

Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri

Dr. Rifat ÇÖLKESEN
Beykent Üniversitesi

Prof. Dr. Bülent ÖRENCİK
TUBİTAK MAM

PAPATYA YAYINCILIK EĞİTİM
İstanbul, Ankara, İzmir, Adana

Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri

© Papatya Yayıncılık Eğitim – Mayıs 2008
BİLGİSAYAR SİS. SAN. VE TİC. A.Ş.

İnönü Cad. Hacıhanım Sok. 10/6, 80090, Gümüşsuyu/İstanbul

Tel : (212) 245 37 40 (Merkez)
Faks : (212) 245 37 41
e-mail : bilgi@papatya.gen.tr
Web : http://www.papatya.gen.tr
http://www.papatya.info.tr
Dağıtım : İstanbul : (212) 527 52 96
Adana : (322) 432 00 73

Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri – Rifat ÇÖLKESEN ve Bülent ÖRENCİK

5. Basım Mayıs 2008

Bu kitabın ilk basımı 1999 yılında yapılmıştır; 2000, 2002 ve 2003 yıllarında tekrar baskılar yapılmış olup beşinci baskısı tamamen güncellenmiştir.

Editör : Dr. Cengiz UĞURKAYA (Post-Edu Institute)
Teknik Kontrol : Ahmet ACAR
Türk Dili : Necdet AVCI
Üretim : Olcay KAYA
Sayfa Düzenleme : Papatya - Kelebek Tasarım
Kapak Tasarım : Papatya - Kelebek Tasarım
Basım ve Ciltleme : Altan Basım San. Ltd. Şti. / İstanbul

© Bu kitabın her türlü yayın hakkı **Papatya Yayıncılık Eğitim A.Ş.**'ye aittir. Yayınevinden yazılı izin alınmaksızın alıntı yapılamaz, kısmen veya tamamen hiçbir şekil ve teknikle ÇOĞALTILAMAZ, BASILAMAZ, YAYIMLANAMAZ. Kitabın, tamamı veya bir kısmının fotokopi makinesi, ofset gibi teknikle çoğaltılması, hem çoğaltan hem de bulunduranlar için yasadışı bir davranıştır.

Lütfen kitabımızın fotokopi yöntemiyle çoğaltılmasına engel olunuz. Fotokopi hızsızlıktır.

Çölkesen, Rifat; Örencik, Bülent.

Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri / Rifat Çölkesen - İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim, 2008
xxii, 480 s. ; 24 cm.

Kaynakça ve dizin var.

ISBN 975-6797-00-2

1. Bilgisayar Haberleşmesi. 2. Bilgisayar Ağları. 3. İnternet. 4. TCP/IP. 5. LAN/WAN/Kampüs Ağ . I. Title

TK 5105.K36 2002

*Bilgisayar ağları konusunda uğraş gösteren
meslektaşlarımıza ve bu konuda eğitim gören
öğrencilerimize yararlı olacağına inandığımız
bu çalışmamızı, bizlere emeği geçen
tüm hocalarımıza
ithaf ediyoruz.*

Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri

İçindekiler

Önsöz	15
Şekil Listesi	16
Tablo Listesi	21

Birinci Kısım

- Sayısal Veri İletimi / OSI Başvuru Modeli -

Bölüm 1. Giriş: Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri	25
Kitap Üzerine	26
Ağ ve Gelişim Evreleri	27
Kablosuz Erişim	29
Yeni Nesil Yönlendirme Protokolü - IPv6	29
Bölüm 2. Sayısal İletişim: Genel Tanımlar	31
Kodlama	31
Modülasyon	33
Karşılıklı Çalışma ve Protokol	33
Paralel İletim	34
Seri İletim ve bps	34
Asenkron Seri İletim, Senkron Seri İletim	35
İsokron İletim	36
Tam-Çift Yönlü, Yarı-Çift Yönlü ve Tek Yönlü İletim	36
Gerçek Zamanlı İletişim	37
Düğüm	37
Topoloji ve Ağ Haritası	38
Ortak Yol, Halka, Yıldız Topolojileri	38
Ağaç, Örgü Topolojileri	39
Kullanıcı/Sunucu Mimarisi	40
Devre Anahtarlama ve Paket Anahtarlama	40
Band Genişliği ve Hız	41
Standartın Önemi	41
Standart Belirleyen Kurumlar (ANSI, IEEE, ITU, IETF, ISO, EIA, ETSI)	41
Özet	42
Sorular	43
Bölüm 3. Hata Sezme ve Düzeltme Teknikleri	45
3.1. Hata Sezme Teknikleri	46
Yankılama (Echoplex)	46
Eşlik Sınaması (Parity Check)	46
LRC - Boyuna Fazlalık Sınaması	47
CRC - Çevrimli Fazlalık Sınaması	48
CRC Yönteminin Özellikleri	51

3.2. Hata Düzeltme Teknikleri	52
Hamming Kodlaması	52
Otomatik Tekrar İsteği (ARQ)	54
3.3. İletişim Kanalı Başarım Hesabı	54
3.4. Özet	55
3.5. Sorular	55
Bölüm 4. Kişisel Bilgisayar Üzerinden Asenkron Seri İletişim	57
4.1. UART 8250 Tümdevresi	58
4.2. DTE-DTE ve DTE-DCE Bağlantıları	62
4.3. UART 8250'nin Programlanması ve Koşullanması	63
4.3.1. UART'ın Programlanması	63
4.3.2. UART 8250'in Ön Koşullanması	64
4.3.3. UART 8250 ile Gönderme	66
4.3.4. UART 8250 ile Alma	67
4.3.5. UART 8250 Kesmeleri	67
4.4. Modem Bağlantısı	68
4.5. Yerel Çevrim Sınaması	70
4.6. UART'ın Kullanılması için Yararlı C Fonksiyonları	71
4.7. Özet	72
4.8. Sorular	73
Bölüm 5. OSI Başvuru Modeli	75
5.1. OSI Başvuru Modeli Mimarisi ve 7-Katman	76
5.2. Katmanlar Arası Sanal Etkileşim	80
5.3. İnternet Ulaşım Katmanı Protokolu - TCP	83
TCP Protokolu	83
5.4. Özet	85
5.5. Sorular	85
Bölüm 6. Ağ Katmanı (Network Layer)	87
6.1. Bağlantı Durumuna Göre Yönlendirme	88
Bağlantısız Düzenli Hizmet	88
Bağlantıya Yönelik Hizmet	89
Görüntü Devrelerin Numaralandırılması	90
Bağlantılı ve Bağlantısız Hizmetlerin Karşılaştırılması	91
6.2. Yönlendirme Algoritmaları	91
Statik Algoritmalar	91
Adaptif/Uyarlamalı Algoritmalar	92
Alıcısına Ulaşmayan Paketlerin Yok Edilmesi	93
6.3. Tıkanma	93
6.4. Çoklu Gönderim ve Yayın	94
Yol Ağacı (Spanning Tree) - Kapsayan Ağaç	94
6.5. İnternet Ağ Katmanı Protokolu - IP	95
İnternet Protokolu Paket Başlığı Yapısı	95
6.6. Özet	96
6.7. Sorular	97

Bölüm 7. Veri-Bağı Katmanı (Data Link Layer)	99
7.1. Başlıca Veri-Bağı Hizmetleri	100
7.2. Çerçeve Düzenleri	100
Karakter Düzenli Çerçeve, Bit Düzenli Çerçeve	101
7.3. Hata Sezme ve Düzeltme	101
Otomatik Tekrar İsteği - ARQ	101
7.3.1. Dur ve Bekle Protokolu	102
7.3.2. N Çerçeve Gerile Protokolu	103
7.3.3. Seçici Yineleme Protokolu	106
7.4. Veri-Bağı Katmanı Protokolları	106
7.5. Özet	108
7.6. Sorular	108
Bölüm 8. Fiziksel Katmanı	111
8.1. DTE-DCE Bağlantı Standartları	112
RS-232 / V.24	113
RS-232 Uç Bağlantıları - 9 ve 25 Uçlu	114
RS-422A / RS-423A, V.35 / RS-449, X.21	117
8.2. LAN Bağlantı Standartları	117
RJ45 Konnektörü	117
Jetonlu Halka (Token Ring) Bağlantı Konnektörü	119
AUI ve MII Standartları	119
Fiber Optik Konnektör Türleri	120
8.3. Sayısal İşaretin Kodlanması	120
8.4. Kablosuz İletimde Fiziksel Katman	122
8.5. Özet	123
8.6. Sorular	123

İkinci Kısım
- Bilgisayar Ağları ve Ağ Teknolojileri -

Bölüm 9. Bilgisayar Ağ Kavramları	127
Komple Ağın Parametreleri	128
Yerel Alan Ağı (LAN), Kampüs Ağı	128
Geniş Alan Ağı (WAN), Uzak Bağlantı	129
Ağ Sınıflamasında Yeni Yaklaşım	129
OSI Başvuru Modeli, Ağ Cihazları	130
Protokoller ve Standartlar, Protokol Kümeleri	131
Ağ İşletim Sistemleri	131
Novell NetWare, Windows, VINES, LAN Manager	131
İç Ağ/Dış Ağ (Intranet/Extranet)	132
Teknoloji Seçiminde Anahtar Sözcük	133
Sanal Yerel Alan Ağı / Sanal LAN	133
Kablolu Alt Yapısı / Kablosuz İletişim	133
Ağ Yönetimi	135
SNMP, RMON / RMON2	136
Özet	136
Sorular	137

Bölüm 10. Ağ Bağlantı Cihazları	139
10.1. Ağ Kartı	140
Ethernet Kart	141
Jetonlu Halka Kartı	142
FDDI Kart, ATM Kart	143
10.2. Tekrarlayıcı ve HUB	143
10.3. Köprü	145
Köprüleme Yöntemleri	147
Yol Ağacı / Kapsayan Ağaç Algoritması	148
Köprülerin Sınıflanması	149
10.4. Anahtar Cihazı	149
Anahtar Cihazının OSI Katmanları	152
Aktarım Yöntemleri / Hemen Geçir -Al ve Sonra Gönder	152
Anahtar Türleri	153
Kenar Anahtar, Merkez Anahtar	153
10.5. Yönlendirici Cihazı	155
Yönlendirme Tablosu, Yönlendirici Türleri	156
Merkez Yönlendirici	157
Kenar Yönlendiriciler	159
Yönlendirici İşletim Sistemleri / ROS	160
Yönlendirme Algoritmaları	160
Uzaklık Vektörü Algoritması (DVA)	160
Bağlantı Durumu Algoritması (LSA)	160
En Kısa Yol Algoritması	161
Yönlendirme Protokolleri	163
IGP (Interior Gateway Protocol)	163
EGP (Exterior Gateway Protocol)	164
Metrik Değer Parametreleri	165
BRouter	166
10.6. Geçityolu	166
10.7. Modem	167
10.8. Kablosuz LAN'da Erişim Noktası Cihazı	167
10.9. Diğer Ağ Cihazları	168
Ortam Dönüştürücü (Transciever), Birleştirici (Concentrator)	169
Terminal Bağlantı Sağlayıcı (Terminal Server)	169
Erişim Sunucu (Access Server)	170
10.10. Özet	171
10.11. Sorular	171
Bölüm 11. LAN Teknolojileri ve IEEE 802.x Ailesi	173
802.x Ailesi ve Protokolları	175
11.1. Ethernet / IEEE 802.3	176
Yol Erişim Yöntemi CSMA/CD	177
Ethernet ve CSMA/CD'de Çatışma	177
Ethernet Topolojisi	179
Ethernet ve 802.3 Çerçeve Formatı	181
Ethernet ile 802.3 Arasındaki Fark	182
CSMA/CD Fiziksel Katmanı, Kablolama Standartları	182

Ethernetin OSI Başvuru Modelindeki Yeri	183
İnce Koaksiyel Kablo ⇒ 10Base-2	184
Kalın Koaksiyel Kablo ⇒ 10Base-5	184
Büklümlü Çift (UTP, STP) Kablo ⇒ 10Base-T	185
Fiber Optik Kablo ⇒ 10Base-F	185
Ethernet Adresi	186
CSMA/CD Başarım Analizi	186
11.2. Yüksek Hızlı Ethernet	188
11.2.1. Fast Ethernet ⇒ 100Base-TX, 100Base-T4, 100Base-FX	188
11.2.2. Gigabit Ethernet ⇒ 1000 Base-LX / SX / CX / T	190
11.2.3. 10 Gigabit Ethernet ⇒ 10GbE	191
11.3. 100VG-AnyLAN	193
11.4. Jetonlu Halka (Token Ring)	194
Jetonlu Halka Çerçeve Formatı	195
Jetonlu Halka Fiziksel Katmanı	197
Jetonlu Halka Kablolama Standartları	197
Jetonlu Halka Başarım Analizi	198
11.5. Jetonlu Yol (Token Bus)	198
Jetonlu Yolda Ortama Erişim	199
Jetonlu Yol Başarım Analizi	200
11.6. Özet	201
11.7. Sorular	202
Bölüm 12. FDDI (Fiber Distributed Data Interface)	205
12.1. FDDI Teknolojisi	206
12.2. FDDI Mimarisi	207
FDDI Ağ Cihazları/Arayüzleri	207
FDDI Çerçeve Formatı	208
Trafik Türleri	210
12.3. FDDI-II	210
FFOL	210
CDDI	211
12.4. FDDI Uygulamaları	211
Omurga Ağ Oluşturulması	211
Uç Sistemlerin Doğrudan FDDI Ağa Bağlanması	212
12.5. Özet	213
12.6. Sorular	214
Bölüm 13. ATM (Asynchronous Transfer Mode)	215
Hücre, Ses ve Veri Aktarımı	216
Bağlantı Gereksinimi	217
Temel Aktarım Paketi / Hücre	217
13.1. Bağlantı Arayüzleri (UNI ve NNI)	219
Sanal Devreler	220
Anahtarlamalı Sanal Devre (SVC), Kalıcı Sanal Devre (PVC)	221
Sanal Yol, Sanal Kanal	222
13.2. ATM Mimarisi	222
Fiziksel Katman	223

ATM Katmanı, ATM Adaptasyon Katmanı	224
13.3. Hizmet Sınıfları (Class of Services, CoS)	225
CBR, ABR, VBR ve UBR	227
13.4. ATM Adresleri	228
13.5. LAN Emülasyonu (LANE)	229
LEC, LECS, LES, BUS	230
İşaretleşme	231
ILMI, VLAN - ELAN İkili	232
13.6. ATM Üzerinden Çoklu Protokol (RFC 1453)	232
ATM Üzerinden IP ve ARP (RFC 1577)	233
13.7. ATM Ağ Uygulama Örnekleri	233
LAN Omurga Kurulması	234
Kampüs Omurga Oluşturulması	235
WAN Omurga Kurulması	236
13.8. Özet	237
13.9. Sorular	237
Bölüm 14. Kablosuz Ağ Teknolojileri	239
14.1. Kablosuz LAN	241
Kablosuz LAN Kurulmasında Temel Yaklaşımlar	242
14.1.1. 802.11x (IEEE) Ailesi Protokolları	243
802.11b Standardı, 802.11a Standardı	244
Kodlama/Modülasyon Teknikleri	245
DSSS, FHSS, OFDM	246
Çoklu Erişim ve Çoğullama Yöntemleri	247
Anten ve Kapsama Alanı	248
14.1.2. HiperLAN (ETSI)	249
14.2. Kişisel Alan Ağları - PAN	250
14.2.1. Bluetooth	250
Piconet ve Scatternet, Bluetooth İletim Kanalları	251
14.2.2. HomeRF	252
14.3. Kablosuz Uzak Bağlantı	253
14.3.1. WiMAX	253
14.3.2. LMDS	254
14.4. Kablosuz Hücreli Mobil İletişim	256
14.4.1. GSM	256
GSM Altyapısı ve Bileşenleri	257
GSM Coğrafi Alanları	259
14.4.2. GPRS	260
14.5. Noktadan-Noktaya Kablosuz Bağlantı	261
DVB-RCS	262
14.6. Kablosuz Uygulama Protokolları - WAP	262
14.7. Kablosuz İletişimde Güvenlik	263
14.7.1. WEP	263
14.7.2. WPA	264
14.7.3. MAC Tabanlı Güvenlik	264
14.8. Özet	265
14.9. Sorular	265

Bölüm 15. WAN Teknolojileri ve Standartları	267
15.1. WAN Teknolojilerin Sınıflanması	268
15.1.1. Bağlantı Durumuna Göre	268
Noktadan Noktaya Bağlantı	268
Bulut Teknolojisi	269
15.1.2. Anahtarlama Yöntemine Göre	271
Devre Anahtarlama	271
Paket Anahtarlama	273
Hücre Anahtarlama	274
15.1.3. Topolojik Yapısına Göre	275
Hiyerarşik Topoloji	275
Örgü / Kafes Topolojisi	277
15.2. İletişim Hizmetleri	278
15.2.1. Analog İletişim Hizmetleri	279
Standart Modemler, Çevirmeli (Dial-up) Analog Hizmetler	279
15.2.2. Sayısal İletişim Hizmetleri	281
CSU / DSU Arayüzü	281
Sayısal Hiyerarşi	282
DTE ile CSU / DSU Bağlantısı	283
DDS (Digital Data Service)	283
ISDN Hizmetleri, LMDS	283
xDSL Tabanlı Hizmetler	284
ADSL	284
VDSL, SDSL	286
E1 Hizmeti	287
<i>Fractional</i> E1 Hizmeti	288
T1 Hizmeti	288
<i>Fractional</i> T1 Hizmeti	288
T3 Hizmeti	289
SONET	289
<i>Fractional</i> T3 Hizmeti	289
15.3. X.25 Arayüzü	290
X.25 Katmanları	291
PAD (Packet Assembler/Disassembler)	293
15.3.1. X.25 Uygulama Örnekleri	294
15.4. Özet	294
15.5. Sorular	295
Bölüm 16. ISDN (Integrated Serviced Digital Network)	297
16.1. ISDN Kanalları ve Hizmetleri	298
ISDN Hizmetleri	299
BRI Hizmeti	299
PRI Hizmeti	300
16.2. ISDN Katmanları ve OSI Başvuru Modeli	300
ISDN Fiziksel Katmanı	301
BRI Fiziksel Katmanı	301
PRI Fiziksel Katmanı	302
16.3. ISDN Bağlantı Arayüz Noktaları	302

16.4. ISDN Uygulamaları ve Kullanım Alanları	303
LAN'lar Arası Bağlantıda ISDN	303
Yedek Hat Olarak ISDN	304
16.5. Özet	305
16.6. Sorular	305
Bölüm 17. Frame Relay	307
17.1. FR, X.25 ve OSI Başvuru Modeli	309
Frame Relay ile X.25 Karşılaştırılması	309
17.2. Yerel Yönetim Arayüzü	310
17.3. FR Sanal Kanalları	311
Sanal Devreler, Sanal Devre Band Genişlikleri	312
17.4. FR Çerçeve Formatı ve LMI Mesaj Formatı	313
LMI Mesaj Formatı	314
FR Üzerinden Çoklu Protokol Desteği	315
17.5. Özet	315
17.6. Sorular	315
Bölüm 18. Ağ Güvenliği ve Koruma Duvarı	317
18.1. Güvenilir Sistem ve Güvenli Sistem	318
18.2. Ağ Uygulamasında Güvenlik ve Koruma Düzeyleri	319
18.3. IPsec Güvenlik Protokolları	321
18.4. SSL Güvenlik Mekanizmaları	322
18.5. Güvenlik Duvarı	323
Kısıtlama - İzin Verme Yaklaşımı	324
18.5.1. Güvenlik Duvarı Türleri	325
Paket Süzmeli Güvenlik Duvarları	325
Devre Düzeyli Geçityolu	325
Uygulama Düzeyli Geçityolu	325
18.5.2. Sanal Özel Ağ	326
18.6. Kablosuz LAN (WLAN) Güvenliği	327
18.7. Özet	328
18.8. Sorular	328
Bölüm 19. Yapısal Kablolama	329
19.1. Kablolama Sınıflamaları	330
19.2. Kablo Türleri	331
Koaksiyel Kablo	331
Büklümlü Çift	332
Fiber Optik	333
Tek Modlu, Çok Modlu Fiber Optik Kablolar	334
19.3. Yapısal Kablolama Mimarisi	336
Kablo Mimarisi	336
Fiziksel Uzunluk ve Elektriksel Uzunluk	339
19.4. Kablolama Üzerine Standartlar	339
19.5. İki Sistemi Doğrudan Bağlama	340
19.6. Özet	341
19.7. Sorular	341

Üçüncü Kısım
- İnternet Teknolojisi -

Bölüm 20. TCP/IP Protokol Kümesi ve İnternet	345
20.1. TCP/IP Mimarisi ve Katmanları	347
20.2. Uygulama Katmanı Protokolları	350
20.3. Ulaşım Katmanı Protokolları	352
20.3.1. TCP	352
20.3.2. UDP	355
20.4. Yönlendirme Katmanı Protokolları	356
20.4.1. IP Yönlendirme Protokolü	356
20.4.2. ICMP	358
20.5. Adres Dönüşüm Protokolları	359
20.6. SLIP ve PPP Bağlantı	362
20.7. IP Adres Dönüşümü - IP NAT	365
20.8. İnternet Mühendisliği ve İnternet Standartları Organizasyonları	368
20.9. Özet	369
20.10. Sorular	369
Bölüm 21. IP Adresleme Mekanizması - Adres Sınıfları ve Altağlar	371
Sistem Adresi ve Ağ Adresi	372
Simgesel Adresler ve DNS Hizmeti	372
21.1. IPv4 Adresleme Mekanizması	373
Bireysel Adres ve Yayın Adresi	373
21.1.2. Sınıflamalı IP Adres Grupları	374
A Sınıfı Adres Bloğu	375
B Sınıfı Adres Bloğu	375
C Sınıfı Adres Bloğu	376
D ve E Sınıfı Adres Bloğu	376
21.1.2. Sınıflamasız IP Adresleme	377
21.2. IPv4'te Altağ Oluşturma	378
Altağ Maskesi, Yayın Adresi	379
Altağa Parçalama Örneği 1: B sınıfı adres bloğunun 8'e bölünmesi	380
Altağa Parçalama Örneği 2: C sınıfı adres bloğunun 4'e bölünmesi	381
21.3. IPv6 Adresleme Mekanizması	382
21.4. Özet	383
21.5. Sorular	383
Bölüm 22. IP Güvenlik Protokol Kümesi - IPsec	385
22.1. IP Tabanlı Ağlarda Güvenlik ve IPsec	386
22.2. IPsec Bileşenleri	388
22.2.1. IPsec Temel Protokolları	388
IPsec Doğrulama Protokolü Başlık Yapısı	388
IPsec Güvenlik Giydirmesi Protokol Başlığı	389
22.3. IPsec Yardımcı Bileşenleri	391
IPsec Güvenlik Politikaları	391
IPsec Şifreleme/Çırpı Fonksiyonu Algoritması	391
IPsec Şifreleme Anahtarı Takası	391

22.3. IPsec Uygulama Modelleri/Modları	392
22.3.1. Aktarım Modunda IPsec Uygulaması	393
22.3.2. Tünelleme Modunda IPsec Uygulaması	394
22.4. Özet	395
22.5. Sorular	395
Bölüm 23. Yeni Nesil İnternet Yönlendirme Protokolü - IPv6	397
23.1. IPv6 ile Gelen Yenilikler	398
23.2. IPv6 ile IPv4 Başlık Yapılarını Karşılaştırma	400
23.3. IPv6 Ek-Başlıkları	401
23.3.1. Düşümden-Düşüme Atlama Ek-Başlığı	403
23.3.2. Yönlendirme Ek-Başlığı	403
23.3.3. Parçalama Ek-Başlığı	405
23.3.4. Alıcı/Hedef Ek-Başlığı	405
23.3.5. Doğrulama Ek-Başlığı	406
23.3.6. Güvenlik Giydirmesi Ek-Başlığı	407
23.4. IPv6 Adresleme Mekanizması	408
23.5. IPv4'ten IPv6'ya Geçiş	410
23.6. IPv6'nın Uygulamalara Etkisi	411
23.7. Özet	413
23.8. Sorular	413
Bölüm 24. ISS ve Sunucu Programlar/Soket Programlama ve IP Ayarı	415
24.1. İnternet Servis Sağlayıcı (ISS)	416
24.2. UNIX ve Sunucu Programlar	418
24.3. TCP/IP'de Soket Programlama	420
24.4. Sistemlere IP Adres Ayarı Yapılması	422
24.5. Özet	424
24.6. Sorular	424
Ek-A. Yardımcı Ağ Komutları	425
Ek-B. Seri Kablo Sonlandırılması (RS-232)	437
Ek-C. Kablo Sonlandırılması (Ethernet, Jetonlu Halka ve ISDN)	439
Ek-D. A'dan Z'ye Ağ Sözlüğü	443
Kaynakça	471
Dizin	475

Önsöz

Bilgisayar haberleşmesi ve ağ teknolojileri konusu her geçen gün etkisini daha da arttırmaktadır; bilgisayar kullanıcısı, eriştiği sistem boyutu ve sistemi kullanmadaki amacı ne olursa olsun, mutlaka öyle ya da böyle bilgisayar haberleşmesinin sunduğu hizmetlerden yararlanmaktadır. O halde, bilgisayar haberleşmesi ve ağ teknolojileri konusu, orada geçen kavramlar, protokollar, standartlar ve teknolojileri iyi özümsemek zorundayız. Bu konuda yabancı dille hazırlanmış yüzlerce kitap var; ancak, bizim bu kitap ile yapmak istediğimiz, birikim ve deneyimlerimizi kalıcı kılarak, aynı zamanda meslektaşlarımıza, öğrencilerimize kendi dilinden okumanın verdiği hazzı hissettirmektir.

Kitabın hazırlanması süresince oldukça titiz olmaya çalıştık; ancak yine de, kitap içerisinde hatalar olabileceğini biliyoruz; siz sayın meslektaşlarımızın bizlere bildireceği hatalar veya öneriler, bizim bundan sonraki çalışmalarımızı yönlendirmeye yardımcı olacaktır. Herşeyin daha güzel olması dileğiyle.

Dr. Rifat ÇÖLKESEN

Prof. Dr. Bülent ÖRENCİK

Şekil Listesi

Şekil-2.1.	Verinin <i>Manchester</i> kodlamasıyla elektriksel işarete dönüştürülmesi	32
Şekil-2.2.	Ağda farklı işletim sistemleri karşılıklı olarak çalışabilmelidir	33
Şekil-2.3.	Paralel iletim şekli	34
Şekil-2.4.	Asenkron seri iletim şekli	35
Şekil-2.5.	Senkron seri iletim şekli	36
Şekil-2.6.	Tipik olarak uç düğüm ve ara düğümler	37
Şekil-2.7.	Yerel alan ağı (LAN) topolojileri	38
Şekil-2.8.	Geniş alan ağı (WAN) topolojileri	39
Şekil-2.9.	Kullanıcı/sunucu mimarisi	40
Şekil-4.1.	UART tümdevresinin giriş çıkış uçları	59
Şekil-4.2.	UART alıcı ve verici saklayıcıları	59
Şekil-4.3.	Hat durum saklayıcısı (LSR)	60
Şekil-4.4.	Kesme durum saklayıcısı (IIR)	61
Şekil-4.5.	Seri port üzerinden DTE-DTE ve DTE-DCE bağlantısı	62
Şekil-4.6.	RS-232C konnektör şekilleri (25 ve 9 uçlu)	63
Şekil-4.7.	Minimum NULL modem bağlantı uç numaraları	63
Şekil-4.8.	UART iletim denetim saklayıcı bitleri	64
Şekil-4.9.	Modem durum saklayıcısı (MSR)	69
Şekil-4.10.	Yerel ve uzak çevrim sınaması	70
Şekil-4.11.	Modem denetim saklayıcısı	71
Şekil-5.1.	OSI 7 katmanlı başvuru modeli ve katmanların sırası	76
Şekil-5.2.	OSI'de uygulama ve ağ arabağlaşım hizmetleri seviyeleri	78
Şekil-5.3.	<i>i.</i> katman protokol ilkelleri ve şematik gösterilimi	80
Şekil-5.4.	Başlık bilgisinin veri önüne eklenmesi	81
Şekil-5.5.	Katmanlar arasında eş-düzey sanal bağlantı	81
Şekil-5.6.	Ulaşım katmanı ve hizmet erişim noktası	82
Şekil-5.7.	TCP TPDU başlık yapısı (n=4, 8, 12...)	84
Şekil-6.1.	Bağlantısız hizmette paketlerin akışı	88
Şekil-6.2.	Bağlantıya yönelik hizmette paket akışı	89
Şekil-6.3.	Statik yönlendirme için örnek ağ	92
Şekil-6.4.	Örnek bir graf için çeşitli yol ağaçları	94
Şekil-6.5.	Yönlendirme protokolu IPv4 paket başlığı	95
Şekil-7.1.	Alıcı ve verici durum diyagramları	103
Şekil-8.1.	Fiziksel katman alt birimleri	112
Şekil-8.2.	DTE-DCE bağlantısı	113
Şekil-8.3.	RS-232 konnektör çeşitleri (25 ve 9 uçlu konnektörler)	114
Şekil-8.4.	V.35 konnektörü	116
Şekil-8.5.	X.21 konnektörü	117
Şekil-8.6.	Ethernet ve RJ45 konnektörü	118

Şekil-8.7.	Jetonlu halka bağlantısı ve konnektörü	119
Şekil-8.8.	Fiber Optik konnektör çeşitleri	120
Şekil-8.9.	Sayısal işaret kodlama yöntemleri	121
Şekil-10.1.	Çeşitli ağ kartı ve konnektör şekilleri	140
Şekil-10.2.	Bilgisayar, ağ kartı, kablo ve anahtar cihazı	141
Şekil-10.3.	100 Mbps Ethernet ağ kartının OSI başvuru modelindeki yeri	142
Şekil-10.4.	Tekrarlayıcı ile ağ dilimlerinin bağlanması	143
Şekil-10.5.	Tekrarlayıcının OSI referans modelindeki yeri	144
Şekil-10.6.	HUB ile paylaşılan yol uygulaması	145
Şekil-10.7.	Ağ dilimlerinin köprü ile bağlanması	145
Şekil-10.8.	Farklı topolojideki ağların köprü ile bağlanması	146
Şekil-10.9.	Köprünün OSI başvuru modelindeki yeri	147
Şekil-10.10.	Kapsayan Ağaç Algoritması	148
Şekil-10.11.	Anahtar cihazı ile oluşturulmuş basit ağ	149
Şekil-10.12.	Sistemlerin HUB üzerinden bağlanması	150
Şekil-10.13.	Sunucu için daha yüksek hızlı portu olan anahtar kullanılması	151
Şekil-10.14.	Hiyerarşik LAN mimarisi	153
Şekil-10.15.	Kenar anahtar örnekleri	153
Şekil-10.16.	Tipik hiyerarşik LAN uygulaması ve merkez anahtar	154
Şekil-10.17.	Tipik yönlendirici bağlantısı ve yerel alan ağları	155
Şekil-10.18.	Merkez ve kenar yönlendiricilerin uygulamadaki yeri	157
Şekil-10.19.	Şaseli merkez yönlendirici örnekleri	158
Şekil-10.20.	Kenar yönlendiricinin tipik görüntüsü ve portları	159
Şekil-10.21.	IGP ve EGP uygulaması	164
Şekil-10.22.	Geçityolunun uygulamadaki yeri ve OSI başvuru modeli katmanları	166
Şekil-10.23.	Bir analog modemin önden ve arkadan görünüşü	167
Şekil-10.24.	Kablosuz LAN ve düzey bağlantı	168
Şekil-10.25.	Çeşitli ortam dönüştürücü örnekleri (10 Mbps Ethernet için)	169
Şekil-10.26.	Terminalerin ana bilgisayarlara bağlantısı	170
Şekil-10.27.	Erişim sunucu uygulaması örneği	170
Şekil-11.1.	IEEE LAN standartlarının OSI başvuru modeliyle karşılaştırılması	176
Şekil-11.2.	Ethernet'te çatışmanın gösterilmesi	178
Şekil-11.3.	Ortak yol topolojisi	180
Şekil-11.4.	Ortak yolun HUB ile uygulaması	180
Şekil-11.5.	Ethernet ve IEEE 802.3 çerçeve formatı	181
Şekil-11.6.	Ethernet'in OSI başvuru modelindeki yeri	183
Şekil-11.7.	İnce koaksiyel kablo (10Base-2) uygulaması ve topolojisi	184
Şekil-11.8.	Kalın koaksiyel kablo (10Base-5) uygulaması ve topolojisi	184
Şekil-11.9.	UTP, STP uygulaması (10Base-T) ve topolojisi	185
Şekil-11.10.	Fiber Optik kablo uygulaması	186
Şekil-11.11.	Fast Ethernet ve OSI başvuru modeli	189
Şekil-11.12.	Gigabit Ethernet'in OSI başvuru modelindeki yeri	191
Şekil-11.13.	100VG-AnyLAN topolojisi	193
Şekil-11.14.	Jetonlu Halka topolojisi	194
Şekil-11.15.	Jetonlu Halka arayüzü a) Dinleme modu b) Aktarım modu	195

Şekil-11.16.	Jetonlu Halka'da jeton çerçeve formatı	195
Şekil-11.17.	Jetonlu Halka'da veri çerçevesi formatı	196
Şekil-11.18.	Jetonlu Yol topolojisi ve jeton dolaşımı	199
Şekil-11.19.	Jetonlu Yol çerçeve formatı	200
Şekil-12.1.	FDDI halka yapısı ve bağlantı kopması durumu	206
Şekil-12.2.	FDDI mimarinin OSI başvuru modeline göre durumu	207
Şekil-12.3.	FDDI ağ cihaz ve arayüzleri	208
Şekil-12.4.	FDDI DAS portları	208
Şekil-12.5.	FDDI çerçeve formatı	209
Şekil-12.6.	FDDI tabanlı omurga ağ	211
Şekil-12.7.	Uçtan uca FDDI ağ	212
Şekil-12.8.	FDDI omurga uygulama örneği	213
Şekil-13.1.	ATM üzerinden ses, veri ve video bilgisi aktarılması	216
Şekil-13.2.	ATM ağda bağlantı kurulması	217
Şekil-13.3.	Hücre yapısı ve başlık bilgisi içindeki alanlar	218
Şekil-13.4.	Bağlantı arayüzleri: UNI ve NNI	219
Şekil-13.5.	Hücre aktarımında VPI/VCI numarası ve başlık formatı değişimi	220
Şekil-13.6.	ATM ağda sanal devre kurulması	221
Şekil-13.7.	Sanal yol ve sanal kanal	222
Şekil-13.8.	ATM ve OSI başvuru modeli	223
Şekil-13.9.	ATM başvuru modelinin alt katmanları	225
Şekil-13.10.	Veri paketinin AAL üzerinden geçişi	226
Şekil-13.11.	Bit akışına göre trafik özellikleri	227
Şekil-13.12.	ATM adres formatı ve alt parçaları	228
Şekil-13.13.	ATM ile Ethernet ağların bütünleştirilmesi ve katmanlar	229
Şekil-13.14.	LAN Emülasyonu parçaları (LEC,LECS,LES ve BUS)	230
Şekil-13.15.	LAN Omurga çözümünde ATM örneği	234
Şekil-13.16.	Kampüs omurga uygulamasında ATM örneği	235
Şekil-13.17.	WAN Omurga uygulamasında ATM örneği	236
Şekil-14.1.	Kablosuz bağlantı yöntemleri	240
Şekil-14.2.	Kablosuz LAN topolojileri	242
Şekil-14.3.	Kablosuz LAN kurulmasında birden çok AP kullanılması	246
Şekil-14.4.	Bluetooth ve Piconet	251
Şekil-14.5.	HomeRF katmanları	252
Şekil-14.6.	Örnek bir LMDS topolojisi	255
Şekil-14.7.	GSM altyapısı ve temel birimleri	258
Şekil-14.8.	GSM coğrafi alanları	259
Şekil-14.9.	Noktadan noktaya kablosuz bağlantı	261
Şekil-15.1.	Noktadan noktaya WAN bağlantısı	269
Şekil-15.2.	Bulut teknolojisi ve LAN bağlantıları	270
Şekil-15.3.	X.25 ile ISDN bulutları arasında geçiş	270
Şekil-15.4.	Devre anahtarlamalı ağ ve kurulmuş bir devre	271
Şekil-15.5.	Paket anahtarlamalı ağın yapısı	273
Şekil-15.6.	Hücre anahtarlamalı ağda sanal bağlantı	274

Şekil-15.7.	Hiyerarşik topoloji mimarisi	276
Şekil-15.8.	Hiyerarşik topolojide hat kopması	277
Şekil-15.9.	Örgü topolojide bağlantılar ve hat kopması durumu	278
Şekil-15.10.	Analog ve sayısal işaretler	278
Şekil-15.11.	Standart modem birimleri ve bağlantı şekli	279
Şekil-15.12.	Çevrimli bağlantı uygulaması	280
Şekil-15.13.	CSU ve DSU arayüzlerinin işlevi	281
Şekil-15.14.	DTE-DCE bağlantısında CSU/DSU konumu	283
Şekil-15.15.	ADSL ağ altyapısı	284
Şekil-15.16.	E1 kanal çoğulama	287
Şekil-15.17.	E1 ve FE1 hizmetleri kullanımı için uygulama örneği	288
Şekil-15.18.	T3 hizmeti	289
Şekil-15.20.	Paket anahtarlama ağıda X.25 arayüzü	290
Şekil-15.21.	X.25 tanımlamasında DTE-DCE ikilisi	291
Şekil-15.22.	OSI başvuru modeli ve X.25 katmanları	292
Şekil-15.23.a)	PAD'ın uygulamadaki yeri	293
Şekil-15.23.b)	X.25 ile ana bilgisayara erişim örneği	294
Şekil-16.1.	ISDN ile bağlantı örnekleri	298
Şekil-16.2.	ISDN hizmetleri BRI ve PRI kanalları	299
Şekil-16.3.	B ve D kanalları için ISDN katmanları	300
Şekil-16.4.	ISDN arayüz standartları	303
Şekil-16.5.	ISDN ile yerel alan ağlarının birbirine bağlanması	304
Şekil-16.6.	ISDN ile yedek hat bağlantısı	304
Şekil-17.1.	FR uygulaması	308
Şekil-17.2.	FR DTE-DCE bağlantısı	308
Şekil-17.3.	Frame Relay, X.25 ve OSI başvuru modeli	310
Şekil-17.4.	FR ile yerel alan ağının internet bağlantısı	312
Şekil-17.5.	CIR ve EIR band genişlikleri	313
Şekil-17.6.	FR temel çerçeve formatı	313
Şekil-17.7.	Frame Relay Adreslemesi	314
Şekil-17.8.	LMI mesaj formatı	314
Şekil-18.1.	Güvenlik duvarı ve bir LAN'ın üç bölgesi	318
Şekil-18.2.	IPsc aktarım ve tünelleme modu	321
Şekil-18.3.	SSL'in bir ara-katman olarak konumu ve bileşenleri	322
Şekil-18.4.	Güvenlik duvarı uygulama topolojisi	323
Şekil-18.5.	Güvenlik duvarı ve IP NAT uygulaması	324
Şekil-18.6.	İnternet üzerinden Sanal Özel Ağ (VPN) oluşturulması	326
Şekil-19.1.	Koaksiyel kablo yapısı	332
Şekil-19.2.	Büklümlü çift kablo yapısı	333
Şekil-19.3.	Fiber Optik kablo yapısı	334
Şekil-19.3.b)	Çok modlu ve tek modlu FO kabloda ışığın ilerlemesi	335
Şekil-19.4.	Yatay kablolama bileşenleri	338
Şekil-19.5.	Kanal bileşenleri	338
Şekil-19.6.	İki bilgisayarın doğrudan Ethernet bağlantısı	340

Şekil-20.1.	İnternet bulutu ve topolojisi	346
Şekil-20.2.	TCP/IP mimarisi ve katmanları	347
Şekil-20.3.	TCP/IP katmanları ve protokolların arasındaki ilişki	349
Şekil-20.4.	TCP dilimi (segment) formatı	353
Şekil-20.5.	UDP datagram yapısı ve başlık alanları	355
Şekil-20.6.	IP paket yapısı ve başlığı içindeki alanlar	356
Şekil-20.7.	ICMP başlığı veri alanı	358
Şekil-20.8.	ARP istek paketi gönderiliyor	360
Şekil-20.9.	Örnek ağ üzerinde ARP açıklaması	360
Şekil-20.10.	PPP/SLIP bağlantı ve bulunduğu katman	362
Şekil-20.11.	PPP temel çerçeve yapısı	364
Şekil-20.12.	IP NAT için tipik bir topoloji	366
Şekil-21.1.	DNS ve simgesel-sayısal IP adres dönüşümü	372
Şekil 21.2.	Adres sınıfları bit haritası	376
Şekil-22.1.	İnternet'in tipik altyapısı	386
Şekil-22.2.	IPsec doğrulama başlığı ve protokolun parametreleri	389
Şekil-22.3.	IPsec veri güvenlik kaplaması	390
Şekil-22.4.	IPsec'in TCP/IP katmanlarında yeri; bir ara protokol olarak IPsec	392
Şekil-22.5.	Aktarım modunda IP, doğrulama ve ESP başlıkları kullanımı sırası	393
Şekil-22.6.	Tünelleme modunda IP, doğrulama ve ESP başlıkları kullanımı sırası	394
Şekil-23.1.	İki yönlendirme protokolunun iç içe geçmiş hali	399
Şekil-23.2.	IPv4 ile IPv6 başlık yapılarının karşılaştırılması	400
Şekil-23.3.	IPv6'da standart ve ek-başlıkların bağlanması	401
Şekil 23.4.	IPv6'da yönlendirme ek-başlığı yapısı	404
Şekil-23.5.	IPv6'ya geçiş: Çift-prot. kümesi, tünelleme ve IPv4-IPv6 dönüşümü	410
Şekil-24.1.	Örnek bir İnternet servisi sağlayıcının tipik topolojisi	416
Şekil-24.2.	UNIX işletim sisteminde ağ hizmet proseslerinin genel yapısı	419
Şekil-24.3.	Kullanıcı/sunucu arasında (TCP) etkileşim ve sistem çağruları	420
Şekil-24.4.	Örnek ağ: Dört ağın birbirine bağlanması	422
Şekil-24.5.	IP omurga ve default parametresi	423
Şekil-Ek B.1.	9-9 seri port adaptör kablo sonlandırılması	438
Şekil-Ek B.2.	25-9 seri port adaptör kablo sonlandırılması	438
Şekil-Ek C.1.	RJ45 için çeşitli standart bağlantılar	439
Şekil-Ek C.2.	10Base-T çapraz kablo bağlantısı	440
Şekil-Ek C.3.	ISDN U Çevrim bağlantı sonlandırılması	441
Şekil-Ek C.4.	ISDN S/T sonlandırılması	442

Tablo Listesi

Tablo-4.1.	UART'ın saklayıcılarına ulaşmak için kullanılan adresler	60
Tablo-4.2.	RS-232'nin uç bağlantı şekilleri	68
Tablo-5.1.	OSI'nin üst katmanları; daha çok yazılımla gerçekleştirilir	77
Tablo-5.2.	OSI'nin ortadaki katmanı; dördüncü katman katmanlar arasında sınır gibidir	77
Tablo-5.3.	OSI'nin ağ altyapısını oluşturan ilk 3 katman; daha çok donanımsal gerçekleştirilir	79
Tablo-6.1.	Bağlantısız ve bağlantıya yönelik hizmetlerin karşılaştırılması	91
Tablo-8.1.	RS-232 9 uçlu konnektör bağlantısı	114
Tablo-8.2.	RS-232 25 uçlu konnektör bağlantısı	115
Tablo-10.1.	Ethernet teknolojisi için çeşitli kartlar	141
Tablo-10.2.	Bir anahtar cihazının tipik MAC adres tablosu	151
Tablo-10.3.	Şasele bir yönlendiricinin tipik port modülleri	159
Tablo-11.1.	802.x ailesi protokollarından bazıları	175
Tablo-13.1.	AAL'in sunduğu hizmet sınıfları ve özellikleri	226
Tablo-14.1.	IEEE 802.11x ailesi standartları	243
Tablo-14.2.	IEEE 802.11, 802.11b ve 802.11a'nın karşılaştırılması	244
Tablo-14.3.	HiperLAN ile IEEE 802.11a standartları karşılaştırılması	249
Tablo-14.4.	Bluetooth'un genel özellikleri	250
Tablo-14.5.	HomeRF'in genel özellikleri	252
Tablo-14.6.	WIMAX, IEEE 802.11a ve HiperLAN karşılaştırılması	253
Tablo-15.1.	Kuzey Amerika sayısal işaret (DS) hiyerarşisi	282
Tablo-15.2.	Avrupa için tanımlanmış sayısal iletim hiyerarşisi	282
Tablo-15.3.	SONET aktarım oranları	289
Tablo-15.4.	Bazı X serisi tanımlamalar	293
Tablo-17.1.	FR ile X.25 karşılaştırılması	309
Tablo-19.1.	EIA-568/A sınıflaması	330
Tablo-19.2.	ISO 11801 sınıflaması	331
Tablo-20.1.	TCP/IP protokolları	348
Tablo-21.1.	IPv4 adres sınıfları ve özellikleri	375
Tablo-21.2.	İnternet omurgasında yerel IP adresleri	377
Tablo-21.3.	Adres sınıfları ve başlangıç bitiş adres bölgeleri	377
Tablo-22.1.	IPsec üzerine yayınlanmış bazı temel RFC belgeleri	387
Tablo-22.2.	IP paketindeki protokol alanına yazılabilen bazı protokol numaraları	392

Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri

Tablo-23.1. Ek-başlıkların sayısal kodu	402
Tablo-23.2. IPv6 adres veri yapısının bit düzeni ile sınıflanması	409
Tablo-24.1. UNIX'in ağ hizmeti için bazı ' <i>daemon</i> ' ları	418
Tablo-24.2. UNIX'in ağ yönetimiyle ilgili dosyaları	419
Tablo-Ek B.1. 25 uçlu D konnektör uçları	437
Tablo-Ek B.2. 9 uçlu D konnektör uçları	437
Tablo-Ek C.1. EIA-568A ve EIA-568B bağlantı şekilleri	439
Tablo-Ek C.2. Çapraz UTP kablo bağlantısı a) 8 uçlu b) 4 uçlu	440
Tablo-Ek C.3. Düz UTP kablo bağlantısı (568A) a) 8 uçlu b) 4 uçlu	441