için paylaşılan verileri işleyen bir dizi iş birliği sürecini içerir. Bu iletişim, işlem kodunun içine yerleştirilebilen protokoller tarafından yönetilir.

Bir ağ protokolünü uygulamak için protokol yazılım modülleri, makinenin işletim sistemi üzerinde uygulanan bir çerçeveye arayüzlenir. En sık kullanılan çerçeveler, TCP/IP modeli ve OSI modelidir.

Haberleşme Protokolü Çeşitleri

İletim Kontrol Protokolü (TCP): Bir ağ üzerinden iletişim kurmak için kullanılan popüler bir iletişim protokolüdür. Herhangi bir mesajı, kaynaktan hedefe gönderilen paket dizilerine böler ve hedefte yeniden birleştirir.

Genel Ağ Protokolü (IP): Adresleme protokolü olarak tasarlanmıştır. Çoğunlukla TCP ile kullanılır. TCP / IP, ağları birbirine bağlayan en popüler protokoldür.

Kullanıcı Datagram Protokolü (UDP): Farklı uygulamalar arasında toleranslı ve düşük gecikmeli bağlantı oluşturmak için uygulanan, iletim kontrol protokolüne (TCP) alternatif bir iletişim protokolüdür.

Postane Protokolü (POP): Gelen e-postaları almak için tasarlanmış bir protokoldür.

Basit Posta Aktarım Protokolü (SMTP): E-postaları göndermek ve dağıtmak için tasarlanmıştır.

Dosya Aktarım Protokolü (FTP): Kullanıcıların, dosyalarını bir makineden diğerine aktarmasına olanak tanır. Dosya türleri program dosyalarını, multimedya dosyalarını, metin dosyalarını ve belgeleri içerebilir.

Köprü Metni Aktarım Protokolü (Http): İki veya daha fazla sistem arasında bir köprü metni aktarmak için tasarlanmıştır. Bağlantı oluşturmak için HTML etiketleri kullanılır. Http, sunucu makineyle bağlantı kurulmasına izin veren istemci-sunucu ilkelerine göre tasarlanmıştır. Sunucu, istemci tarafından başlatılan talebi kabul eder ve buna göre yanıt verir.

Güvenli Köprü Metni Aktarım Protokolü (Https): İki bilgisayar arasındaki iletişimin güvenli hâle getirilmesi için kullanılır. Tarayıcıdan ve web sunucusundan alınan verileri güvenli hâle getirmek için kullanılan standart bir protokoldür. Http, istemci tarayıcısıyla web sunucusu arasında köprü metni biçiminde veri aktarımı için kullanılır. Https protokolündeyse veri aktarımı şifreli bir biçimde yapılır.

Adres Çözümleme Protokolü (ARP): Bir genel ağ katmanı adresidir. IPv4 adresiyle ilişkili bir bağlantı katmanı adresini keşfetmek için kullanılan iletişim protokolüdür. Bu eşleştirme, genel ağ protokolleri için kritik bir işlemdir.

Dinamik Ana Bilgisayar Yapılandırma Protokolü (DHCP): Cihazları, IP ağları üzerinde yapılandırma sürecini otomatikleştirmek için kullanılan bir ağ yönetimi protokolüdür. DHCP sunucusu, cihazların diğer IP ağlarıyla iletişim kurabilmesi için her cihaza bir IP adresi atar. BOOTP isimli bir protokolün geliştirilmiş hâlidir.

Genel Ağ İleti Erişim Protokolü (IMAP): E-posta iletilerini bir posta sunucusunda depolayan standart bir e-posta protokolüdür. Son kullanıcının iletilerini, bilgisayar cihazlarında yerel olarak depolanmış gibi görüntülemesine ve değiştirmesine olanak tanır. Bu, kullanıcıların iletileri klasörler hâlinde düzenlemesine olanak tanır.

Oturum Başlatma Protokolü (SIP): Ses, video ve mesajlaşma uygulamalarını gerçek zamanlı olarak başlatmak, sürdürmek ve sonlandırmak için kullanılan bir sinyal protokolüdür.

6.1.3. OSI Referans Modeli (Açık Sistem Ara Bağlantı Modeli)

OSI modeli, ISO [International Standard Organization (İntirneyşinil Sıtendirt Orgenizeyşin)] tarafından geliştirilmiştir. Bu model, iki bilgisayar arasındaki iletişimin nasıl olacağını belirlemiştir. İlk defa 1974 yılında ortaya çıkan bu standart, 1984 yılında yeniden düzenlenmiş ve OSI referans modeli olarak yayınlanmıştır.

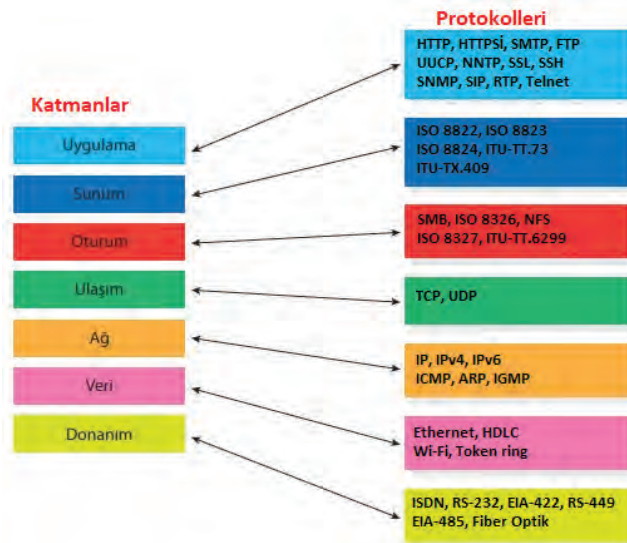
OSI referans modelinde, iki bilgisayar sistemi arasındaki iletişim problemini çözmek için yedi katman bulunmaktadır (Tablo 6.1). Her bir katman, iletişimin nasıl kurulacağını ve diğer katmanlarla etkileşimi açıklar. Böylelikle bir satıcının ürününde bulunması gereken tüm standartlar belirlenmiş olur. Bu yedi katmanın en altında yer alan iki katman yazılım ve donanım, en üstteki beş katman ise genellikle yazılım yoluyla çözülmüştür (Tablo 6.2).

OSI modeli, bir bilgisayarda çalışan uygulama programının, iletişim ortamı üzerinden başka bir bilgisayarda çalışan diğer bir uygulama programıyla olan iletişiminin tüm adımlarını tanımlar. En üst katmanda görüntü ya da yazı şeklinde yola çıkan bilgi, alt katmanlara indikçe makine diline dönüşür ve sonuç olarak 1 ve 0'lardan ibaret elektrik sinyalleri hâlini alır.

OSI referans modeli bir ağ uygulaması değildir. OSI sadece her katmanın görevini tüm detaylarıyla tanımlar. Aşağıdaki şekilde OSI referans modeli katmanları ve bir yerel ağ üzerindeki durumu gösterilmektedir.

Tablo 6.1: OSI Modeli		
7	Uygulama katmanı	Uygulama katmanıdır. Genellikle yazılım ile gerçekleşir. En üst katman kullanıcıya en yakındır.
6	Sunum katmanı	
5	Oturum katmanı	
4	İletim katmanı	Veri iletim işlemlerini gerçekler. Fiziksel katman ve veri iletim katmanı, yazılım ve donanımla gerçekleşir.
3	Ağ katmanı	
2	Veri bağlantı katmanı	
1	Fiziksel katman	

Tablo 6.2: OSI Referans Modeli Katmanları ve Protokolleri



Uygulama Katmanı (Application Layer)

OSI'nin uygulama katmanı, kullanıcıların gerçekte bilgisayarla iletişime geçtiği yeri belirtir. Bu katman, sadece kısa bir süre içinde ağa erişimin olması gerektiğinde devreye girer. Uygulama katmanı, protokol yığını yardımıyla bilgi göndermek için uygulamalara yollar sağlayan alttaki katman arasında bir arayüz gibi davranmaktadır. Uygulama katmanı, uygun iletişim partnerinin belirlenmesi ve kurulumuyla uygun iletişim için yeterli kaynağın mevcut olup olmadığını saptamaktan da sorumludur.

Sunum Katmanı (Presentation Layer)

Sunum katmanı, ismini amacından alır. Uygulama katmanına veri sunmak, kod formatlamak ve veri çevirisinden sorumludur. OSI, standart verinin nasıl olması gerektiğini belirleyen standartlara sahiptir. Veri sıkıştırma, kriptolama gibi görevler bu katmanda gerçekleşir.

Oturum Katmanı (Session Layer)

Oturum katmanı, sunum katmanı tarafları arasındaki oturumları kurmak, yönetmek ve sonlandırmaktan sorumludur. Üç farklı mod (simplex, half duplex, full duplex) sunarak sistemle hizmetler arasındaki iletişimi koordine eder ve düzenler.

Ulaşım Katmanı (Transport Layer)

Ulaşım katmanı, veriyi bir data akışına segmentler ve tekrar bir araya getirir. Ulaşım katmanında bulunan servisler, üst katman uygulamalarından gelen verileri böler, tekrar bir araya getirir ve onu aynı veri akışında birleştirir. Uçtan uca veri aktarım servisleri sağlar. Bir ağ topluluğunda gönderici ve hedef arasında mantıksal bağlantı kurabilir. TCP ve UDP ulaşım katmanında çalışır. TCP güvenli, UDP güvensiz iletişim sağlar. Ulaşım katmanı, üst katmanların uygulamalarının çoklanması, oturumların oluşturulması ve sanal devrelerin kapatılması için mekanizmalar sağlamaktan sorumludur. Ayrıca transparan veri trafiği sağlayarak ağ ile ilgili bilgileri üst katmanlardan gizler. Ulaşım katmanı, bağlantısız (connectionless) ya da bağlantı yönelimli (connection-oriented) olabilir. Güvenli ağ deyimi, transport katmanında kullanılabilir. Bu durum onaylı (acknowledgment) ve sıralı (sequencing) akış kontrolünün kullanılacağı anlamına gelir.

Ağ Katmanı (Network Layer)

Ağ katmanı, cihaz adreslemelerini yöneterek ağdaki cihazların yerlerini izler ve verinin taşınması için en iyi yolu belirler. Ağ katmanı, birbirine direkt bağlı olmayan cihazlar arasındaki trafiği aktarmak zorundadır. Ağ katmanında, veri ve yönlendirme güncellemeleri olmak üzere iki paket türü kullanılmaktadır.

Veri Katmanı (Data Link)

Veri katmanı, verinin fiziksel aktarımını sağlar. Aynı zamanda hata bildirme, ağ topolojisi ve akış kontrolünü ele alır. Veri katmanı, donanım adresi kullanan bir LAN'daki belirli bir cihaza mesajların taşındığından emin olur. Ağ katmanından aktarılması için gelen mesajları, fiziksel katman için bitlere dönüştürür.

OSI Modeli Nasıl Çalışır?

Bir kelime işlem programı kullanıldığı ve bu programın resume.txt adındaki dosyayı uzaktaki sunucunun home kataloğundan almak istediği varsayılırsa işlem adımları aşağıdaki şekilde olur.

- Uygulama katmanı bir istekle resume.txt dosyasının istendiğini anlar ve sunum katmanına bunu iletir.
- Sunum katmanı bu isteğin şifreli olup olmadığını ve bir veri tipi dönüşümü olup olmadığını belirler. İhtiyacı olan bilgiyi ekleyerek paketi oturum katmanına iletir.
- Oturum katmanı, dosyanın getirilmesi için hangi uygulamanın ve uzak sistemin hangi servisinin kullanılacağına karar verir. Uzak sistemin servis bilgisini ekleyerek paketi iletim katmanına gönderir.
- İletim katmanı, uzak sistem ile garantili bir bağlantının olmasını sağlar. Eğer birden fazla çerçeve gerekiyorsa paketi çerçevelere ayırma işlemine hazırlar. Çerçevelere sıra numarasını ekleyip ağ katmanına iletir.
- Ağ katmanı, aldığı çerçeveye kendi adresini ve diğer sistem adreslerini ekleyerek veri ulaştırma katmanına iletir.

- Veri bağlantı katmanı, blokları bağımsız çerçevelere ayırır.
- Fiziksel katman, veriyi kaynaktan hedef sisteme sayısal darbeler hâlinde iletir.

6.1.4. Ağ Standartları

Bilgisayar ağlarında gerekli prensipleri, karakteristikleri ve özellikleri tanımlayan, zorlukları belirtmek amacıyla oluşturulan kurallar bütünüdür. Ağ standartları, De Facto ve De Jure olmak üzere iki sınıfta gruplandırılır.

De Facto: Yasal bir yetkiye sahip olmayan şirketlerin geliştirdikleri ve genel kullanım nedeniyle referans kabul edilen standartlardır.

De Jure: Yasal olarak kabul görmüş kurumlarca geliştirilen ulusal veya uluslararası standartlardır.

Ağ Standartlaştırmanın Avantajları

- Standartlar, farklı üreticilerin ürettikleri bilgisayarların birbirleriyle haberleşmelerine olanak tanımakla kalmaz, aynı zamanda standartlara uygun ürünlerin pazar paylarını da artırır.
- Ağların aynı standartlara uygun olması, ağ işleticilerine işletim ve bakım kolaylığı sağlar.
- Ağların aynı standartlara uygun olmaları, birbirleriyle doğrudan haberleşmelerine olanak tanıyacağından ağ geçidi (gateway) gibi ek aygıtlara gereksinim duyulmaz.

Uluslararası standart organizasyonlar, uluslararası geçerliliği olan standartlar geliştiren organizasyonlardır. Birçok uluslararası standart organizasyon bulunmaktadır. ISO, ITU [International Telecommunication Union (İntirneyşinil Telekomünikeysın Yünyın)], IETF [Internet Engineering Task Force (İntirnet Enciniğiring Task Fors)] en çok bilinen üç organizasyondur.

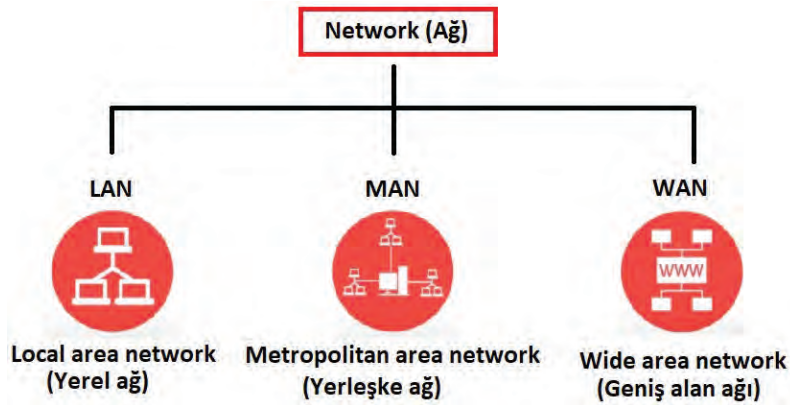
ISO: Merkezi Paris'te bulunan uluslararası ve ulusal veri iletişimi geliştiren kuruluştur.

ITU: Haberleşmeyle ilgili standartların büyük bir kısmı ITU tarafından geliştirilmektedir.

IETF: Genel ağ uygulamasında standart çalışmaları yapan ve önerilerinde bulunan uluslararası bir birliktir.

6.1.5. Network (Ağ) Sınıflandırılması

Ağ kaynaklarını paylaşmak, dosyaları değiştirmek veya elektronik iletişime izin vermek için birbirine bağlı olan iki ya da daha fazla bilgisayardan oluşan yapıdır. Bir ağ içindeki bilgisayarlar; kablolar, telefon hatları, uydular, radyo dalgaları ve kızılotesi vasıtasıyla birbirine bağlanabilir. Yaygın olarak LAN, MAN ve WAN olmak üzere üç çeşit ağ kullanılır (Görsel 6.8).



Görsel 6.8: Ağ çeşitleri

LAN (Yerel Alan Ağı)

Yerel alan ağı, göreceli olarak küçük bir alanla sınırlıdır. Genellikle bir yazı laboratuvarı, okul veya bina gibi bir coğrafi bölgeyle sınırlıdır. Bir ağa bağlı olan bilgisayarlar, genel olarak sunucular ya da iş istasyonları olarak ağdaki diğer bilgisayar, kullanıcı ve hizmetleri sağlayabilmek için sürekli çalışır (Görsel 6.9).

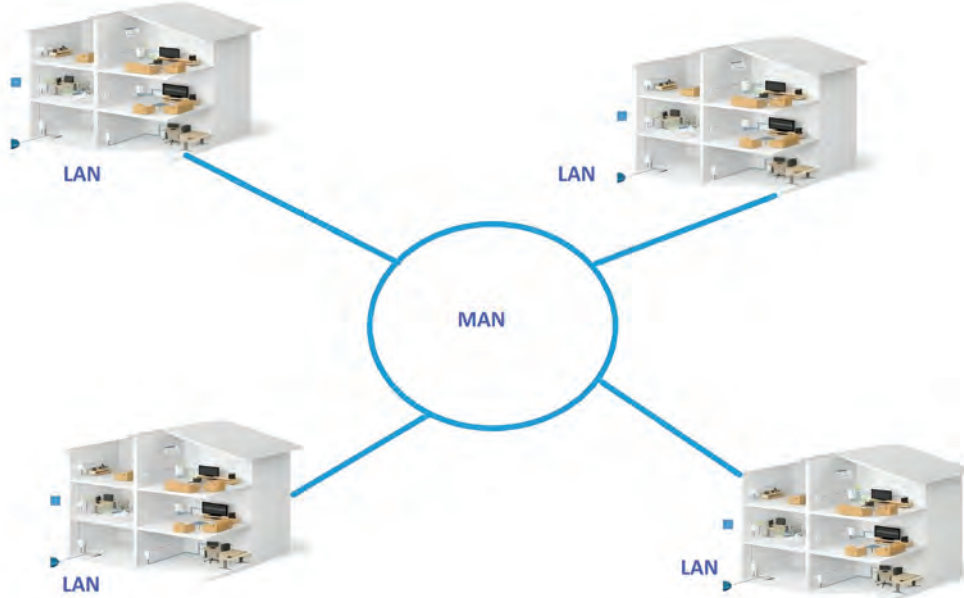
LAN'larda temel amaç, aynı yapı içinde kullanılan bilgisayarların kendi donanımını paylaşmasını ve ortak çalışma ortamını sağlayarak zamandan tasarruf etmektir. Böylece bilgi hızlı bir şekilde elde edilir.



Görsel 6.9: LAN ağ sistemi

MAN (Yerleşke Ağ Bağlantısı)

Birkaç yerel alan ağının birleşiminden oluşan ağlardır. Bu ağa **kentsel ağ** da denmektedir. Örneğin bir fabrikanın iç veri akışını sağlamak için kullanılan ağ LAN ağıyken bu fabrikanın başka şubeleri arasındaki veri akışını sağlayan ağ MAN ağıdır (Görsel 6.10).



Görsel 6.10: MAN ağ sistemi

WAN (Geniş Alan Ağı)

Farklı bölgelerde oluşturulan LAN'ların birbirine bağlanması sonucu oluşturulan geniş ve büyük bilgisayar ağlarıdır (Görsel 6.11). Bu LAN'ların birleşmesi için birtakım özel aletler gereklidir (link antenleri, uydu bağlantıları, tekrarlayıcılar, geçitler vb.). Örneğin Florida'da bulunan bir okulda bir WAN kullanılarak hiçbir fatura ödemedi Tokyo'daki başka bir okulla görüşülebilir. Böylece birkaç saniye içinde iletişim kurulmuş olur. Bir iş istasyonu üzerine mikrofon ve web kamerası bağlandığında dünyanın diğer ucundaki biriyle gerçek zamanlı telekonferans yapılabilir. Dolayısıyla WAN'lar çok geniş alanları kapsamaktadır.

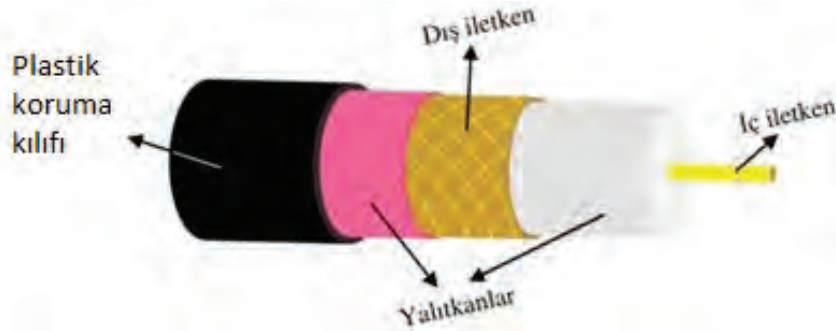


Görsel 6.11: WAN ağ sistemi

6.1.6. İletim Ortamında Kullanılan Kablolar ve Kabloların Standardı

Kablolar; bilgileri elektriksel işaretleriyle ileten bakır/alüminyum, ışıkla ileten fiber optik olmak üzere iki türdür. Bakır/alüminyum kablolar üç farklı yapıda olabilir.

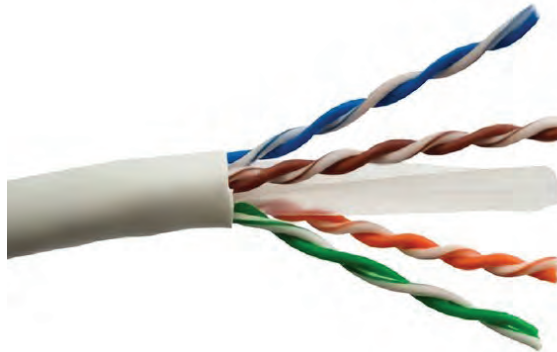
Koaksiyel Kablolar: Bir yalıtkan içindeki iletken ve çevresindeki ikinci yalıtkindan oluşur. Yüksek hız ve uzun mesafelerde kullanılır (Görsel 6.12).



Görsel 6.12: Koaksiyel kablo

Düz Kablo Çifti: Kısa mesafelerde (10 m) ve düşük hızlarda kullanılır.

Bükülmüş Çift: Yüksek hızlarda veri taşımak için yalıtılmış bakır kablolar çiftler çiftler birbiriyle bükülerek, kapasite dengesizliği azaltılarak kullanılır (Görsel 6.13).



Görsel 6.13: Çift bükümlü kablo

Bükülü Çift Kabloların Sınıfları

Kategori 1: Telefon kablosu standardıdır.

Kategori 2: 4 Mbps'e kadar veri iletmekte kullanılır.

Kategori 3: 10 Mbps'e kadar veri iletmekte kullanılır.

Kategori 4: 16 Mbps'e kadar veri iletmekte kullanılır.

Kategori 5: 100 Mbps'e kadar veri iletmekte kullanılır.

Kategori 6: 1.000 Mbps'e kadar veri iletmekte kullanılır.

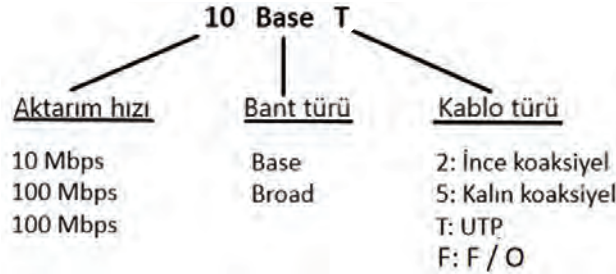
Fiber Optik Kablolar: Bilgi, ışığa dönüştürülerek taşınır. Son derece ince bir cam boru çevresine sarılmış eş merkezli kaplama bir cam katmandan oluşur. Manyetik alandan etkilenmez (Görsel 6.14).



Görsel 6.14: Fiber optik kablo

Kablo Standardı

Kablo türleri standartlarla belirlenmiştir. Bu standartlar; kablo türünü, bağlantı topolojisini, mesafe bilgilerini, aktarım hızını ve fiziksel katmanda kullanılan fiş / priz yapısını belirler (Görsel 6.15).



Görsel 6.15: Kablo standardı

6.2. IP ÜZERİNDEN SES İLETİŞİMİ (VoIP)

VoIP, gerçek zamanlı sesin hem kaliteli hem verimli bir şekilde iletimini sağlayan bir uygulamadır. Günümüz teknolojisinde geliştirilen bu tür yeni uygulamaların, eski uygulamalarla da uyumlu çalışması gerekir. Bu bağlamda VoIP uygulaması hem PSTN hatlar üzerinden hem doğrudan başka bir VoIP uygulaması ile başarılı bir şekilde haberleşebilir.

Bilgi Kutusu

PTSN: Dünya genelinde kullanılan devre aktarmalı telefon ağıdır. Başlangıçta sabit analog telefon şebekesi olarak kurulan bu ağ, günümüzde neredeyse tamamen sayısaldır. Sabit telefonların yanı sıra mobil telefon hatlarını da içermektedir.

6.2.1. VoIP Sisteminin İşleyişi

Ses paketlerinin oluşturulabilmesi için öncelikle analog ses işaretinin sayısal forma dönüştürülmesi gerekir. Bu olay sayısal analog çeviriciler sayesinde kolayca yapılabilmektedir. Bunun için kullanılabilecek en basit donanım ise bilgisayarlarda kullanılan ses kartlarıdır. Bu sayısallaştırma işlemi PCM (darbe kod modülasyonu) adıyla da anılır. Bu işlem üç aşamadan oluşur. Birinci aşama, örnekleme aşamasıdır ve sürekli ses işaretlerinden belirli aralıklarla örnekler alır. İkinci aşama, alınan bu darbe şeklindeki ses örneklerini belirli değerlere yuvarlama aşamasıdır. Üçüncü aşama, daha

önceden belirlenmiş genlik değerlerine ötelenmiş sayısal ses işaretinin, her genlik seviyesi için ikili kodlarla kodlanmasıdır. Böylece PCM işareti elde edilir.

6.2.2. Kontrol İşaretleşme Protokolleri (H.323-SIP)

Genel ağ üzerinden ses taşınırken işaretleşme ve veri aktarım fazı olmak üzere iki önemli faz vardır. İşaretleşme esnasında güncel olarak iki önemli protokolden söz etmek mümkündür. Bunlar H.323 ve SIP'tir. Veri aktarım fazı, işaretleşmeyle anlaşmaya varan ve senkronize olan iki uç birim cihazının birbiriyle gerçek zamanlı haberleşmeye başlamasıyla gerçekleşir.

H.323 Protokolü

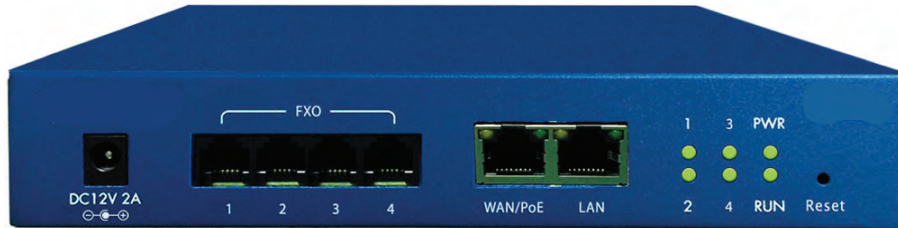
H.323 protokolü, ITU-T tarafından iki ya da daha fazla taraf arasında IP benzeri bir ağ üzerinden ses ya da görüntü trafiğini taşımak için geliştirilen bir protokol grubudur. Önceleri yerel ağlar üzerinden çoklu ortam konferansı (iki ya da daha fazla kullanıcının sesli ve görüntülü haberleşmesi) için geliştirilmiş fakat sonradan IP üzerinden ses uygulamasını kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Genel ağ telefonu amacıyla kullanılan en geniş ve en etkin standartlardan birisidir. Ses ile tüm çoklu ortam (veri, ses, video, resim gibi) uygulamalarını desteklemektedir.

H.323 protokol yığını; ses kodekleri (çözücü), görüntü kodekleri, çoklu ortam haberleşmesi, taşıma gibi temel bileşenlerden oluşur. Tablo 6.3'te H.323'te hangi protokollerin hangi katmanlarda kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 6.3: H.323 Protokol Yığını						
Veri	Kontrol ve İşaretleşme		Sistem Kontrolü	Ses Kodekleri	Görüntü Kodekleri	Ses ve Görüntüsel Kontrol
T.12x	H.245	H.225.O	H.225.O (Ras)	RTP		RTCP
UDP / TCP			UDP			
IP						
Değişken katman 2 protokolleri						
Değişken katman 1 protokolleri						

H.323 protokolü; terminal, geçiş, denetim sistemi, ağ geçidi ve çok noktalı kontrol ünitesi olarak dört temel bileşenden oluşmaktadır.

Ağ Geçidi (Gateway-GW): Ses ağı ve IP ağının birbiriyle uyum içinde çalışması için gateway adı verilen ekipmanın kullanılması gerekir (Görsel 6.16). Gateway, ses içeren IP paketlerini ses ağına anlayabileceği biçime sokarak iki kullanıcı arasındaki bağlantıyı kurar. VoIP gateway, PSTN ile veri ağı arasındaki geçiş noktasını göstermektedir. Gateway, yerel telefon santraliyle IP ağ arasında köprü görevi üstlenmektedir. Bir gateway, paket anahtarlama bir ağ üzerindeki H.323 uyumlu terminallerle devre anahtarlama bir ağdaki diğer H.323 terminalleriyle end point olarak çalışır.



Görsel 6.16: Gateway

SIP Protokolü (Oturma Başlatma Protokolü)

Çoklu ortam (multimedya) uygulamaları için geliştirilen bir protokoldür. İki veya daha fazla kullanıcı arasında bağlantının kurulup oturumun başlatılmasını, oturumdaki parametrelerin düzenlenmesini ve oturumun sonlandırılmasını sağlar.

6.2.3. Medya Taşıma Protokolleri (RTP-RTCP)

Gerçek Zaman Taşıma Protokolü (RTP)

Uçtan uca gerçek zamanlı ses ve görüntü verisinin taşınması gibi şebeke taşıma fonksiyonlarını yürütmek için geliştirilmiş bir protokoldür. RTP, UDP üzerinde çalışır. UDP'nin çoğullama ve başlık kontrol mekanizmalarını kullanır. Buna rağmen RTP üzerinden başka alt seviye protokollerle de çalışabilir.

Bilgi Kutusu

UDP [user datagram protocol (yuzur datagram protokol) (kullanıcı veri bloku iletişim kuralları)], TCP / IP protokol takımının iki aktarım katmanı protokolünden birisidir.

RTP, sahip olduğu dizi numaraları sayesinde veriyi alan tarafta ses veya görüntünün tekrar birleştirme işini kolaylaştırır. Bunun yanı sıra RTP'nin içerdiği zaman damgasıyla (etiketi) da sistemdeki senkronizasyon işlemleri kolayca yapılabilmektedir. RTP yapı olarak çeşitli çeviricilerin (translator) ve karıştırıcıların (mixer) kullanılmasına olanak sağlar. Çeviriciler iletilen verinin ya da yükün (payload) sentaksını başka bir sentaksa dönüştürür ve kodlar.

Gerçek Zaman Kontrol Protokolü (RTCP)

Gerçek zaman kontrol protokolü (real time control protocol) RSVP ile yer ayırma işleminin ardından, veri paketleri RTP yardımıyla uç birimler arasında akmaya başlar. Daha sonra RTCP devreye girer ve uç birimlerin sağlayabilecekleri ve alabilecekleri hizmet kalitesi seviyesinden haberdar olmalarını sağlar. RTCP, RTP ile bağlantılı çalışan bir protokoldür. Veri iletimi kalitesi konusunda geri bildirim sağlamak için kullanılır.

6.2.4. VoIP Güvenliği

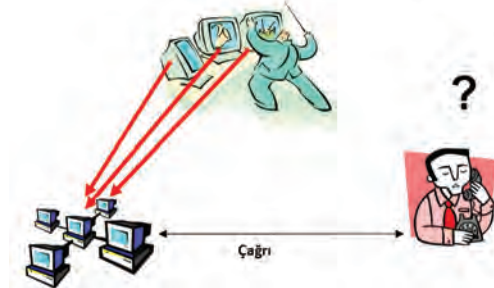
VoIP'e özel tehditler vardır. VoIP güvenlik tehditleri aşağıdaki gibi gruplandırılır.

- Hizmeti engelleme (DoS)
- Ortamdaki adam saldırısı
- Call Hijack
- Çağrı yönlendirme
- Telekulak
- Yanıltma
- Tekrarlama saldırısı

Hizmet Engelleme (DoS)

DoS saldırısı, hizmeti engellemeye yönelik bir saldırdır (Görsel 6.17). DoS; bant genişliği, disk alanı, işlemci zamanı gibi kaynakları tüketmek, konfigürasyon bilgileri bozmak, sistemin cevap veremeyeceği kadar çok sayıda istekte bulunmak ya da fiziksel ağ bileşenlerini bozmak gibi işlemleri gerçekleştirebilir.

Aşağıdaki görselde bir saldırı örneği verilmiştir. Saldırıda, SIP sistemine aynı anda çok sayıda yalancı SIP mesajıyla istekte bulunmaktadır. Gelen isteklerin sayısı, sistemin cevap verebileceğinden fazladır. Sistem kaynakları, bu istekleri çıktıya dönüştürmekle (proses) meşgul olmaktadır. Aynı anda, sisteme kayıtlı olan kullanıcılar servis isteğinde bulunduğunda sistem bu isteklere cevap veremez. Böylece DoS saldırısı amacına ulaşır sistem kullanıcılarına hizmet veremez hâle gelir.



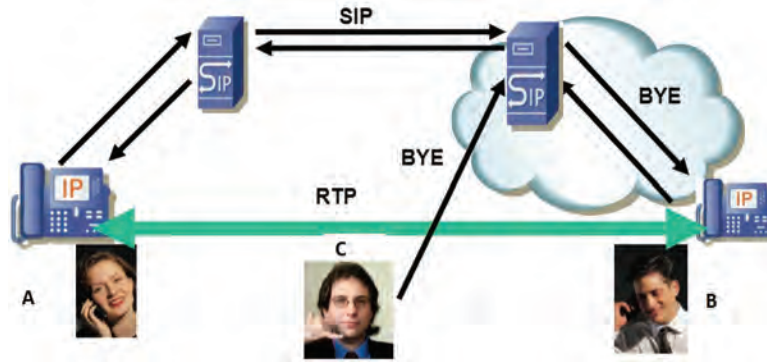
Görsel 6.17: DoS saldırısı

Ortamdaki Adam Saldırısı ve Call Hijack

Ortamdaki adam saldırısı, araya girenin tarafların haberi olmadan iki taraf arasındaki mesajları okuyabilmesi ve değiştirebilmesi olarak tanımlanır. Ortamdaki adam saldırısı, DoS ya da telekulak gibi diğer saldırı türlerini gerçekleştirmek için de kullanılır. **Call Hijack**, saldıran kişinin taraflardan birinin yerine geçmesi durumudur.

Yanıltma

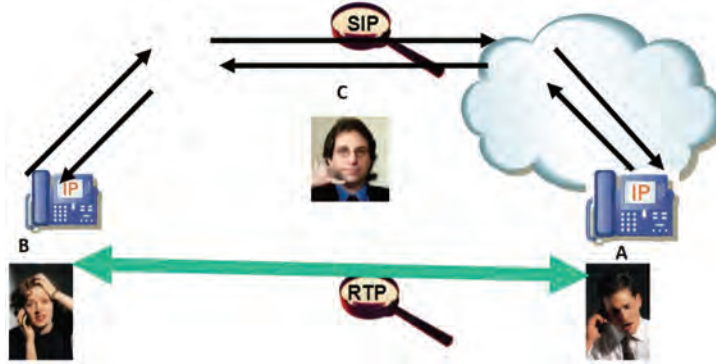
Yanıltma, IP paketlerinin yanlış kaynak adresi kullanılarak gönderilmesidir. Aşağıda yanıltma saldırısına örnek verilmiştir. Görsel 6.18'deki A ve B kullanıcıları, VoIP sistemi üzerinden konuşurken araya giren saldırgan (C), B ve A adına 1 BYE mesajı göndererek iki kullanıcı arasındaki görüşmenin sonlanmasına neden olmuştur.



Görsel 6.18: Yanıltma saldırısı

Telekulak Saldırısı

Telekulak saldırısı, istenmeyen kişiler tarafından özel telefon görüşmelerinin dinlenmesi ya da kaydedilmesidir (Görsel 6.19). Çok sayıda ağ protokolü analiz etme araçlarının ve ağı dinleme araçlarının genel ağda kolayca erişilebilir olduğu düşünüldüğünde telekulak saldırısının kolaylığı anlaşılır. VoIP ağında telekulak saldırısının kolaylaştıran etkenlerin başında, sesin iletiminde kullanılan RTP protokolünde şifrelemenin olmaması gelir.



Görsel 6.19: Telekulak saldırısı

Çözüm Önerileri

Protokol güvenliğinin sağlanması için bazı önlemlerin alınması gerekir. Bu önlemlerin alınmaması, görüşmelerin kesilmesi, sağlanmaması, yanlış kaynaklara yönlendirilmesi, dinlenebilmesi, kaydedilmesi, yanlış kaynaklardan veri alınması gibi birçok kritik konuyu da gündeme getirir. VoIP güvenliği için alınması gereken önlemler aşağıda açıklanmıştır.

- Öncelikle standart bir VoIP ağında ses, çoklu ortam ve veri paketleri aynı ağda bulunmakta ve bu nedenle de birbirlerinden etkilenmektedir. Örneğin verilerin iletiği IP ağına olan bir saldırı, ağdaki tüm görüşmelere zarar verecektir. Bu nedenle alınması gereken ilk önlem, ses ve veri trafiğini birbirinden yalıtmaktır. Bunun için de ses ve veri trafiği için ayrı VLAN'ler kullanılarak ses trafiği yalıtılmalıdır.

- VoIP ağının güvenliği için güvenlik duvarlarının kullanımı da önemlidir.
- DoS saldırılarına karşı dayanıklılık için VoIP ağındaki sunuculara yedeklik sağlanmalıdır.
- Ses ve sinyalleşme paketleri şifrelenmelidir.
- VoIP ağında bulunan sunuculara istenmeyen kişilerin erişmesini engellemek amacıyla cihazlara telnet erişimi kısıtlanmalıdır.

6.3. AĞLAR ARASI HABERLEŞME SİSTEMİ (GENEL AĞ)

İnternet (genel ağ) sözcüğü, İngilizcede uluslararası ağ anlamına gelen “international network” sözcüklerinin birleştirilmesinden oluşmuştur. İnternet; bilgiye kolay, ucuz, hızlı ve güvenli ulaşmanın ve onu paylaşmanın günümüzdeki en geçerli yoludur.

6.3.1. IP Protokolü (IPv6)

IP (internet protokolü), genel ağ veya yerel ağ aracılığıyla gönderilen verilerin biçimini yöneten kurallar dizisidir. **IP adresleri**, bir ağdaki cihazlar arasında bilgi gönderilmesine izin veren tanımlayıcıdır. Bugün kullanılmakta olan IPv4 ve IPv6 olmak üzere iki çeşit IP vardır.

IPv4

- Hâlen kullanılmakta olan genel ağ protokolüdür ve 32 bitten oluşur.
- Tipik bir IP adresi, noktalarla ayrılan dört sayı ile gösterilir. Buna **noktalı onluk gösterimi** denir.
- Bu sayılar, 194.255.134.6 örneğinde olduğu gibi 0 ile 255 arasında değişir.
- IPv4 protokolünde bir adres 0.0.0.0 ile 255.255.255.255 arasında herhangi bir numara alabilir.
- Bu adreslerde Net ve Host diye iki kısım vardır. Net kısmı büyüklüğüne göre A, B, C, D ve E sınıflarına ayrılır (Tablo 6.4).

Tablo 6.4: IPv4 Ağların Adreslere Göre Sınıflandırılması

Sınıf	Öndeki Bitler	Ağ Sayısı	Ağ Başına Adres Sayısı
Class A	0	126	1.627.721
Class B	10	16.384	65.534
Class C	110	2.097.152	254

IPv6

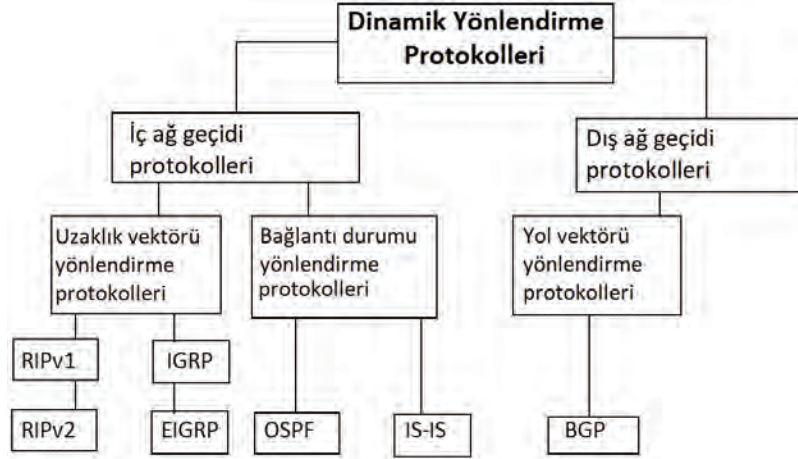
- IP adreslerinin bloklar hâlinde tahsis edilmesi nedeniyle birçok IP adres aralığı kullanılmamaktadır.
- IPv4'ten farklı olarak IPv6 128 bit genişliğindedir. Bu da 3×10^{38} adet benzersiz adres demektir.
- Yönlendirme işlemi daha hızlı yapılabilmektedir.
- IPv6 güvenlik ve onaylama seçenekleri sunar.

6.3.2. Yönlendirme Protokolü

Bir ağdan diğer bir ağa gitmek için yönlendirme yapılır. Yönlendirmeler, bir yönlendiriciden diğer bir yönlendiriciye dinamik bir şekilde olabilir. Yöneticiler tarafından yönlendiricilere statik olarak atanabilir. Yönlendirilecek paketin hedef adresi, rotaların keşfedilmesi, en iyi rotanın seçilmesi, yönlendirme bilgilerinin yönlendiriciler arasında devamlılığının sağlanması gibi bazı bilgiler yönlendirme işlemi için gereklidir.

Statik Yönlendirme: Ağ yöneticisinin bütün ağdaki alt ağları her yönlendiricide uygun bir şekilde elle yapılandırmasına **sabit (statik) yönlendirme** denir.

Dinamik Yönlendirme: Ağ üzerinde kullanılan yönlendiricilerin yönlendirme bilgilerinin dinamik olarak yönetilebilmesi ve güncellenmesi olarak tanımlanabilir (Görsel 6.20).



Görsel 6.20: Yönlendirme protokollerinin sınıflandırılması

RIP (Yönlendirme Bilgisi Protokolü)

Bir yönlendirme matrisi olarak sekme sayısını kullanan ve bir RFC'de standartlaştırılan ilk IP uzaklık vektörü, yönlendirme standardıdır. Daha sonra geliştirilen RIPv2 ve IPV6 versiyonunun RIP'ten ayırt edilebilmesi için RIP'in ilk versiyonu RIPv1 olarak isimlendirilmektedir. Kullanımı basit ve anlaşılırdır. RIPv1, her 30 s'de bir etkin arayüzlerin hepsine yönlendirme güncellemelerini yayınlar. RIP'in üç versiyonu vardır.

- **RIP Versiyon 1:** Sadece sınıflı yönlendirmeyi kullanır. Broadcast (genel) yayın yapar.
- **RIP Versiyon 2:** Sınıfsız yönlendirme olarak adlandırılır. Multicast (çoklu) yayın yapar.
- **RIPng:** Bu versiyonla birlikte IPV6 desteklenir.

IGRP Yönlendirme

IGRP uzaklık yönlendirme protokolü, RIP protokolünün birçok alanda yetersiz kalmasından dolayı özel bir yönlendirici firması tarafından geliştirilmiş iç ağ geçidi mesafe yönü protokolüdür. IGRP, otonom sistemlerde kullanılan çok güçlü bir yönlendiricidir. IGRP, RIP'ten farklı olarak en iyi yolu seçerken kullanılan metrik değeri için varsayılan olarak hattın gecikmesi ve bant genişliğini kullanır.

Yönlendirme Protokollerinin Amaçları

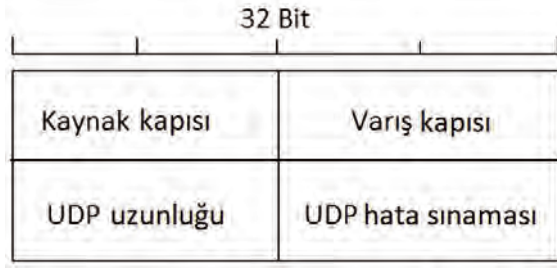
- Ağ cihazları üzerinde bulunan yönlendirme bilgilerinin diğer ağ cihazlarıyla paylaşılmasını sağlamak
- Ağın sürekliliğini sağlamak
- Ağ üzerinde meydana gelebilecek insan kaynaklı problemleri en aza indirmek
- Yükü dağıtarak ağın hızlı çalışmasını sağlamak

6.3.3. UDP ve TCP Sistemleri

IP, aynı bilgisayar üzerinde çalışan haberleşme programları arasında ayrım yapamaz. Paket yapısı incelendiğinde sadece kaynak ve varış adreslerinin kullanıldığı görülür. Ancak gerçekte, iki farklı bilgisayar üzerinden birbiriyle haberleşen pek çok program çalışabilir. Bu programlar ulaşım katmanında kullanılan protokoller yardımıyla birbirinden ayrılır. IP ulaşım katmanında iki protokol kullanılır. Bu protokoller UDP protocol ve TCP'dir [transmission control protocol (trenzmişin kontrol protokol)]. UDP bağlantısız temelli protokol, TCP ise bağlantı temelli protokoldür.

UDP (Kullanıcı Veri Bloku Protokolü)

UDP, iletilerin değiş tokuşunu yapabilmek için uygulamalara hizmet verir. UDP paket yapısı basit bir yapıdır (Görsel 6.21). Başlık 8 sekizliden oluşur ve bunu veri alanı takip eder. UDP paketlerine **bölüt (segment)** de denir. Kaynak ve varış kapıları, IP veri blokunda adresleri verilen düğümlerin hangi kapılar üzerinden haberleşeceğini gösterir.



Görsel 6.21: UDP paket yapısı

UDP uzunluğu, başlık ve veri alanı uzunluğunu bildirir. UDP'de hata sınaması kullanılmayabilir. UDP oldukça basit bir protokoldür. Akış kontrolü, kaybolan verinin tekrar gönderilmesi gibi konularla ilgilenmez. IP'nin kullanımı için bir arayüz oluşturur. Gerçek zamanlı uygulamalarda tercih edilir. UDP bağlantılarının kurulması gerekmeyeceği gibi sonlandırılması da gerekmez.

TCP (İletim Denetim Protokolü)

Bağlantı temelli bir protokol olan TCP'de kullanıcı verisi taşınmadan önce bağlantı kurulması gerekir. Protokol, ulaşım katmanında uçtan uca güvenilir bir ortam yaratmayı amaçlar. Ortamın güvenirliliği, kaybolan paketlerin tekrar gönderilmesini temel alır. TCP, kullanıcıdan gelen veri dizisini 64 KB'ı geçmeyecek veri bloklarına ayırır. TCP başlıklarını da ekledikten sonra IP katmanına gönderir. TCP paketleri IP tarafından kapsüllenecek şekilde taşınır. Kayıp paketlerin fark edilmesi ve tekrar gönderilmesi TCP'nin görevidir.

TCP servisleri kaynak ve varış düğümleri üzerindeki soketler aracılığıyla verilir. Her soketin, bulunduğu düğümün IP numarasından ve o düğüme ait bir kapı numarasından oluşan soket numarası vardır. Bu kapılar **TSAP** olarak adlandırılır. TCP bağlantıları, her iki uç düğüm üzerindeki soket numaralarıyla tanımlanır (soket 1, soket 2). Tüm TCP bağlantıları çift yönlüdür.

TCP birimleri tarafından oluşturulan TCP paketlerine de **bölüt (segment)** adı verilir. Bir TCP bölütü; 20 sekizliden oluşan sabit başlık, seçenek alanı ve veriden oluşur (Görsel 6.22).



Görsel 6.22: TCP paket yapısı

Kaynak ve varış kapılarının işlevi UDP'deki gibidir. TCP'de taşınan her sekizlinin bir sıra numarası vardır. Bağlantı kurulduğunda belirlenen sıra numarası bağlantı boyunca taşınan her sekizli için artırılarak kullanılır. Variş düğüme ulaşan veri için alındı mesajı gönderilir. Alındı mesajında en son alınan sekizlinin numarası yerine, beklenen sekizlinin numarası yazılır. Ayrıca bu numaranın bir alındıyı gösterdiğini bildirmek için ACK bitinin de 1 olması gerekir.

URG alanının değeri 1 ise bu durum acil işaretçisinin aktif olduğunu gösterir. PSH biti, verinin hemen bir üst katmana geçilmesini bildirir. RST, bağlantının yeniden başlatılmasını sağlar. SYN biti, bir bağlantı kullanırken kullanılır. FIN biti, bağlantının bittiğini gösterir.

6.3.4. Http (Hyper Text Transfer Protocol)

Anlamı üstün metin aktarım protokolü olan **http**, bilginin kullanıcıya nasıl ve ne şekilde aktarılacağını gösteren protokoldür. En basit tanımıyla web sayfalarının görüntülenmesini sağlayan protokoldür. Bu protokolü kullanmak için bir tarayıcı kullanılır. Google Chrome, Mozilla Firefox, İnternet Explorer bu web tarayıcılarından bazılarıdır. Bu tarayıcılar yardımıyla herhangi bir genel ağ sitesine girmek için adres çubuğuna sitenin adresi yazıldığında http ile sunucuya bir istek gönderilir. Sunucu bu isteğe cevap verdiği zaman sitenin verileri kullanıcıya gelir.

6.4. AĞ BENZETİM (SİMÜLASYON) YAZILIMLARI

Benzetim, gerçekte var olan bir sistemin veya sürecin zamana bağlı olarak gerçekleştirilmesidir. Benzetim, modellemeye yarayan bir araçtır. Var olan veya daha sonraki dönemlerde gerçekleştirilebilecek işlemlerle ilgili gerçek bilgiler elde edilmesine yardımcı olur.

Günümüzde ilerleyen teknolojinin bir getirisi olarak bilgisayar ağlarına duyulan ihtiyaç oldukça artmıştır. Genel ağ üzerinden gerçekleşen iletişimin artmasıyla dünya üzerinde iletişim çok kolay hâle gelmiştir. Bilgisayar ağları üzerindeki işlemlerin gerçek ortama uygulanmadan önce bilgisayar ortamında uygulanması, bilgisayar ağları üzerinde çalışanlara çok büyük avantaj sağlamıştır. Ağ benzetimleri, bilgisayar üzerinde gerçekleşecek her türlü işlemin gerçek ortama ihtiyaç duyulmadan sanal ortamda gerçekleşmesine olanak sağlar. Ağ benzetim programının birçok faydası vardır. İyi bir öğrenme ortamı sağlar. Çok kullanıcı, gerçek zamanlı bir eğitim ortamı sağlar. Öğrenciler, sanal ekipman kullanarak ağ ortamını tasarlar ve ağ cihazlarını yapılandırabilir.

Günümüzde ağ benzetim programları, açık kaynak yazılımlar ve kapalı kaynak yazılımlar olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

6.4.1. Ağ Benzetim Programının Gereksinimleri

Packet Tracer 8.0 sürümü ağ benzetim programının kurulumu örnek olarak anlatılmıştır. Programın düzgün çalışması için Tablo 6.5'te en az sistem gereksinimi, Tablo 6.6'da ise önerilen sistem gereksinimi görülmektedir.

Tablo 6.5: Sistem Gereksinimleri (En Az)

İşlemci	Intel Pentium 4, 2.54 GHz veya üstü
İşletim sistemi	Microsoft Windows 7, Microsoft Windows 8.1, Microsoft Windows 10
Ram	2 GB
Depolama	1.4 GB boş alan
Ekran çözünürlüğü	1024 x 768
Unicode kodlamasını destekleyen dil yazı tipleri	
En son ekran kartı sürücüleri ve işletim sistemi güncellemeleri	

Tablo 6.6: Sistem Gereksinimleri (Önerilen)

İşlemci	Intel Pentium 4, 3.0 GHz veya üstü
Ram	4 GB
Depolama	1.6 GB boş alan
Ekran çözünürlüğü	1920 x 1080
Ses kartı ve hoparlör	
Genel ağ bağlantısı	

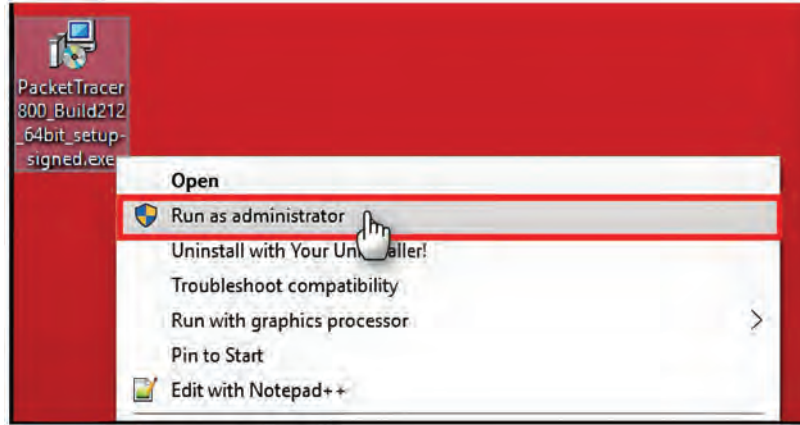
6.4.2. Ağ Benzetim Programının Kurulumu

Ağ benzetim programının işletim sistemine uygun yazılım indirilir (Görsel 6.23).



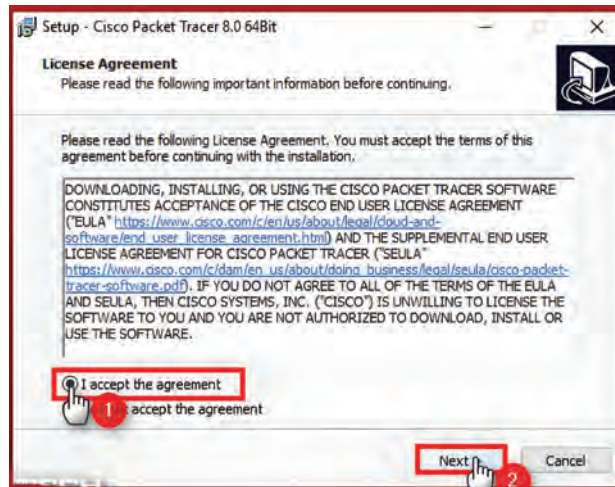
Görsel 6.23: PT programının indirilmesi

Bilgisayara indirilen setup dosyasına sağ tuşa tıklanır. Açılan seçeneklerden Run as administrator (yönetici olarak çalıştır) seçeneğine tıklanır (Görsel 6.24).



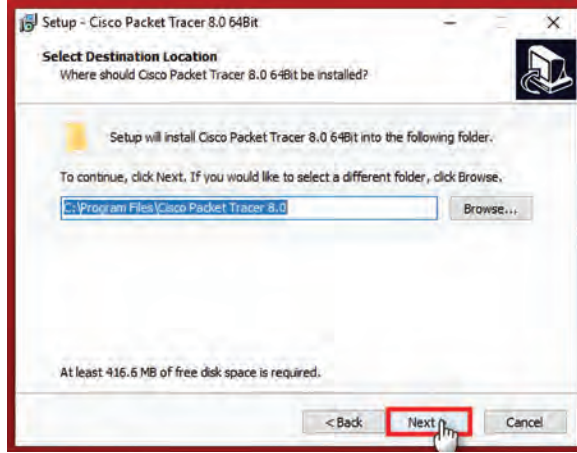
Görsel 6.24: Programın çalıştırılması

PT lisans anlaşması penceresinde, lisansı kabul etmek için I accept the agreement (Anlaşmayı kabul ediyorum.) seçeneği işaretlenip next (ileri) butonuna tıklanır (Görsel 6.25).



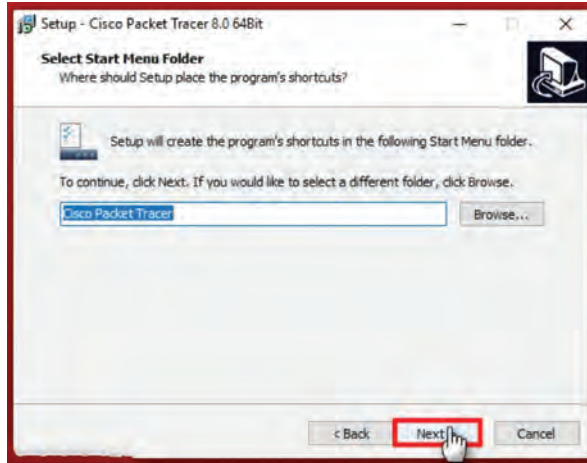
Görsel 6.25: Lisans sözleşmesi

Programın nereye kurulacağını belirlediği bölüm ekrana gelecektir. Varsayılan olarak devam etmek için nexte tıklanır (Görsel 6.26).



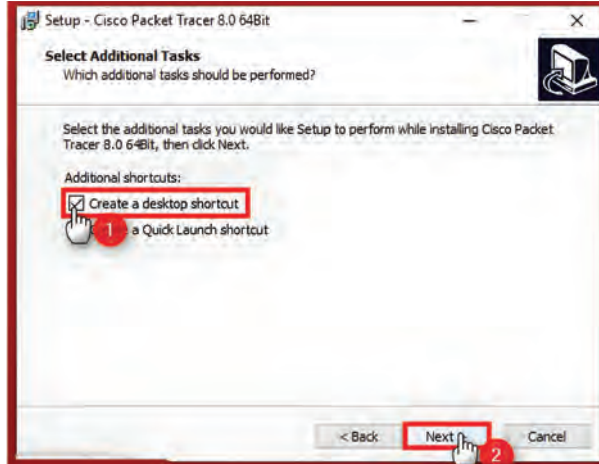
Görsel 6.26: Program kurulum klasörünün belirlenmesi

Kurulum sonrası başlat menüsü için programın adı değiştirilebilir. Burada varsayılan seçeneği bırakılıp kurulumla devam edilir (Görsel 6.27).



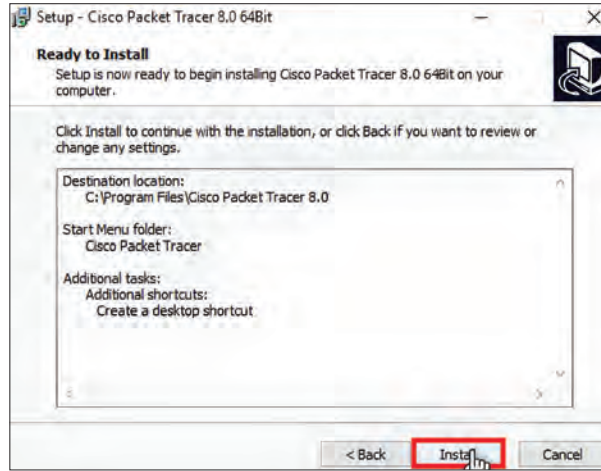
Görsel 6.27: Program başlat menüsü klasör isminin belirlenmesi

Ek görev seç penceresinde, bilgisayarda PT için bir masaüstü klasörü oluşturulur ve devam edilir (Görsel 6.28).



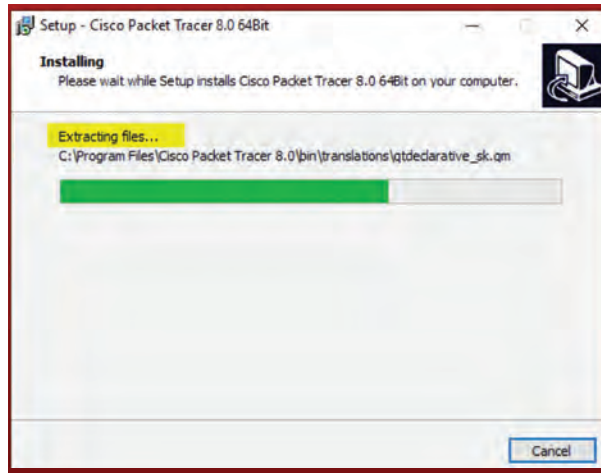
Görsel 6.28: Kurulumdan sonra yapılacak ek işlemler

Dosyaları kopyalamak için install (kur) butonuna basılır (Görsel 6.29).



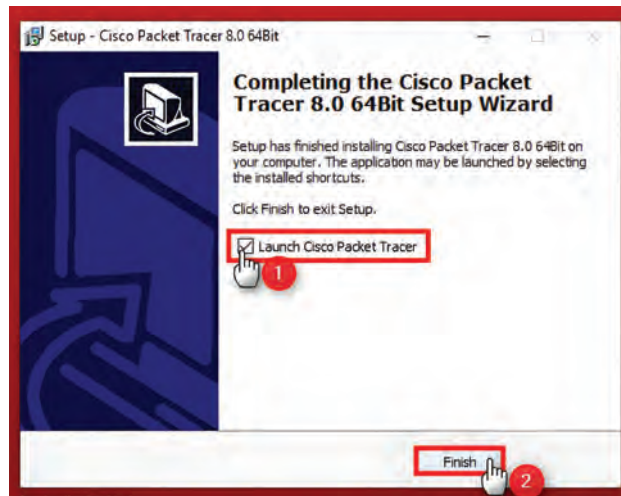
Görsel 6.29: Kurulum işlemi

Dosyalar sisteme kopyalanırken bir süre beklenir (Görsel 6.30).



Görsel 6.30: Kurulum süreci

Setup tamamlandıktan sonra programı çalıştırmak için finish (bitir) butonuna basılır (Görsel 6.31).



Görsel 6.31: Kurulumun tamamlanması

6.4.3. Ağ Donanım Cihazları

Ağlarda hedeflenen amaca uygun olarak seçilebilecek birçok ağ cihazı vardır.

- Yönlendirici (router)
- Anahtar (switch)
- Dağıtıcı (hub)
- Erişim noktası (access point)
- Bağlantı kabloları (connections)
- Son kullanıcı cihazları (end devices)
- Genel ağ bulutu (WAN emulation)
- Kullanıma hazır cihazlar (custom made devices)
- Çok kullanıcıli bağlantı (multiuser connection)

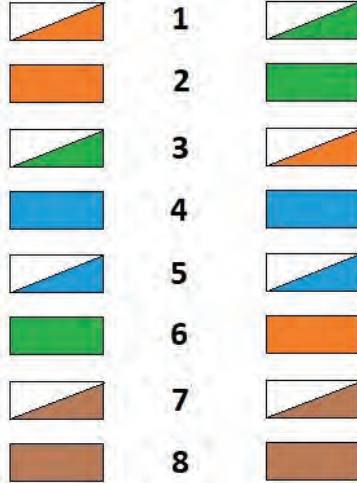
6.4.4. LAN-WAN Benzetimi

LAN Cihazları: Bir yerel ağ tasarlanırken genellikle ağda masaüstü ve dizüstü bilgisayarlar bulunur. Bilgisayarların birbiriyle bağlantı kurup yerel ağda haberleşmeleri için dağıtıcı veya anahtar gibi ağ iletişim cihazlarını da eklemek gerekir.

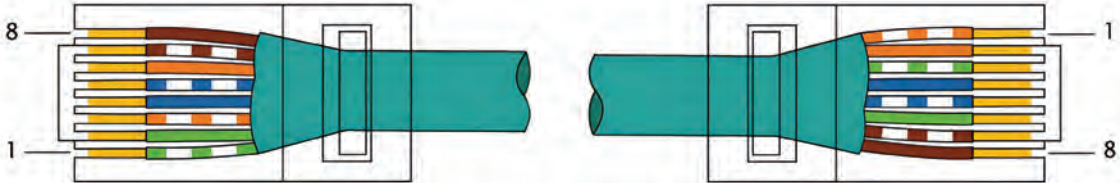
WAN Cihazları: Yerel ağın dışında iletişim kurmak için kullanılan cihazların tümünü kapsar.

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak RJ45 konnektörüne cross (çapraz) bağlantı yapmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 6.32: Çapraz bağlantı renk sıralaması



Görsel 6.33: Çapraz bağlantı

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Kablo	CAT5-CAT6	1 m
Konnektör	RJ45	1 adet
Yan keski		1 adet
RJ45 sıkma pensesi		1 adet

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Kablonun her iki ucunun dış yalıtımlarını 5 cm kadar soyunuz.
3. Çift iletkenleri dikkatli bir şekilde ayırıp düzleştiriniz.
4. Görsel 6.32'de gösterilen renk sıralamasına göre iletkenleri diziniz.
5. Yan keski kullanarak iletkenleri uygun boyutta kesin.
6. İletkenleri RJ45 konnektörüne doğru bir şekilde sonuna kadar sokunuz.
7. Sıkma pensesiyle konnektörü sıkınız.
8. Yaptığınız işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
9. Çalışma ortamını temizleyiniz.

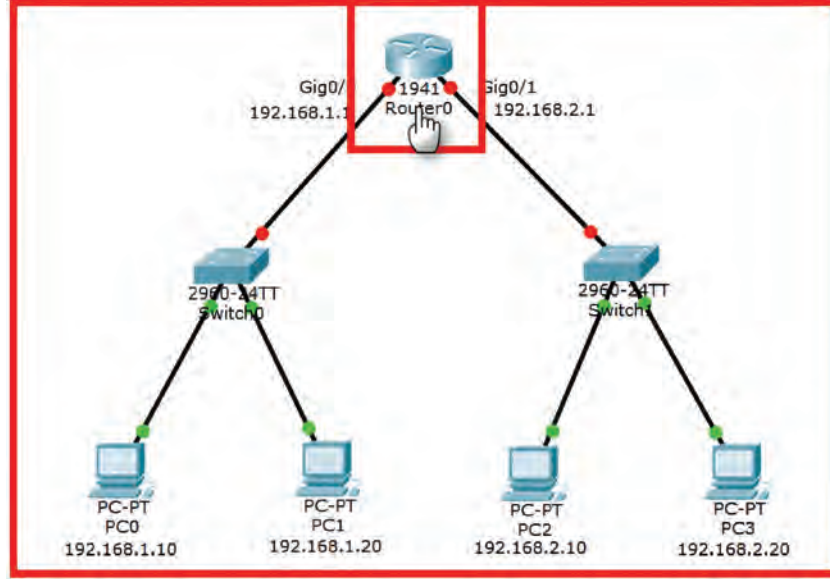
Uygulamaya İlişkin Soru

Düz bağlantı ile çapraz bağlantı arasındaki farkı açıklayıp kullanım alanlarını yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME		TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri		Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2	BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3	BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4	TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5	SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN		100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sanal ortamda PT ağ simülasyonu ile LAN ağ kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 6.34: Yerel ağ benzetimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özellği	Miktarı
Bilgisayar	Dizüstü-masaüstü	-
Ağ simülasyon programı	PT 8.0	-

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Ağ araçları araç çubuğundan yönlendiriciyi seçiniz ve 1841 yönlendiricisini çalışma alanına ekleyiniz.
3. Anahtar için 2950-24 anahtarını, dağıtıcı için genel (generic) dağıtıcısını seçiniz (Görsel 6.34).
4. Çalışma alanına altı adet masaüstü bilgisayar ekleyiniz.
5. Tüm cihazların isimlerini ve yerleşimlerini, görselde gösterildiği gibi düzenleyiniz.
6. Cihazların tümünü kablo kullanarak birbirine bağlayınız.
7. Yönlendiricinin "Ethernet" portlarını açınız ve IP yapılandırmasını gerçekleştiriniz.
8. Sırasıyla bilgisayarlara IP veriniz (Bil1 / Bil2 / Bil3).
9. Bil2 masaüstü / komut satırında ping 172.16.0.13 komutunu kullanarak testi tamamlayınız.
10. Simulation sekmesine geçip "Edit Filter" düğmesine basınız. Açılan listede Show All / None seçeneğini seçiniz. Ardından ICMP ve ARP protokollerini seçiniz ve play tuşuna basarak simülasyonu çalıştırınız.
11. Yaptığınız işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
12. Çalışma ortamını temizleyiniz.

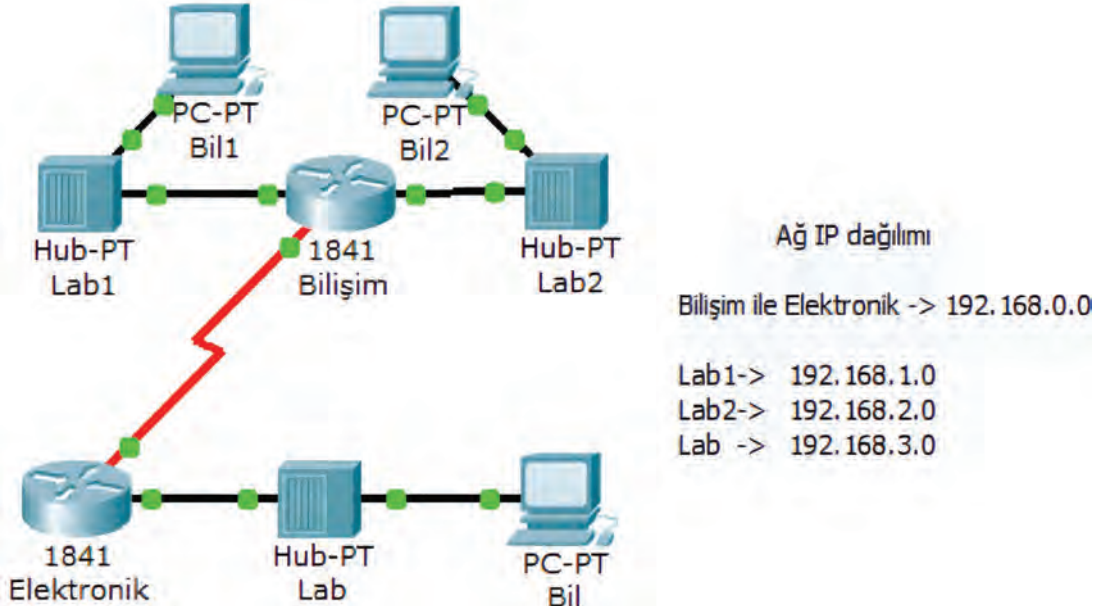
Uygulamaya İlişkin Soru

Bilgisayar ile anahtar arasındaki bağlantı nasıl gerçekleşir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME		TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri		Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2	BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3	BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4	TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5	SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN		100	

Amaç: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak sanal ortamda PT ağı benzetimiyle WAN ağı kurmak.

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Görseller



Görsel 6.35: WAN benzetimi

Kullanılan Malzemeler

Adı	Özelliği	Miktarı
Bilgisayar	Dizüstü-masaüstü	-
Ağ simülasyon programı	PT 8.0	-

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alınız. Tüm araç gereci hazırlayınız. Çalışma ortamından dikkati dağıtacak malzemeleri kaldırınız.
2. Tüm cihazları görselde görüldüğü gibi isimlendiriniz (Görsel 6.35).
3. Bilişim ve elektronik yönlendiricilerini birbirine bağlamak için seri (serial) port takınız.
4. Bilişim yönlendiricisini diğer cihazlara bağlayınız.
5. Elektronik yönlendiricisini diğer cihazlara bağlayınız.
6. Bilişim yönlendiricisinin portlarına IP atayınız.
7. Elektronik yönlendiricisinin portlarına IP atayınız.
8. Bilgisayarlar için IP numarası, ağ maskesi ve varsayılan ağ geçidi bilgilerini giriniz.
9. Yönlendiricilerin yönlendirme bilgilerini güncellemek için dinamik yönlendirme işlemini gerçekleştiriniz.
10. Bil1 cihazı masaüstünde "Command Prompt" aracını kullanarak Bil2 ve Bil cihazlarıyla olan bağlantıyı kontrol ediniz.
11. Yaptığınız işleri atölye öğretmenine kontrol ettiriniz.
12. Çalışma ortamını temizleyiniz.

Uygulamaya İlişkin Soru

WAN ağı nedir? Açıklayınız.

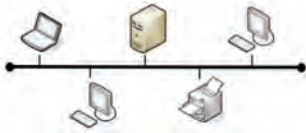
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME		TARİH	.../.../20...
Adı-Soyadı :	Değerlendirme Ölçütleri		Alanlara Verilen Puan	Takdir Edilen Puan
Sınıfı :	1	İŞ GÜVENLİĞİ	10	
Numarası :	2	BİLGİ	30	
ÖĞRETMEN	3	BECERİ	40	
Adı-Soyadı :	4	TEMİZLİK / DÜZEN	10	
Onay (İmza) :	5	SÜRE KULLANIMI	10	
	TOPLAM PUAN		100	

A) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan ayraçlara cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Halka topolojisinde istasyonların birinde arıza meydana gelirse ağ devre dışı kalır.
2. (.....) IP, dosya aktarım protokolüdür.
3. (.....) 10 Base T kablo standardının aktarım hızı 100 Mbps'tir.
4. (.....) Bilgisayardaki dijital sinyalleri, analog sinyallere; telefon hattından gelen analog sinyali, dijital sinyale çeviren cihazlara modem denir.
5. (.....) LAN ağ, en az iki bilgisayarın birbirine bağlanmasıyla oluşur.
6. (.....) UDP, iletim güvenliği sağlar.
7. (.....) RJ45 normal bağlantısında ilk renk yeşil-beyazdır.
8. (.....) De Jure, yasal olarak kabul görmüş kurumlarca geliştirilen ulusal ve uluslararası standartlardır.
9. (.....) Http web sayfalarının görüntülenmesini sağlayan protokoldür.
10. (.....) Ağ benzetim programları, öğrencilerin sanal ekipmanı kullanarak ağ ortamını tasarlamasını ve ağ cihazlarını yapılandırmasını sağlar.

B) Aşağıda verilen sorularda doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

11.



Şekildeki ağ topolojisi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Yıldız
 - B) Ring
 - C) Örgü
 - D) Ortak yol
 - E) Ağaç
12. Kablo maliyetinin ve karmaşıklığının en fazla olduğu ağ topolojisi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Halka
 - B) Örgü
 - C) Ağaç
 - D) Yıldız
 - E) Yol
13. Kullanıcıdan aldığı verilerle mantıksal ve aritmetiksel işlemleri yapan, yaptığı işlemlerin sonucunu saklayabilen, sakladığı bilgilere istendiğinde ulaşılabilen elektronik bir makineye verilen ad aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Bilgisayar
 - B) Gateway
 - C) Modem
 - D) Nıc
 - E) Yönlendirici
14. Bilgisayarların fiziksel ve mantıksal dizilimlerine verilen ad aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Hub
 - B) Modem
 - C) Benzetim
 - D) Ağ topolojisi
 - E) Ağ geçidi

15. TCP / IP protokolünün en üstünde aşağıdaki katmanlardan hangisidir?

- A) Ağ
- B) Donanım
- C) Sunum
- D) Uygulama
- E) Veri

16. Aşağıdaki kablo türlerinden hangisinin veri iletimi en hızlıdır?

- A) CAT5
- B) Fiber optik
- C) CAT6
- D) Koaksiyel
- E) CCTV

17. Aşağıdakilerden hangisi birbirine kablolarla bağlanmış server, yazıcı, bilgisayar, modem gibi birçok haberleşme ekipmanının en ekonomik ve verimli yoldan kullanılmasıdır?

- A) Hub
- B) Modem
- C) Ağ benzetimi
- D) Koaksiyel
- E) Network

18. İki bilgisayarın birbiriyle haberleşmesini ve veri iletişimini gerçekleştirmesini sağlayan standart olarak kabul edilmiş kurallar bütünü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Katman
- B) VoIP
- C) Protokol
- D) Yönlendirici
- E) Network

19. FTP (file transfer protocol) aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Dosya aktarım protokolü
- B) Genel ağ protokolü
- C) Oturum başlatma protokolü
- D) Yönlendirme protokolü
- E) İletim kontrol protokolü

20. Aşağıdakilerden hangisi VoIP güvenlik tehditlerinden değildir?

- A) Telekulak
- B) Hizmeti engelleme
- C) Çağrı yönlendirme
- D) Çağrı kapatma
- E) Ortamdaki adam saldırısı



CEVAP ANAHTARLARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ: HABERLEŞMENİN TEMELLERİ					
1	D	11	B	21	C
2	Y	12	C	22	A
3	Y	13	E	23	E
4	D	14	A	24	B
5	D	15	D	25	A
6	Y	16	D		
7	Y	17	B		
8	Y	18	C		
9	D	19	E		
10	D	20	D		

2. ÖĞRENME BİRİMİ: ANALOG HABERLEŞME			
1	D	11	B
2	Y	12	B
3	Y	13	D
4	D	14	C
5	D	15	A
6	D	16	B
7	D	17	E
8	Y	18	D
9	D	19	D
10	Y	20	A

3. ÖĞRENME BİRİMİ: SAYISAL HABERLEŞME			
1	Y	11	D
2	D	12	B
3	D	13	A
4	D	14	E
5	D	15	C
6	Y	16	D
7	D	17	C
8	D	18	A
9	Y	19	E
10	Y	20	B

4. ÖĞRENME BİRİMİ: HABERLEŞME YÖNTEMLERİ							
1	D	11	D	16	B	26	C
2	Y	12	Y	17	C	27	A
3	Y	13	D	18	E	28	E
4	D	14	D	19	A	29	B
5	Y	15	Y	20	D	30	B
6	D			21	D		
7	Y			22	B		
8	D			23	C		
9	Y			24	E		
10	Y			25	D		



CEVAP ANAHTARLARI

5. ÖĞRENME: BİRİMİ BİNA İÇİ HABERLEŞME TESİSATI			
1	D	11	C
2	Y	12	E
3	D	13	D
4	D	14	A
5	Y	15	C
6	D	16	E
7	D	17	B
8	D	18	C
9	Y	19	D
10	D	20	C

6. ÖĞRENME: BİRİMİ AĞ YAPILARI			
1	D	11	D
2	Y	12	B
3	Y	13	A
4	D	14	D
5	D	15	D
6	Y	16	B
7	Y	17	E
8	D	18	C
9	D	19	A
10	D	20	D



KAYNAKÇA

Kaynakça karekodu

Karekoda ulaşılmaması durumunda aşağıdaki linki kullanabilirsiniz.

<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2473>

